



ARARIBÁ conecta

CIÊNCIAS

MANUAL DO PROFESSOR

Organizadora: Editora Moderna
Obra coletiva concebida, desenvolvida
e produzida pela Editora Moderna.

Editora responsável:
Rita Helena Brückelmann

Componente curricular:
CIÊNCIAS

9^o ano

MATERIAL DE DIVULGAÇÃO. VERSÃO SUBMETIDA A AVALIAÇÃO
PNLD 2024 - Objeto 1
Código da coleção:
0016 P24 01 00 207 030



MODERNA



MODERNA



ARARIBÁ conecta

CIÊNCIAS

MANUAL DO PROFESSOR

9 ^o
ano

Organizadora: Editora Moderna

Obra coletiva concebida, desenvolvida e produzida pela Editora Moderna.

Editora responsável: Rita Helena Bröckelmann

Licenciada em Ciências e Biologia pelo Centro Universitário da Fundação Educacional Guaxupé (MG).
Especialista em Manejo de Doenças de Plantas pela Universidade Federal de Lavras (MG).
Lecionou Biologia e Ciências em escolas públicas e particulares de São Paulo. Editora.

Componente curricular: CIÊNCIAS

1ª edição

São Paulo, 2022



MODERNA

Elaboração dos originais:

Cristiane Roldão

Bacharel em Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Mestre e doutora em Física (área de Física Teórica) pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Professora.

Fabio Rizzo de Aguiar

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

Fernando Frochtengarten

Bacharel e licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade de São Paulo. Mestre e doutor em Psicologia (Psicologia Social) pela Universidade de São Paulo. Professor e coordenador pedagógico.

Flávia Ferrari

Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade de São Paulo. Professora.

Juliana Bardi

Bacharel e licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Doutora em Ciências no Programa Ciências Biológicas (Zoologia) pela Universidade de São Paulo. Editora.

Júlio Pedroni

Licenciado em Ciências da Natureza pela Universidade de São Paulo. Editor.

Lais Alves Silva

Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade São Judas Tadeu (SP). Licenciada no Programa Especial de Formação Pedagógica de Docentes para as disciplinas do currículo do Ensino Fundamental (quatro últimas séries), do Ensino Médio e da Educação Profissional em Nível Médio pela Universidade Católica de Brasília. Editora.

Luciana Keler Machado Corrêa

Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de São Carlos. Bacharel em Comunicação Social (Produção Editorial) pela Universidade Anhembi Morumbi (SP). Editora.

Marcelo Pulido

Licenciado em Química pela Universidade de São Paulo. Mestre em Ciências no programa: Ensino de Ciências (Modalidades Física, Química e Biologia) da Universidade de São Paulo. Professor, editor e autor.

Marina Vieira Santos

Licenciada em Química pela Universidade Federal de Alfenas (MG). Mestre em Ciências (área de concentração: Ensino de Química) pela Universidade de São Paulo. Editora.

Marta de Souza Rodrigues

Licenciada em Física pela Universidade de São Paulo. Mestre em Ciências (Ensino de Ciências modalidades Física, Química e Biologia – Área de concentração: Ensino de Física) pela Universidade de São Paulo. Professora.

Mauro Faro

Engenheiro Químico pela Universidade de São Paulo. Licenciado em Química pelas Faculdades Oswaldo Cruz (SP). Mestre em Engenharia (Engenharia Química) pela Universidade de São Paulo. Professor.

Murilo Tissoni

Licenciado em Química pela Universidade de São Paulo. Professor e autor.

Natalia Leporo Torcato

Licenciada em Ciências da Natureza pela Universidade de São Paulo. Mestre em Ciências no Programa Ensino de Ciências (área de concentração: Ensino de Biologia) pela Universidade de São Paulo. Editora.

Patrícia Araújo dos Santos

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

Rodrigo Uchida Ichikawa

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

Ruggero Tavares Santi

Bacharel e licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade de São Paulo. Professor.

Tassiana Carvalho

Licenciada em Física pela Universidade de São Paulo. Mestre e doutora em Ciências (Ensino de Ciências modalidades Física, Química e Biologia – Área de concentração: Ensino de Física) pela Universidade de São Paulo. Professora.

Del-Corso, Thiago Marinho

Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Campinas. Mestre em Ciências em Ensino de Ciências (Modalidades Física, Química e Biologia) pela Universidade de São Paulo. Doutor em Educação (Ensino de Ciências e Matemática) pela Universidade de São Paulo. Professor.

Vanessa Shimabukuro

Bacharel e licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade de São Paulo. Mestre em Ciências (Zoologia) pela Universidade de São Paulo. Editora.

Edição de texto: Patrícia Araújo dos Santos (coord.), Natalia Leporo Torcato (coord.), Andrezza Cacione, Denise Minematsu, Júlio Pedroni, Lais Alves Silva, Lara Vieira Leite, Luciana Ribeiro Guimarães, Murilo Tissoni, Rodrigo Uchida Ichikawa, Zanith Cook

Assistência editorial: Edna Gonçalves dos Santos

Gerência de design e produção gráfica: Patrícia Costa

Coordenação de produção: Denis Torquato

Gerência de planejamento editorial: Maria de Lourdes Rodrigues

Coordenação de design e projetos visuais: Marta Cerqueira Leite

Projeto gráfico: Aurélio Camilo, Vinicius Rossignol Felipe

Capa: Tatiane Porusselli, Daniela Cunha

Ilustração: Matheus Costa

Coordenação de arte: Wilson Gazzoni Agostinho

Edição de arte: Clayton Renê Pires Soares

Editoração eletrônica: Essencial Design

Ilustrações dos ícones-medida: Nelson Matsuda

Coordenação de revisão: Elaine C. del Nero

Revisão: Cecília Oku, Nancy H. Dias, Palavra Certa

Coordenação de pesquisa iconográfica: Flávia Aline de Moraes

Pesquisa iconográfica: Luciana Vieira

Coordenação de bureau: Rubens M. Rodrigues

Tratamento de imagens: Ademir Francisco Baptista, Ana Isabela Pithan

Maraschin, Denise Feitoza Maciel, Marina M. Buzzinaro, Vânia Maia

Pré-impressão: Alexandre Petreca, Fabio Roldan, José Wagner Lima Braga,

Marcio H. Kamoto, Selma Brisolla de Campos

Coordenação de produção industrial: Wendell Monteiro

Impressão e acabamento:

A imagem estilizada da capa, ilustrada por Matheus Costa de Florianópolis, Santa Catarina, representa corpos celestes e um satélite sendo observados por estudantes a olho nu e com telescópio.

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

Araribá conecta ciências : 9º ano : manual do professor / organizadora Editora Moderna ; obra coletiva concebida, desenvolvida e produzida pela Editora Moderna ; editora responsável Rita Helena Bröckelmann. -- 1. ed. -- São Paulo : Moderna, 2022.

Componente curricular: Ciências.
ISBN 978-85-16-13672-7

1. Ciências (Ensino fundamental) I. Bröckelmann, Rita Helena.

22-113568

CDD-372.35

Índices para catálogo sistemático:

1. Ciências : Ensino fundamental 372.35

Cibele Maria Dias - Bibliotecária - CRB-8/9427

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

Todos os direitos reservados

EDITORA MODERNA LTDA.

Rua Padre Adelino, 758 - Belenzinho
São Paulo - SP - Brasil - CEP 03303-904

Atendimento: Tel. (11) 3240-6966

www.moderna.com.br

2022

Impresso no Brasil

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO GERAL..... IV	ORGANIZAÇÃO DA COLEÇÃO.....XIX
• Princípios norteadores da Coleção.....IV O papel do professor e dos estudantes no contexto da ColeçãoIV	• Critérios gerais..... XIX AtividadesXIX
• O ensino de Ciências da Natureza no contexto da Base Nacional Comum Curricular V A organização da BNCC..... V A área de Ciências da Natureza na BNCC..... VI Os Temas Contemporâneos Transversais..... VII	• Estrutura geral das unidades dos livros do estudanteXX
• Alfabetização científica e letramento – Pensar Ciência em multiplicidades..... VIII A alfabetização científica na ColeçãoX	• A BNCC e a seleção de conteúdos da Coleção..... XXI
• A Coleção e suas possibilidades interdisciplinaresX	• Articulação das competências, habilidades e TCTs no volume de 9º ano XXII
• Estímulo ao uso de recursos tecnológicos nos processos de ensino e aprendizagem.....XI As Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação...XII O pensamento computacionalXIII	• Sugestões de cronograma para o 9º ano..... XXVI
• A leitura inferencial..... XIV	SUGESTÃO DE AVALIAÇÃO PARA PREPARAÇÃO A EXAMES DE LARGA ESCALA..... XXVII
• A argumentação no ensino de Ciências XIV	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICASXXXVI
• Avaliação..... XVI Instrumentos avaliativos e de acompanhamento da aprendizagem XVI AutoavaliaçãoXVII Avaliação aliada à pesquisa XVII Avaliações de larga escala..... XVIII	ORIENTAÇÕES ESPECÍFICAS PARA O 9º ANOXXXIX
	• Conheça a parte específica deste Manual XXXIX Unidade 1 – Estudo da matéria 12 Unidade 2 – A estrutura da matéria 36 Unidade 3 – Transformações químicas 62 Unidade 4 – Grupos de substâncias 84 Unidade 5 – Evolução biológica 102 Unidade 6 – Genética 130 Unidade 7 – Ondas: som e luz 156 Unidade 8 – Terra e Universo 182 Oficinas 210 Fique por dentro 221 Referências bibliográficas 228

APRESENTAÇÃO GERAL

PRINCÍPIOS NORTEADORES DA COLEÇÃO

A Coleção está pautada em duas grandes metas: desenvolvimento do corpo discente e valorização do trabalho docente. Para isso, a Coleção busca propiciar aos estudantes oportunidades nas quais eles possam entrar em contato com fenômenos e problemas que podem ser compreendidos e resolvidos se observados à luz do conhecimento científico, promovendo, assim, a reflexão sobre a natureza das Ciências, suas particularidades, seus alcances e seus limites.

Em todos os livros da Coleção, incluindo este **Manual do professor**, a escolha e a elaboração de textos e de atividades, assim como a seleção de imagens, são cuidadosamente pensadas visando à formulação de estratégias para o alcance dos resultados pedagógicos esperados, com base no desenvolvimento de:

- **Competências e habilidades:** observar livremente ou por mediação de instrumentos; realizar pesquisa experimental ou de outra natureza; propor questões; formular hipóteses; elaborar e discutir explicações; apresentar possíveis conclusões para desenvolver habilidades relacionadas a práticas, processos e procedimentos próprios das Ciências da Natureza.
- **Compreensão leitora:** estimular a utilização de diversos gêneros textuais e imagéticos como ferramentas para o desenvolvimento das habilidades relacionadas à leitura e à escrita, oferecendo subsídios para as múltiplas possibilidades de interpretação do mundo.
- **Aplicabilidade:** conhecer e fazer uso de conceitos científicos básicos; valorizar, respeitar e aprimorar conhecimentos adquiridos em experiências cotidianas, confrontando-os com os conceitos aprendidos na escola.
- **Atitudes individuais e coletivas:** preservar, conservar e usar de maneira sustentável os recursos do planeta, valorizar interesses relacionados à saúde e colaborar para uma sociedade mais inclusiva e igualitária.

A Coleção prioriza conteúdos com conceitos acessíveis aos estudantes dessa faixa etária, procurando, assim, respeitar e estimular seu desenvolvimento cognitivo. Os assuntos e textos propostos procuram evidenciar a observação e a análise de aspectos da realidade de que a Ciência se ocupa, sem esquecer conceitos centrais que poderão ser necessários em outros níveis de ensino.

► O papel do professor e dos estudantes no contexto da Coleção

A prática docente reflexiva oportuniza a transformação da realidade, por permitir que o processo de ensino se dê de uma forma intencional, respeitando o contexto da sala de aula e dos indivíduos que serão formados cidadãos.

Dewey definiu a [ação] reflexiva como sendo uma [ação] que implica uma consideração [ativa], persistente e cuidadosa daquilo em que se acredita ou que se pratica, à luz dos motivos que o justificam e das consequências a que conduz. Segundo Dewey, a reflexão não consiste num conjunto de passos ou procedimentos específicos a serem usados pelos professores. Pelo contrário, é uma maneira de encarar e responder aos problemas, uma maneira de ser professor. A [ação] reflexiva também é um processo que implica mais do que a busca de soluções lógicas e racionais para os problemas. A reflexão implica intuição, emoção e paixão; não é, portanto, nenhum conjunto de técnicas que possa ser empacotado e ensinado aos professores [...]. (ZEICHNER, 1993, p. 18)

Assim, o perfil do professor reflexivo caracteriza-se por aquele que observa sua prática, analisa-a sob diferentes perspectivas e traça novos planos para o processo de ensino. Desse modo, entendemos nessa Coleção que a reflexão é uma prática importante e que o desenvolvimento do trabalho docente se dá na ação, no dia a dia da sala de aula, na experimentação de novas estratégias e métodos. Neste contexto, as chamadas **metodologias ativas** ganham destaque.

[...] Na realidade atual, a discussão de tendências mais adequadas e apropriadas aos processos de ensino e aprendizagem se apresenta de extrema relevância, pois a prática da sala de aula ainda é marcada, em sua maioria, pela passividade do aluno [...]. Nesse sentido, as metodologias ativas se apresentam como uma possível mudança, por meio de estratégias de ensino, que buscam garantir uma maior participação do aluno em sala de aula, destacando a sua liderança no seu processo de aprendizagem, tendo o professor como mediador desse processo. Moran (2018, p. 5) ressalta que “o papel principal do especialista ou docente é o de orientador, tutor dos estudantes individualmente ou nas atividades em grupo, nas quais os estudantes são sempre protagonistas”. [...] (AUGUSTINHO; VIEIRA, 2021, p. 41)

Elaborada de modo a aplicar propostas pedagógicas que estimulem o protagonismo do estudante, a Coleção considera o desenvolvimento de práticas pedagógicas contextualizadas, importantes para a promoção de conhecimentos e resolução de problemas que circulam dentro e fora da sala de aula, indo além do currículo básico estabelecido, o que permite ao estudante aprender com base nas vivências e não somente nas referências. A Coleção valoriza, portanto, a perspectiva da construção do conhecimento como uma responsabilidade tanto do professor quanto do estudante, reconhecendo e promovendo o protagonismo deste no seu processo de aprendizagem.

Como a ciência não tem por objetivo apenas a transmissão de fatos e habilidades e sim cultivar a curiosidade e a criatividade, processos ativos de ensino de ciência devem ser elaborados pelos professores para que os estudantes estejam também ativamente envolvidos com o conhecimento científico (SCHOEREDER *et al.*, 2012). Aprender por meio de experiências práticas parece ser o caminho mais natural e eficaz para isso.

Assim, considerando o papel do professor, este precisa adentrar em caminhos que o conduzam e o preparem para lidar com o diferente, considerado como desafio imposto aos docentes, na atual sociedade, mudar o eixo de ensinar para optar por caminhos que levem ao aprender (BEHRENS, 2000). Almeja-se trabalhar na perspectiva de mudança, proporcionando estratégias pedagógicas diversificadas que envolvam diretamente os alunos na construção ativa do conhecimento, visto que atividades escolares, quando bem planejadas, podem contribuir na aprendizagem dos estudantes, além de estimular os professores na busca por novos conhecimentos que complementarão sua prática docente. (REMPEL *et al.*, 2016, p. 84)

Nesse sentido, a parte específica deste Manual busca amparar o trabalho docente, possibilitando o contato com novas metodologias de ensino que promovem a aprendizagem ativa e ofertando subsídios didático-pedagógicos que buscam articular conceitos com situações relacionadas ao dia a dia do estudante. Dessa forma, colocando o estudante como protagonista do processo de aprendizagem e possibilitando a ele a aplicação em seu cotidiano dos conhecimentos e das habilidades desenvolvidas nesse processo.

O ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA NO CONTEXTO DA BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR

Em 2018, o Ministério da Educação homologou a versão final da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). O documento, aprovado pelo Conselho Nacional de Educação (CNE), orienta a construção do currículo e das propostas pedagógicas a que todos os estudantes dos sistemas e das redes de ensino brasileiros têm direito ao longo da Educação Básica.

A BNCC consolida o pacto interfederativo proposto pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação (Lei nº 9394/1996) e atende ao Plano Nacional de Educação de 2014, que afirmava a necessidade de criar uma base de orientação aos currículos de todos os estados brasileiros.

Ao explicitar as aprendizagens essenciais a serem desenvolvidas, a BNCC pretende garantir a equidade educacional entre os estudantes brasileiros. Esse propósito, no entanto, não equivale a uma suposta uniformização dos currículos de escolas públicas e privadas de todas as regiões do país. O documento considera as desigualdades educacionais entre grupos de estudantes distintos – por sexo, raça e perfil socioeconômico, assim como as diversas realidades em que as instituições escolares estão inseridas. Dessa forma, a BNCC pressupõe o planejamento de ações que garantam as aprendizagens essenciais com base no reconhecimento das necessidades específicas dos estudantes atendidos. O objetivo é reduzir as desigualdades no campo educacional, fomentando a construção de currículos regionais, o que requer ampla articulação entre os governos federal, estadual e municipal.

► A organização da BNCC

A BNCC parte do pressuposto de que o planejamento das ações pedagógicas deve organizar-se visando ao desenvolvimento de competências, definidas como “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, 2018, p. 8). O documento explicita as **competências gerais** que os estudantes devem desenvolver ao longo das etapas da Educação Básica (Educação Infantil, Ensino Fundamental e Médio):

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, 2018, p. 9-10)

Nota-se que, alinhada à premissa da educação integral, ou seja, para além do desenvolvimento acadêmico nos diferentes componentes curriculares, a dimensão socioemocional é uma necessidade formativa que aparece em todas as competências gerais.

Segundo CASEL [*Collaborative for Academic, Social and Emotional Learning*], a educação socioemocional refere-se ao processo de entendimento e manejo das emoções, com empatia e pela tomada de decisão responsável. Para que isso ocorra, é fundamental a promoção da educação socioemocional nas mais diferentes situações, dentro e fora da escola [...].

No campo do desenvolvimento das competências socioemocionais, um tema muito importante nos dias atuais é o *bullying*. O termo *bully* pode ser traduzido como valentão, brigão ou tirano. Assim, o termo *bullying* compreende o conjunto de ações violentas e intencionais (geralmente repetidas) contra outra pessoa e que tem como produto danos que variam desde a ordem física à psicológica, deixando “marcas” não apenas momentâneas, mas também capazes de reverberar ao longo da vida da pessoa que foi alvo do *bullying*.

O *bullying* é uma preocupação para toda a sociedade, sendo inclusive destacadas, pelo MEC, as ações *anti-bullying* nas escolas. No combate ao *bullying*, as 5 competências socioemocionais [...] devem ser trabalhadas: autoconsciência, autogestão, consciência social, habilidades de relacionamento e tomada de decisão responsável. (BRASIL, [2019?])

A BNCC do Ensino Fundamental está organizada em cinco áreas do conhecimento: Linguagens, Matemática, Ciências da Natureza, Ciências Humanas e Ensino Religioso (as áreas de Linguagens e Ciências Humanas dividem-se em mais de um componente curricular). Cada área estabelece **competências específicas** a serem desenvolvidas ao longo dos nove anos de escolaridade.

Para assegurar o desenvolvimento das competências específicas, cada componente curricular apresenta um conjunto de habilidades relacionadas a objetos de conhecimento (conteúdos, conceitos e processos) que, por sua vez, estão organizados em unidades temáticas.

► A área de Ciências da Natureza na BNCC

Vivemos em uma sociedade fortemente marcada pelo desenvolvimento científico e tecnológico. Ao mesmo tempo que usufruímos de seus benefícios, testemunhamos impactos negativos que ele provoca sobre a natureza e a sociedade. Nesse contexto, a participação no debate e a atuação em esferas altamente relevantes no mundo contemporâneo, como as da tecnologia, da saúde, do meio ambiente e do mundo do trabalho, não podem prescindir de uma visão que integre os conhecimentos científicos à tecnologia, à ética, à política e à cultura.

Sob essa vertente, que pressupõe a superação da fragmentação disciplinar do conhecimento, a área das Ciências da Natureza – e consequentemente o componente curricular Ciências – expressa o compromisso da BNCC com a formação integral dos educandos.

Espera-se que, no Ensino Fundamental, a área contribua para o letramento científico, de modo que a construção do conhecimento e o desenvolvimento de habilidades práticas e procedimentos próprios das Ciências da Natureza apoiem o desenvolvimento de um estudante crítico e reflexivo, capaz de atuar de forma consciente no mundo. Ao ter como foco o desenvolvimento de habilidades e competências, o ensino de Ciências da Natureza assume seu compromisso com o pleno exercício da cidadania.

Nessa perspectiva, a BNCC confere papel central às atividades investigativas na formação dos estudantes, promovendo seu protagonismo no processo de aprendizagem. Isso exige a proposição de

situações de ensino que, levando em conta a diversidade cultural dos estudantes, despertem o interesse e a curiosidade científica e desenvolvam o espírito crítico.

O documento sugere que os estudantes sejam responsáveis por delinear os problemas; propor hipóteses; planejar e realizar atividades de campo; definir as ferramentas para coleta, análise e representação de dados; elaborar modelos; construir argumentos com base em evidências sólidas para defender uma ideia; relatar informações de forma oral, escrita ou multimodal; desenvolver e implementar soluções para os problemas cotidianos; e planejar ações de intervenção para melhorar a qualidade de vida individual, coletiva e socioambiental.

As situações de aprendizagem sugeridas pela BNCC possibilitam ao professor planejar propostas pedagógicas orientadas por demandas da realidade em que vivem os estudantes: os problemas que os cercam, a comunidade em que estão inseridos, as desigualdades socioeconômicas e culturais que os afetam, os problemas ambientais que os envolvem e outras características de seu contexto de vida.

Competências específicas de Ciências da Natureza

Partindo das competências gerais da Educação Básica e dos princípios do ensino das Ciências da Natureza acima apresentados, a BNCC propõe que a área garanta o desenvolvimento das seguintes **competências específicas para o Ensino Fundamental**:

1. Compreender as Ciências da Natureza como empreendimento humano, e o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico.
2. Compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza, bem como dominar processos, práticas e procedimentos da investigação científica, de modo a sentir segurança no debate de questões científicas, tecnológicas, socioambientais e do mundo do trabalho, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
3. Analisar, compreender e explicar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural, social e tecnológico (incluindo o digital), como também as relações que se estabelecem entre eles, exercitando a curiosidade para fazer perguntas, buscar respostas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das Ciências da Natureza.
4. Avaliar aplicações e implicações políticas, socioambientais e culturais da ciência e de suas tecnologias para propor alternativas aos desafios do mundo contemporâneo, incluindo aqueles relativos ao mundo do trabalho.
5. Construir argumentos com base em dados, evidências e informações confiáveis e negociar e defender ideias e pontos de vista que promovam a consciência socioambiental e o respeito a si próprio e ao outro, acolhendo e valorizando a diversidade de indivíduos e de grupos sociais, sem preconceitos de qualquer natureza.
6. Utilizar diferentes linguagens e tecnologias digitais de informação e comunicação para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos e resolver problemas das Ciências da Natureza de forma crítica, significativa, reflexiva e ética.
7. Conhecer, apreciar e cuidar de si, do seu corpo e bem-estar, compreendendo-se na diversidade humana, fazendo-se respeitar e respeitando o outro, recorrendo aos conhecimentos das Ciências da Natureza e às suas tecnologias.

8. Agir pessoal e coletivamente com respeito, autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, recorrendo aos conhecimentos das Ciências da Natureza para tomar decisões frente a questões científico-tecnológicas e socioambientais e a respeito da saúde individual e coletiva, com base em princípios éticos, democráticos, sustentáveis e solidários. (BRASIL, 2018, p. 324)



Unidades temáticas e objetos de conhecimento

Na BNCC, as aprendizagens essenciais, que devem ser asseguradas pelo ensino de Ciências no Ensino Fundamental, estão organizadas em unidades temáticas: **Matéria e energia; Vida e evolução; Terra e Universo.**

Essas unidades temáticas se repetem em todos os anos do Ensino Fundamental. Em cada um deles, elas estão representadas por objetos de conhecimento (conteúdos, conceitos e processos) aos quais são relacionadas habilidades que os estudantes deverão desenvolver a cada ano. Para além da compreensão dos conhecimentos científicos, os estudantes devem ser estimulados a aplicá-los, comunicá-los, relacioná-los e analisá-los.

A organização do currículo em unidades temáticas não pressupõe que elas sejam abordadas isoladamente, mas que haja uma integração em torno de temas relevantes para cada uma das etapas da Educação Básica. Por exemplo, o tema saúde deve ser desenvolvido em torno das três unidades temáticas, estimulando o estudante a refletir, entre outras coisas, sobre o funcionamento do organismo, o saneamento básico, a geração de energia e as formas de tratamento de doenças.

O estudo das unidades temáticas deve ser desenvolvido de forma continuada, de modo que a complexidade dos objetos de conhecimento e das habilidades de cada uma delas aumente progressivamente. A título de exemplo, o quadro a seguir apresenta uma seqüência de objetos de conhecimento e habilidades da unidade temática **Vida e evolução**:

Unidade temática Vida e evolução		
Ano	Objeto de conhecimento	Habilidade
6º	Célula como unidade da vida	(EF06CI05) Explicar a organização básica das células e seu papel como unidade estrutural e funcional dos seres vivos.
7º	Programas e indicadores de saúde pública	(EF07CI10) Argumentar sobre a importância da vacinação para a saúde pública, com base em informações sobre a maneira como a vacina atua no organismo e o papel histórico da vacinação para a manutenção da saúde individual e coletiva e para a erradicação de doenças.
8º	Mecanismos reprodutivos	(EF08CI07) Comparar diferentes processos reprodutivos em plantas e animais em relação aos mecanismos adaptativos e evolutivos.
9º	Hereditariedade	(EF09CI08) Associar os gametas à transmissão das características hereditárias, estabelecendo relações entre ancestrais e descendentes.

Fonte: (BRASIL, 2018).

Nota-se que a habilidade relacionada ao estudo do objeto de conhecimento “Célula como unidade da vida”, proposto para o 6º ano, fornece as bases para o desenvolvimento das habilidades previstas para os anos seguintes, que estão relacionadas à vacinação, à reprodução e à hereditariedade. No 6º ano, espera-se que os estudantes desenvolvam a habilidade de explicar; no 7º ano, de argumentar; no 8º ano, de comparar diferentes processos; e, no 9º ano, de associar conceitos e estabelecer relações.

► Os Temas Contemporâneos Transversais

A BNCC destaca ainda a importância de uma abordagem integradora entre as diversas áreas do conhecimento mediante o enfoque de assuntos abrangentes e atuais que têm influência na vida humana em escalas local, regional e global, contextualizando aquilo que é ensinado.

Os **Temas Contemporâneos Transversais** oferecem a possibilidade de trabalhar valores e conceitos ligados à cidadania, salientando a importância da contextualização das problemáticas fundamentais para a vida em sociedade.



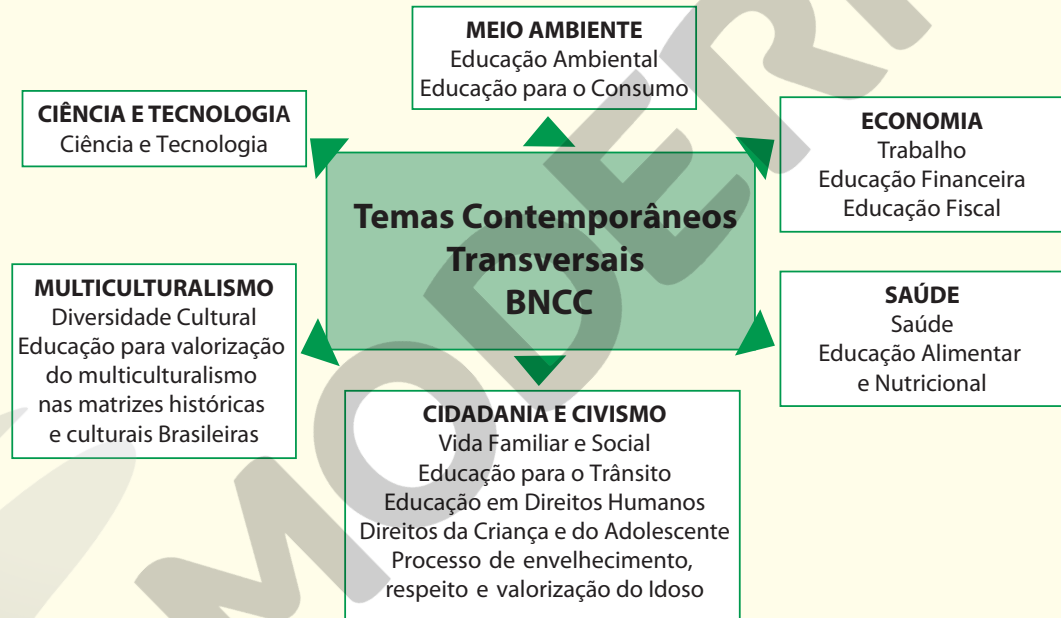
Os Temas Contemporâneos Transversais (TCTs) buscam uma contextualização do que é ensinado, trazendo temas que sejam de interesse dos estudantes e de relevância para seu desenvolvimento como cidadão. O grande objetivo é que o estudante não termine sua educação formal tendo visto apenas conteúdos abstratos e descontextualizados, mas que também reconheça e aprenda sobre os temas que são relevantes para sua atuação na sociedade. Assim, espera-se que os TCTs permitam ao aluno entender melhor: como utilizar seu dinheiro, como cuidar de sua saúde, como usar as novas tecnologias digitais, como cuidar do planeta em que vive, como entender e respeitar aqueles que são diferentes e quais são seus direitos e deveres, assuntos que conferem aos TCTs o atributo da **contemporaneidade**.

Já o **transversal** pode ser definido como aquilo que atravessa. [...]

Os Temas Contemporâneos Transversais (TCTs) são assim denominados por não pertencerem a uma disciplina específica, mas por traspassarem e serem pertinentes a todas elas. Existem distintas concepções de como trabalhá-los na escola. Essa diversidade de abordagens é positiva na medida em que possa garantir a autonomia das redes de ensino e dos professores. [...] Tais possibilidades envolvem, pois, três níveis de complexidade: intradisciplinar, interdisciplinar e transdisciplinar.

[...] Esses pressupostos buscam contribuir para que a educação escolar se efetive como uma estratégia eficaz na construção da cidadania do estudante e da participação ativa da vida em sociedade, e não um fim em si mesmo, conferindo a esses conteúdos um significado maior e classificando-os de fato como **Temas Contemporâneos Transversais**. (BRASIL, 2019, p. 7)

São consideradas seis macroáreas temáticas que interligam as diferentes áreas do conhecimento e abordam quinze TCTs conforme apresentado a seguir.



Fonte: (BRASIL, 2019).

ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E LETRAMENTO – PENSAR CIÊNCIA EM MULTIPLICIDADES

Se nos perguntarmos por que o componente curricular de Ciências integra o currículo da Educação Básica das escolas do Brasil e do mundo, encontraremos diferentes respostas, especialmente se voltarmos nosso olhar para distintas épocas.

O currículo de algumas escolas primárias inglesas incorporou esse componente curricular no início do século XIX, como lições práticas, cujo objetivo não era a compreensão científica do mundo, mas o ensino de modos de observação e descrição para a formação religiosa e moral. Aos poucos, com a proposta de cativar os estudantes para as “ciências das coisas comuns” – as quais pareciam ser importantes veículos para a introdução do ensino científico na educação escolar –, o componente curricular passou a se concentrar no ensino dos conhecimentos científicos com base nas experiências que os estudantes tinham do mundo natural em sua vida social e cotidiana (GOMES, 2008).

Diferentes estudiosos da história do currículo de Ciências indicam que a permanência desse componente no currículo escolar praticamente não foi contestada, e sua estabilidade é inquestionável. Isso se

deve a algumas de suas peculiaridades, como a referência às ciências de origem (Biologia, Física, Química e Geociências) e os contextos da integração disciplinar, com o objetivo de constituir, por ações pedagógicas na escola, uma Ciência integrada a ser ensinada, além da contextualização com o cotidiano – aspecto que garantiria o caráter “utilitário” dos conhecimentos a serem ministrados.

Se, por um lado, essa estabilidade curricular indica a relevância das Ciências, por outro, desde os anos 1960 vêm acontecendo vários movimentos de mudança e de renovação da forma como se dá o ensino dos conteúdos desse componente curricular. Tais movimentos questionam o ensino enciclopédico, memorístico, sem contextualização sociocultural, desprovido da preocupação com o desenvolvimento de habilidades científicas, acrítico e a-histórico. Essa condição paradoxal do ensino de Ciências permite-nos problematizá-lo em algumas direções, perguntando-nos, por exemplo, quais pontos deveriam ser considerados primordiais para compor as atividades de aprendizagem e ensino:

- Os conceitos científicos?
- A experiência dos estudantes?
- A capacidade crítica?
- A compreensão do processo histórico da Ciência na sociedade?

Além disso, precisamos compreender melhor como o componente curricular se organiza, particularmente na tensão entre conhecimentos científicos e conhecimentos do senso comum, bem como entre a integração ou as especificidades de cada campo científico e a inter ou a transversalidade.

Um dos enfoques propostos atualmente para o ensino de Ciências é a **alfabetização científica**, conceito polissêmico, passível de diferentes interpretações. Embora remonte aos anos 1960, esse enfoque adquire nova visibilidade na década de 1990, na esteira das relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, tornando-se uma referência fundamental nos anos 2000 em projetos que visam ensinar Ciências para todos, particularmente levados a termo nos Estados Unidos.

Apesar de o movimento de alfabetização científica ser debatido e estar presente nas políticas nacionais e internacionais de educação há mais de meio século, os pesquisadores ainda têm se empenhado em consolidar uma definição em meio aos numerosos significados, perspectivas e abordagens do tema. Essa dificuldade deve-se à amplitude e à abrangência da discussão, que engloba desde a natureza e os processos de produção do conhecimento científico, com levantamento de hipóteses, elaboração de teorias, análise de dados, validação de resultados, até fatores políticos, institucionais e culturais que determinam como esse conhecimento chega até o público (CERATI, 2014).

Conforme enfatizam Sasseron e Carvalho (2011a)


Devido à pluralidade semântica, encontramos hoje em dia, na literatura nacional sobre ensino de Ciências, autores que utilizam a expressão “Letramento Científico” (Mamede e Zimmermann, 2007, Santos e Mortimer, 2001), pesquisadores que adotam o termo “Alfabetização Científica” (Brandi e Gurgel, 2002, Auler e Delizoicov, 2001, Lorenzetti e Delizoicov, 2001, Chassot, 2000) e também aqueles que usam a expressão “Enculturação Científica” (Carvalho e Tinoco, 2006, Mortimer e Machado, 1996) para designarem o objetivo desse ensino de Ciências que almeja a formação cidadã dos estudantes para o domínio e uso dos conhecimentos científicos e seus desdobramentos nas mais diferentes esferas de sua vida. Podemos perceber que no cerne das discussões levantadas pelos pesquisadores que usam um termo ou outro estão as mesmas preocupações com o ensino de Ciências, ou seja, motivos que guiam o planejamento desse ensino para a construção de benefícios práticos para as pessoas, a sociedade e o meio ambiente. (SASSERON; CARVALHO, 2011a, p. 60)

Nesse enfoque, visa-se formar um cidadão alfabetizado cientificamente por meio da combinação da aprendizagem dos conhecimentos científicos com a habilidade de elaborar conclusões com base em processos e metodologias próprios da produção da Ciência, incluindo sua condição histórica, social e filosófica. Além disso, propõe-se levar os estudantes a compreender temas sociocientíficos da atualidade, analisá-los e assumir uma postura crítica diante deles, ajudando-os também a tomar decisões sobre o mundo natural e sobre as mudanças nele provocadas pela atividade humana.

Para Sasseron e Carvalho (2011a), o conceito de alfabetização científica tem como base o conceito geral de alfabetização, entendido como o domínio de estratégias que permitem a um indivíduo organizar seu pensamento de maneira lógica e ter uma consciência mais crítica frente ao mundo.

Nesse contexto, a BNCC considera letramento científico

[...] a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências. (BRASIL, 2018, p. 321)



Para ser capaz de entender e modificar o mundo baseando-se na contribuição teórica e processual da Ciência, é necessário vivenciar situações didáticas planejadas em termos de competências e habilidades que deem aos estudantes a oportunidade de desenvolver essa capacidade. Assim, é imprescindível que o professor adote métodos inovadores e estratégias de ensino variadas em sala de aula e que tenha o domínio dos objetos de conhecimento.

► A alfabetização científica na Coleção

Nesta Coleção, o enfoque da alfabetização científica está presente nas propostas de textos e atividades alinhadas às orientações didáticas para os professores. As dimensões da natureza da Ciência são enfatizadas principalmente na seção **Pensar Ciência**, que adota vários princípios preconizados pela alfabetização científica para a discussão sobre a natureza da Ciência. Nessa seção, é apresentado um texto para a leitura dos estudantes acompanhado de algumas questões reflexivas, as quais visam particularmente à análise crítica e à compreensão contextualizada da forma como a Ciência funciona e se constrói, sobre sua natureza, sua abrangência e também sobre suas limitações; em alguns momentos, estimula-se a tomada de decisão perante as proposições do texto.

Os textos da seção **Pensar Ciência** tratam de diferentes matizes e características da produção científica e de suas relações com a tecnologia e o entorno sociocultural. Alguns deles extraem sentidos singulares das biografias de cientistas, como as relações étnicas, de gênero, morais e éticas. Destacam-se nessa seção:

- **Do ponto de vista histórico:** compreender que um conceito científico tem historicidade e é fruto de negociação no interior da comunidade científica. Entender que os conceitos científicos são passíveis de transformação, contestação e disputa e que, mesmo quando há consenso, eles podem ser provisórios. Ao mesmo tempo, alguns são muito estáveis e perduram por vários séculos, sem sofrer praticamente nenhuma modificação desde o seu desenvolvimento.
- **Do ponto de vista epistemológico:** compreender que o método científico não é único e que a experimentação é inerente a ele. Conscientizar-se de que se trata de um processo coletivo, que tem como um de seus pilares a ideia de comunidade científica. Reconhecer as múltiplas conexões entre Ciência e Tecnologia na produção dos conhecimentos.
- **Do ponto de vista sociocultural:** enfatizar que a Ciência é uma produção humana, destacando suas características éticas e morais, além de trabalhar as correlações e as influências recíprocas entre Ciência e sociedade e dimensionar a Ciência em contextos de gênero, etnia e classe, assim como em suas associações ao mercado, ao consumo e à inovação.
- **Do ponto de vista da avaliação da Ciência e da Tecnologia:** refletir sobre a não neutralidade da Ciência e sobre a necessária avaliação de seus impactos sociais e seu financiamento, com o objetivo de levar os estudantes a construir análises críticas e enunciar novos cenários mais democráticos e de ampliação da cidadania para os quais a Ciência e a Tecnologia têm papel relevante.

A COLEÇÃO E SUAS POSSIBILIDADES INTERDISCIPLINARES

O conceito de interdisciplinaridade, como qualquer outro, remete a um amplo espectro de concepções e pontos de vista, abrangendo significados distintos.

A interdisciplinaridade pode ser definida como um ponto de cruzamento entre atividades (disciplinares e interdisciplinares) com lógicas diferentes. Ela tem a ver com a procura de um equilíbrio entre a análise fragmentada e a síntese simplificadora (Jantsch & Bianchetti, 2002). Ela tem a ver com a procura de um equilíbrio entre as visões marcadas pela lógica racional, instrumental e subjetiva (Lenoir & Hasni, 2004). Por último, ela tem a ver não apenas com um trabalho de equipe, mas também individual (Klein, 1990).

A busca pelo conhecimento não pode excluir a priori nenhum enfoque (Leis, 2001). O que interessa é o avanço do conhecimento através de suas diferentes manifestações. Assim como a filosofia não pode excluir a ciência, nem vice-versa, também não se pode excluir qualquer abordagem do trabalho científico interdisciplinar. (LEIS, 2005, p. 9)

Assim, como a abordagem interdisciplinar pressupõe o cruzamento de atividades com lógicas diferentes, a prática do diálogo entre várias áreas de conhecimento oferece melhores condições para que problemas complexos possam ser resolvidos.

Nas atuais discussões sobre educação, ressalta-se a importância em promover um ensino integrado para que os estudantes possam desenvolver as habilidades de investigar, compreender, comunicar e ser

capazes de relacionar o que aprendem de acordo com seu contexto social e cultural.

[...] a interdisciplinaridade pressupõe o desenvolvimento de metodologias interativas, configurando a abrangência de enfoques e contemplando uma nova articulação das conexões entre as ciências naturais, sociais e exatas. (JACOBI, 2005, p. 246)

A prática interdisciplinar fornece subsídios para uma compreensão mais profunda e consciente dos conceitos e dos processos por parte dos estudantes, assim como para uma ampliação do trabalho docente em direção à transdisciplinaridade.

Entendemos também que a interdisciplinaridade pode aproximar os professores de diferentes componentes curriculares. Com essa aproximação, a cultura de professores e estudantes amplia-se, ao mesmo tempo que cada um pode compreender melhor o ponto de vista do outro. Nesse sentido, um aspecto a ser destacado na Coleção é que, mesmo sendo as Ciências da Natureza o enfoque principal, os temas que compõem as Unidades favorecem a integração dos assuntos abordados com os diferentes componentes curriculares. Por isso, há momentos, ao longo das Unidades, em que são sugeridas abordagens conjuntas com professores de outros componentes curriculares, para que se possa, assim, orientar o trabalho com seu planejamento de forma a promover trocas com colegas de outras áreas.

Nesta Coleção, busca-se apresentar um conjunto de conhecimentos com possibilidades de trabalho interdisciplinar, tendo como fundamento o desenvolvimento de conceitos científicos com base em temas e situações relacionados ao cotidiano dos estudantes. Os temas se inter-relacionam e buscam auxiliar na contextualização dos conceitos e dos saberes das Ciências da Natureza no Ensino Fundamental, destacando-se a Biologia, a Física, a Química, a Astronomia e a Geologia.

Se concebermos as disciplinas escolares como instrumentos decorrentes do conhecimento elaborado, através dos quais se pretende desenvolver a capacidade de pensar, compreender e manejar adequadamente o mundo que nos rodeia, elas não podem se converter em finalidades em si mesmas, descontextualizadas do mundo real. Devem sim exprimir a problemática cotidiana, de forma a se constituírem em instrumentos significativos para os alunos. (SANTOS, 2006, p. 26)

Cientes de que o caráter interdisciplinar se afirma à medida que procuramos favorecer uma compreensão ampla de conceitos que possibilitem reavaliar e aprimorar os saberes do senso comum, a Coleção busca explicar os fenômenos naturais de acordo com os princípios norteadores do saber científico.

ESTÍMULO AO USO DE RECURSOS TECNOLÓGICOS NOS PROCESSOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM

A presença das tecnologias digitais na sociedade contemporânea cria novas possibilidades de expressão e comunicação. Atualmente, as tecnologias midiáticas fazem parte do cotidiano de cada vez mais pessoas, possibilitando a inclusão de diversas formas de comunicação, como a criação e o uso de imagens, de sons, de animações e a combinação dessas modalidades.

Para aprender a se comunicar de forma dinâmica e efetiva em meio a essa diversidade de modalidades de comunicação, é necessário o desenvolvimento de diferentes habilidades. Surgem, então, áreas de estudo especializadas nesse tipo de letramento.

Os multiletramentos, conceito cunhado pelo Grupo de Nova Londres (GNL ou NLG) em seu manifesto de 1996, é uma perspectiva de letramento que considera a multiplicidade de linguagens (visual, verbal, sonora, espacial...) e a de culturas. Em 1996, os autores fazem referência aos modos linguístico, sonoro, visual, gestual e espacial, considerando-os em relação aos *designs*. Em 2009, Cope e Kalantzis vão listar o escrito, oral, visual, sonoro, tátil, gestual, emocional e espacial, em termos de representações, sendo a sinestesia tangencialmente inserida no âmbito das multimodalidades. Já em 2012, os mesmos autores consideram a mesma relação (sem mencionar o emocional) em termos de significados (*meanings*), sendo sinestesia diretamente inserida no âmbito das multimodalidades.

No mundo contemporâneo, os cidadãos circulam por diferentes espaços entre esferas públicas e privadas, profissionais e pessoais. Essa circulação demanda variadas maneiras de interagir, o que impõe uma flexibilidade cultural e de linguagem. Os multiletramentos seriam letramentos para essa sociedade contemporânea, preparando os alunos para transitarem por entre os diversos espaços e situações do mundo globalizado. O multiculturalismo reconhece que a interação social varia culturalmente. As realidades locais e suas interferências por conta da globalização e fluxos de informação se traduzem em uma multiplicidade de espaços sociais, nos quais diferentes identidades e realidades circulam. [...] (RIBEIRO; BARBOSA, [20--?])

O ensino de Ciências da Natureza tem importante contribuição na formação dos estudantes não somente pela apropriação dos saberes e dos conceitos próprios dessa área do conhecimento, mas também pela possibilidade de compreender o desenvolvimento tecnológico e suas implicações sociais, políticas e econômicas. Nesse sentido, ampliar a discussão sobre as novas habilidades que vêm se constituindo por meio de um conjunto de suportes interativos, que denominamos mídia didática, permite que os estudantes se apropriem das capacidades de comunicação, do sistema de escrita e do conteúdo trabalhado por meio dessas tecnologias.

De acordo com Rojo e Moura (2012), ler e escrever deixa de ser o fim para ser o meio de produzir saberes com possibilidades de compartilhá-los em uma relação dialógica. Assim, o domínio das linguagens, por meio de diferentes recursos tecnológicos, representa um elemento primordial para a conquista da autonomia. Esse domínio permite a comunicação de ideias e o diálogo necessário para uma permanente negociação dos significados de uma aprendizagem contínua e significativa.

Ciente da importância da utilização de múltiplos recursos pedagógicos para propiciar aos estudantes a construção de conhecimentos e o desenvolvimento de habilidades de forma eficiente e alinhada ao enfoque do letramento científico e digital esta Coleção inclui o quadro **Entrando na rede** e a seção **Fique por dentro**, que apresentam sugestões de *sites*, vídeos, animações, infográficos e visitas direcionadas aos estudantes. A utilização dos recursos sugeridos estimula os estudantes a se responsabilizarem pelo seu processo de aprendizagem, colocando-os como protagonistas. Também aumenta a chance de sucesso de estudantes de diferentes perfis

visto que ofertamos possibilidades de aprendizagem e vivências em outros ambientes e formatos. Ao valorizar a pesquisa e a consulta a outras fontes de informação, a Coleção também considera a necessidade de desenvolver nos estudantes habilidades de curadoria de informação, necessárias para prepará-los para as etapas seguintes de sua educação e, posteriormente, para o mundo do trabalho.

A utilização desses recursos complementares que envolvem os meios digitais propostos na Coleção, a nosso ver, pode gerar contribuições significativas ao trabalho do professor também, pois estimula a criatividade e a extrapolação dos limites da sala de aula como ambiente de aprendizagem, além de auxiliar na escolha das informações relevantes e adequadas que melhor atendam aos objetivos norteadores do planejamento. Nessa perspectiva, o professor poderá engajar os estudantes no processo e traçar estratégias que levem do conhecimento prévio a novas criações.

► As Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação

A sociedade atual é fortemente influenciada pelo uso das tecnologias digitais, intensificada nas últimas décadas do século XX e no decorrer do século XXI.

Essa constante transformação ocasionada pelas tecnologias, bem como sua repercussão na forma como as pessoas se comunicam, impacta diretamente no funcionamento da sociedade e, portanto, no mundo do trabalho. A dinamicidade e a fluidez das relações sociais – seja em nível interpessoal, seja em nível planetário – têm impactos na formação das novas gerações. É preciso garantir aos jovens aprendizagens para atuar em uma sociedade em constante mudança, prepará-los para profissões que ainda não existem, para usar tecnologias que ainda não foram inventadas e para resolver problemas que ainda não conhecemos. Certamente, grande parte das futuras profissões envolverá, direta ou indiretamente, computação e tecnologias digitais. (BRASIL, 2018, p. 473)

Desde a homologação da BNCC, o uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) vem ocupando um lugar de destaque nas discussões de âmbito educacional e tem modificado a forma de ensinar e de aprender. A BNCC apresenta as TDIC como um objeto de conhecimento. Do ponto de vista conceitual, os estudantes devem compreendê-la como um meio de comunicação abrangente que permite o uso de diferentes linguagens. Do ponto de vista procedimental, os estudantes devem saber utilizá-las e criá-las. Finalmente, do ponto de vista atitudinal, eles devem empregá-las e produzi-las de forma crítica e ética, além de refletir sobre o uso que outros fazem dessas ferramentas.

A relevância das TDIC no contexto educacional ficou ainda mais evidente durante a pandemia da covid-19 em 2020, ampliando as possibilidades de ensino e aprendizagem para além do espaço da escola e da interação presencial entre professores e estudantes.

Os estudantes estão, atualmente, imersos em um contexto dinâmico e interativo, diferente daquele no qual se estruturam os moldes tradicionais da educação, anterior ao advento da internet. Portanto, a inclusão das TDIC nos processos de ensino e aprendizagem não se trata apenas de levar recursos digitais para a sala de aula, mas de

questionar e refletir a respeito das práticas educativas que têm como público-alvo indivíduos interligados em uma sociedade em rede.

[...] nos processos de formação dos professores se torna necessário incentivar e compreender que a integração das TDIC em sala de aula contribui para que o estudante se interesse pelos conteúdos abordados, especialmente porque está ligada a uma nova linguagem relacionada ao cotidiano deles. Sendo uma maneira eficaz de aproximar os professores da nova geração aos estudantes (LEITE, 2015).

Quando se fala em educar para a cidadania, é importante lembrar de que nas iniciativas de formação é preciso que seja criadas situações que facilitem e valorizem as verdadeiras formas de aprender, de tomadas de consciência, de construção de valores para uma construção de uma identidade moral e cívica (PERRENOUD, 2000). Por isso, formação é um dos caminhos desenvolvimento educacional de maneira a produzir significados na vida dos educandos (MARCELO; VAILLANT, 2010). (OLIVEIRA; OLIVEIRA; SILVA 2021, p. 3)

É preciso, também, levar em consideração o fato de estarmos vivendo uma época de excesso de utilização das mídias sociais e que vários estudantes estão constantemente envolvidos com essa tecnologia fora da sala de aula ao se dedicar a jogos eletrônicos, navegar na internet ou compartilhar informações em redes sociais. Ao utilizar as TDIC, é importante ter clareza da intencionalidade pedagógica, de modo que possam efetivamente enriquecer e facilitar o processo de aprendizagem.

Eis, então, a demanda que se coloca para a escola: contemplar de forma crítica essas novas práticas de linguagem e produções, não só na perspectiva de atender às muitas demandas sociais que convergem para um uso qualificado e ético das TDIC – necessário para o mundo do trabalho, para estudar, para a vida cotidiana etc. –, mas de também fomentar o debate e outras demandas sociais que cercam essas práticas e usos. É preciso saber reconhecer os discursos de ódio, refletir sobre os limites entre liberdade de expressão e ataque a direitos, aprender a debater ideias, considerando posições e argumentos contrários. (BRASIL, 2018, p. 69)

Em que pese o potencial participativo e colaborativo das TDIC, a abundância de informações e produções requer, ainda, que os estudantes desenvolvam habilidades e critérios de curadoria e de apreciação ética e estética, considerando, por exemplo, a profusão de notícias falsas (*fake news*), de pós-verdades, do *cyberbullying* e de discursos de ódio nas mais variadas instâncias da internet e demais mídias. (BRASIL, 2018, p. 488)

É importante, no planejamento das aulas, fazer o uso adequado e estratégico dessas novas tecnologias, a fim de criar um ambiente de ensino e aprendizagem em que estudantes e professores possam interagir de forma crítica e cooperativa.

Segundo Santos (2007), as vantagens das TDIC no ensino de Ciências são: (i) o ensino de Ciências torna-se mais interessante, autêntico e relevante; (ii) permite destinar mais tempo à observação, discussão e análise; (iii) proporciona possibilidades que envolvem comunicação e colaboração entre os estudantes. (ARAYA; SOUZA FILHO; GIBIN, 2021)

Ao planejar a utilização dos recursos digitais, é importante selecionar aqueles que possibilitem a criação ou a produção de conteúdo, e não a mera reprodução do conhecimento. Há várias ferramentas que podem ser utilizadas para a criação de conteúdo, como a construção de *blogs*, a criação de *podcasts* e vídeos, a

utilização de plataformas *on-line* para a criação de apresentações e infográficos, além daquelas que podem ser utilizadas como fonte de consulta e aplicação de conhecimentos, como *sites*, documentários, animações, aplicativos e simuladores.

Ciente dessas necessidades, a Coleção privilegia o trabalho constante com as TDIC na subseção **Compartilhar**. Nela, algumas sugestões de recursos digitais são feitas, mas outras opções podem ser escolhidas em função da disponibilidade de recursos.

Antes de escolher entre os recursos digitais a serem utilizados em sala de aula para a produção de conteúdos, é importante se perguntar:

- Qual ferramenta é mais apropriada?
- Que mensagem será transmitida?
- Qual é o público-alvo dessa mensagem?

Seja qual for a mídia escolhida (*blog, podcast, vídeo*), a produção do conteúdo deve embasar-se em informações confiáveis, sem deixar de providenciar a autorização de textos, imagens e vídeos, que não sejam de autoria própria, ou colocar a fonte autoral pesquisada. Procure selecionar aplicativos gratuitos que contenham tutoriais disponíveis e sejam de fácil utilização.

► O pensamento computacional

O termo pensamento computacional (PC) já havia sido utilizado pelo professor e matemático estadunidense Seymour Papert (1928–2016), na década de 1980, para descrever a influência do uso dos computadores na construção do aprendizado, especialmente nas etapas da Educação Básica. Entretanto, tornou-se bastante popular após o ano de 2006, com a publicação do artigo *Computational Thinking*, de autoria da professora e cientista da computação estadunidense Jeannette M. Wing, segundo a qual, o PC representa um conjunto de habilidades universais, não apenas destinado aos cientistas da computação, que deve ser incorporado às capacidades analíticas de cada criança, juntamente com a leitura, a escrita e o cálculo. Desde então, diversos educadores têm se dedicado a implementar o trabalho com o PC em sala de aula, como uma ferramenta que possibilita a resolução de problemas com base nos fundamentos da Ciência da Computação (CC).

[...] Pensamento computacional é uma forma para seres humanos resolverem problemas; não é tentar fazer com que seres humanos pensem como computadores. Computadores são tediosos e enfadonhos; humanos são espertos e imaginativos. Nós humanos tornamos a computação empolgante. Equipados com aparelhos computacionais, usamos nossa inteligência para resolver problemas que não ousaríamos sequer tentar antes da era da computação e construir sistemas com funcionalidades limitadas apenas pela nossa imaginação. (WING, 2016, p. 4)

Assim, ao contrário do que se possa imaginar, pensar computacionalmente não significa programar um computador. Isso porque, antes de o programa ser utilizado na resolução de um problema para o qual ele foi criado, são necessárias a análise e a compreensão do problema propriamente dito e a antecipação de possíveis soluções.

No PC, o desenvolvimento de habilidades e competências para solucionar problemas está embasado em quatro pilares interdependentes:

- **Decomposição:** tomar um problema complexo e dividi-lo em uma série de problemas menores e, por isso, mais fáceis de serem resolvidos.

- **Reconhecimento de padrões:** analisar cada um dos problemas menores, buscando aspectos semelhantes que facilitem encontrar uma solução ou ainda considerando como problemas semelhantes foram resolvidos anteriormente.
- **Abstração:** focar apenas nos detalhes importantes, deixando de lado informações irrelevantes.
- **Algoritmos:** propor etapas e/ou regras simples para resolver cada um dos problemas menores.

A *International Society for Technology in Education* e a *Computer Science Teachers Association* (CSTA/ISTE, 2011) definem que os quatro pilares do PC englobam nove habilidades que podem ser trabalhadas em sala de aula:

- **Coleta de dados:** obter dados de diferentes fontes.
- **Análise de dados:** estudar os dados coletados e tirar conclusões a partir deles.
- **Representação de dados:** organizar os dados por meio de texto, tabelas, gráficos etc.
- **Decomposição de problemas:** dividir o problema em tarefas menores.
- **Abstração:** reduzir a complexidade do problema para focar na questão principal.
- **Algoritmos e procedimentos:** descrever uma série organizada de passos para resolver o problema em questão e que também possa ser utilizada para a resolução de problemas semelhantes em outras situações.
- **Automação:** utilizar computadores ou máquinas na realização de tarefas repetitivas.
- **Simulação:** representar ou modelar um processo e a sua execução.
- **Paralelismo:** desenvolver as tarefas simultaneamente visando atingir um objetivo em comum.

Dessa forma, ao trabalhar com os pilares do PC, o foco estará em quando e como utilizar as habilidades e as competências da CC para a resolução dos problemas, e não em usar uma ferramenta tecnológica em si.

Para o componente curricular Ciências, Barr e Stephenson (2011) sugerem que experimentos práticos sejam utilizados como ferramentas para coleta, análise e representação de dados. Também, de forma complementar, quando os estudantes têm a oportunidade de idealizar esses procedimentos experimentais e de os realizar levando em consideração diferentes parâmetros, são trabalhados os conceitos de elaboração de algoritmos e paralelismo, respectivamente. Ainda segundo os autores, realizar a classificação de espécies é uma estratégia possível para o trabalho com a decomposição de problemas; assim como construir um modelo – do sistema solar, por exemplo – permite trabalhar os aspectos da abstração e da simulação. Por fim, a simulação de dados permite trabalhar o conceito de automação.

O pensamento computacional é, portanto, uma estratégia para avaliar problemas e modelar suas soluções de forma eficiente e, assim, encontrar soluções genéricas para classes inteiras de problemas. Ele pode e deve ser vivenciado de forma integrada às Ciências da Natureza.



Nesta Coleção há, na seção **Oficinas**, propostas destinadas ao trabalho com o PC, que apresentam um problema a ser resolvido, de forma a retomar os objetos de conhecimento abordados em determinadas Unidades e favorecer o desenvolvimento da **competência específica 6** de Matemática para o Ensino Fundamental, proposta pela BNCC:

6. Enfrentar situações-problema em múltiplos contextos, incluindo-se situações imaginadas, não diretamente relacionadas com o aspecto prático-utilitário, expressar suas respostas e sintetizar conclusões, utilizando diferentes registros e linguagens (gráficos, tabelas, esquemas, além de texto escrito na língua materna e outras linguagens para descrever algoritmos, como fluxogramas, e dados). (BRASIL, 2018, p. 267)

Essas atividades foram idealizadas para ser desenvolvidas de forma cooperativa e, em sua maioria, não exigem necessariamente a utilização de computadores ou outras plataformas digitais, não havendo também a necessidade de um extenso conhecimento de programação por parte dos professores e estudantes. Nesse sentido, o material para o professor traz as orientações necessárias para o desenvolvimento das oficinas, bem como a relação dos objetivos a serem alcançados e dos conceitos do PC a serem trabalhados em cada uma delas.

A LEITURA INFERENCIAL

Fazer uma leitura inferencial significa construir o sentido do texto baseado nas informações dele e nos conhecimentos prévios do leitor. Assim, a leitura inferencial é o resultado de um processo cognitivo por meio do qual são feitas afirmações a respeito de algo desconhecido, tendo como base indícios trazidos pelo texto que ganham significado a partir do raciocínio do leitor.

É, portanto, um processo mental que requer competências:

- **indutivas:** o leitor faz generalizações, analisa padrões e avalia probabilidades para fazer suposições acerca do conteúdo.
- **dedutivas:** o leitor conecta ideias do texto com seu conhecimento prévio para obter conclusões que não estão diretamente expressas no texto.

[...] o leitor utiliza a informação não visual, o conhecimento prévio estocado em sua memória de longo prazo e ativado no momento da leitura para fazer previsões e, principalmente, para inferir – “deduzir certas informações não explícitas no texto, e que são importantes para que ele possa conectar as partes do texto e chegar, enfim, a uma compreensão coerente e global do material lido” (FULGÊNCIO; LIBERATO, 2003: 27). Assim, em uma atividade de leitura, o leitor articula ao texto conhecimentos que ele já possui, estabelecendo relações entre as diversas partes, integrando as informações e dando coerência ao todo. (VARGAS, 2012, p. 130)

Dessa forma, para realizar a leitura inferencial de um texto de forma efetiva, é importante ter em conta os seguintes passos:

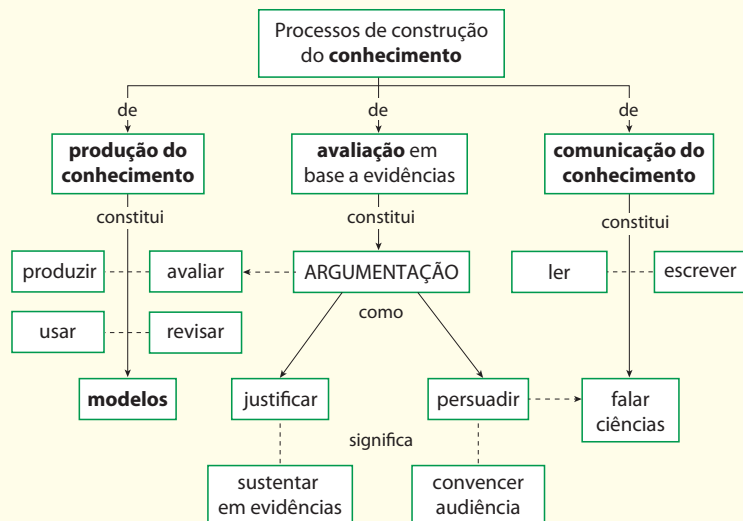
- identificar as ideias principais no texto;
- efetuar suposições em torno das ideias implícitas no texto com base nas ideias principais identificadas;
- reler o texto para confirmar as inferências feitas validando as informações.

Embora a demanda pelo desenvolvimento de habilidades de leitura inferencial só apareça na BNCC explicitamente associada a um dos eixos estruturantes da área de Linguagens, entendemos que podemos associá-la também à competência geral 2 – **Pensamento científico, crítico e criativo** – e à competência geral 4 – **Comunicação**. Nesta Coleção, a leitura inferencial é solicitada aos estudantes em diversos momentos, em especial, no trabalho com a seção **Compreender um texto**. As abordagens propostas envolvem gêneros textuais diversos como textos de divulgação científica, literários, charges e tirinhas.

A ARGUMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

A inclusão de estratégias de ensino que promovem situações argumentativas em sala de aula vem sendo defendida por educadores e pesquisadores como um meio de apresentar aos estudantes as práticas científicas e o modo como os conhecimentos são construídos e estabelecidos pela comunidade científica. De acordo com Sasseron (2015), “a linguagem científica é, por natureza, uma linguagem argumentativa” e sua incorporação no contexto de sala de aula teria grande potencial na promoção da alfabetização científica. Ao se envolver na elaboração de argumentos, os estudantes não só aprenderiam a falar e a escrever na linguagem da Ciência, mas desenvolveriam outras habilidades, como a de raciocínio lógico e a de comunicação. Percebe-se, portanto, que o ensino de argumentação no componente curricular Ciências alinha-se à BNCC.

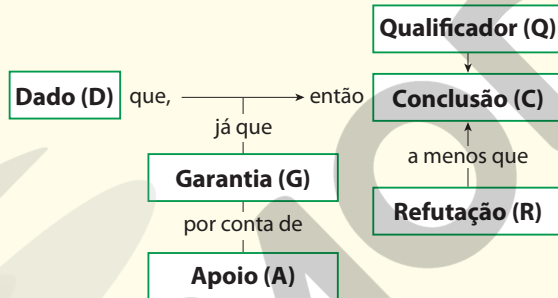
A argumentação enquadrada nos processos de construção de conhecimento



Fonte: (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2011 *apud* JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; BROCCOS, P., 2015, p. 142).

O livro *The Uses of Argument*, de Stephen Edelston Toulmin (1922-2009), publicado em 1958, apresentou um modelo que descreve os elementos constitutivos de um argumento representando as relações funcionais entre eles. Esse modelo, conhecido como *Toulmin Argument Pattern* (TAP) – padrão de argumento de Toulmin, é amplamente utilizado em pesquisas acadêmicas na área de Educação.

Esquema do modelo de argumentação de Toulmin



Fonte: (DEL-CORSO, 2020).

[...] Os principais componentes identificados por Toulmin são:

- **Dados (D):** são os fatos ou evidências, empíricos ou não, que sustentam a conclusão. São os fatos específicos invocados para apoiar uma determinada conclusão. Sem os dados não há argumento, seria apenas uma afirmação.
- **Conclusão (C):** esta é a alegação cujos méritos devem ser estabelecidos e que se está tentando defender. É a afirmação apresentada publicamente para aceitação geral.
- **Garantia (G):** são as razões (regras, princípios etc.) propostas para justificar as conexões entre os dados e a alegação de conhecimento, ou conclusão. São quem legitima a passagem dos dados para a conclusão.
- **Apoio (A):** são o conhecimento teórico básico, que apoia, propicia confiabilidade, para a garantia. Leis, conceitos, teorias são a base desse componente.

Além disso, Toulmin identificou dois outros elementos que podem ser encontrados em Argumentos mais complexos:

- **Qualificador (Q):** tem a função de modular a força que a garantia tem na passagem do dado para a conclusão. Representa limitações na conclusão.
- **Refutação (R):** especifica as condições em que a conclusão não será verdadeira. São as exceções. (DEL-CORSO, 2020, p. 77-78)

Nesta Coleção há, em todas as Unidades, atividades que exploram a argumentação considerando o TAP. Para o 6º ano, por exemplo, foi proposta uma versão simplificada contendo somente 3 componentes: **Dados**, **Justificativa** e **Conclusão**. A justificativa, nesse caso, corresponde à união dos componentes **Garantia** e **Apoio**. A cada ano escolar, foi acrescentado um componente no modelo de argumentação, descritos a seguir, de forma resumida.

- **6º ano:** Dados, Justificativa e Conclusão.
- **7º ano:** Dados, Justificativa, Qualificador e Conclusão.
- **8º ano:** Dados, Apoio, Garantia, Qualificador e Conclusão.
- **9º ano:** Dados, Apoio, Garantia, Qualificador, Refutação e Conclusão.

AVALIAÇÃO

Em seu livro *Portfólio, avaliação e trabalho pedagógico*, a educadora Benigna Maria de Freitas Villas Boas (2004) afirma que:

Não se avalia para atribuir nota, conceito ou menção. Avalia-se para promover a aprendizagem do estudante. Enquanto o trabalho se desenvolve, a avaliação também é feita. Aprendizagem e avaliação andam de mãos dadas — a avaliação sempre ajudando a aprendizagem. (VILLAS BOAS, 2004, p. 29)

Desse ponto de vista, a avaliação deve dar prioridade ao ensino (avaliação das aulas) e à aprendizagem (avaliação do estudante), promovendo novos caminhos com a abertura para diferentes maneiras de ensinar e aprender. Valoriza-se, portanto, a formação de grupos de aprendizagem, de acordo com os objetivos da aula. Mesmo com um instrumento de avaliação individual, as habilidades sociais, interativas e corporais permeiam todas as aulas.

Tal concepção se refere à **avaliação formativa**, que, segundo Hadji (2001), pode ser considerada uma avaliação informativa que favorece o desenvolvimento do aprendiz, guiando e otimizando as aprendizagens em andamento.

A avaliação formativa foca o processo de aprendizagem e promove a coleta de dados para reorientar o ensino. Desse processo, tanto estudantes quanto professores participam.

[...] Por definição, uma avaliação é considerada formativa quando seus resultados, forçosamente, são fruto de atividades avaliativas mais frequentes e enquanto o programa esteja em andamento e são destinados a (re)orientar a ação do formador, prioritariamente, mas não exclusivamente [...]. (ALAVARSE, 2013, p. 147)

Esse tipo de avaliação visa incentivar os estudantes a assumirem responsabilidades consigo mesmos e com suas produções, a fim de analisar, refletir e perceber seu percurso no desenvolvimento de habilidades, competências e talentos.

A avaliação praticada em intervalos breves e regulares serve de *feedback* constante do trabalho do professor, ressaltando a importância de sua função diagnóstica. Desse modo, pode-se refletir sobre os procedimentos e as estratégias docentes, reformulando-os se necessário, sempre tendo em vista o sucesso efetivo do estudante.

Na Coleção, o quadro **De olho no tema** pode servir a esse propósito. Ele contém atividades exploratórias que podem orientar as decisões do professor em relação ao seu planejamento diário ou

semanal ao longo do estudo dos Temas. Pelos retornos, o professor consegue avaliar o quanto pode avançar ou deve retornar nas explicações dos conceitos abordados no Tema. Também as questões presentes na seção **Atividades** podem ser utilizadas como propostas de avaliação formativa.

► Instrumentos avaliativos e de acompanhamento da aprendizagem

Os instrumentos de avaliação são recursos metodológicos capazes de fornecer dados sobre determinada realidade de aprendizagem. E, para que os dados coletados descrevam a realidade, é preciso que os instrumentos de avaliação utilizados pelo professor sejam diversificados e elaborados de acordo com o que se deseja avaliar.

Para exemplificar, destacamos alguns instrumentos de avaliação que podem ser utilizados em diferentes momentos:

- **Portfólios:** registros do processo de construção do conhecimento com base em evidências e com o uso de diferentes linguagens.
- **Retrospectiva:** retomada do que foi visto, ensinado e aprendido (conceitos, habilidades e competências).
- **Avaliações:** dissertativas, com questões abertas, exploratórias ou objetivas, e questões de múltipla escolha.
- **Seminário:** atividade de apresentação oral do tema estudado, individual ou em grupo, utilizando a fala e materiais de apoio próprios e possibilitando a transmissão verbal das informações pesquisadas de forma eficaz.
- **Trabalho em grupo:** trabalho coletivo proposto e orientado pelo professor.
- **Pesquisa:** busca de informações específicas sobre determinado assunto em diversos meios de comunicação ou mídia.
- **Debate:** atividade planejada que permite a exposição oral de diferentes pontos de vista sobre determinado assunto.
- **Relatório:** texto produzido pelo estudante após atividades práticas. Permite obter indícios do que ele compreendeu dos conteúdos conceituais e procedimentais trabalhados.

Para ampliar o processo e as possibilidades de instrumentos de avaliação, sugerimos também alguns instrumentos de planejamento, registro e acompanhamento da aprendizagem:

- **Planos de trabalho:** semanais ou mensais.
- **Registros reflexivos sobre as aulas:** anotações sobre o que foi planejado e o que ocorreu, contendo ainda reflexões, dúvidas, ideias etc.
- **Relatórios individuais dos estudantes:** descrições e reflexões sobre as habilidades adquiridas ou a serem desenvolvidas, além da ampliação do conhecimento e das formas comportamentais e de relacionamento em grupo e com as regras institucionais.
- **Relatórios de trabalho desenvolvido em grupo:** exposição das escolhas, das opções, dos caminhos, dos projetos, do que foi feito, do que deu certo, das falhas, dos motivos dessas falhas etc.

- **Boletins:** transferência do que foi percebido e descrito na forma de narrativa para notas ou conceitos.
- **Registros coletivos em forma de livros:** anotações de reflexões, dúvidas, hipóteses, descobertas, pesquisas feitas pelo grupo.
- **Mostras e apresentações:** exposição para a comunidade intra e extraescolar do que está sendo aprendido, com o uso de diferentes suportes e linguagens.
- **Retrospectivas:** socialização do que está sendo aprendido, explicitando as relações entre os assuntos e a conexão com outras disciplinas.
- **Reuniões-entrevistas entre professor e estudante:** troca de impressões sobre o aprendizado e verificação da necessidade de ajuda e adequação do conteúdo.
- **Reuniões-entrevistas entre professor, estudante e pais ou responsáveis:** troca de impressões, verificação da necessidade de ajuda, adequação e partilha da vida escolar com a família.
- **Reuniões-entrevistas entre professor e pais ou responsáveis:** troca de conhecimentos, esclarecimento de dúvidas, apresentação de críticas positivas e negativas, bem como de sugestões e comentários.
- **Reuniões-entrevistas entre professor e coordenadores:** promoção do diálogo destinado a auxiliar na reflexão com base em visões e escutas distanciadas, a fim de enriquecer tanto o trabalho pedagógico como as relações pessoais e de grupo.

Outras possibilidades de escolha metodológica, como a do trabalho por projetos, permitem que os instrumentos de avaliação sejam utilizados com caráter processual e conjuguem diferentes formas de obter evidências da construção do conhecimento e do desenvolvimento de habilidades. Uma preocupação maior com o desenvolvimento de habilidades e competências leva a buscar formas que ajudem a perceber os progressos nas múltiplas relações com o conhecimento científico, presentes em contextos mais amplos, atribuindo sentido aos saberes adquiridos.

▶ Autoavaliação

A autoavaliação é um componente importante da avaliação formativa e deve ocorrer durante todo o processo de ensino e aprendizagem, pois nela o próprio estudante analisa continuamente as atividades desenvolvidas, registra suas percepções e identifica futuras ações que possibilitarão seu avanço na aprendizagem. Nesse tipo de avaliação, o estudante assume gradativamente a responsabilidade pela própria aprendizagem e exercita a capacidade de analisar o que aprendeu.

No livro *Indagações sobre currículo: currículo e avaliação*, a educadora Cláudia de Oliveira Fernandes (2007) esclarece que:

[...] é importante que o professor propicie uma prática constante de autoavaliação para os estudantes, que se torne uma rotina, incorporada ao planejamento, com instrumentos elaborados para esse fim e, especialmente, que os resultados obtidos da autoavaliação sejam utilizados, seja em conversas individuais, tarefas orientadas ou exer-

cícios de grupo. O processo de avaliação, seja ou não autoavaliação, não se encerra com a aplicação de um instrumento e com a análise dos resultados obtidos. Avaliar implica [...] tomar decisões para o futuro, a partir desses resultados. (FERNANDES, 2007, p. 35)

Nas avaliações formativas, é importante que todos os estudantes recebam um retorno criterioso a respeito de seu desempenho, com base em critérios previamente acordados e independentemente do conjunto de materiais usados para isso (provas, trabalhos em grupo, exposições, apresentação de documentos de registro etc.).

A autoavaliação, que deve ser proposta preferencialmente após as tarefas e ao final do estudo de cada Unidade, pode incluir questões como:

- Como você se sente em relação a seus estudos de Ciências? Por quê?
- Qual foi o assunto que você teve mais dificuldade em aprender?
- Em que você gostaria de ser auxiliado?
- Qual foi o assunto mais interessante para você e o que aprendeu com ele?
- Há algum assunto do seu interesse que não tenha sido discutido?

A autoavaliação não precisa ficar restrita aos conteúdos conceituais; ela também pode, por exemplo, analisar conteúdos atitudinais conforme proposto nesta Coleção em **Como eu me saí?**

O professor deve se sentir à vontade para recorrer a outros instrumentos de autoavaliação periodicamente, propondo, por exemplo, conversas reflexivas que sintetizem unidades de aprendizado, seguidas de um registro individual ou em grupo.

Além de permitir ao estudante uma reflexão sobre o próprio processo de aprendizagem, a autoavaliação serve de indicador e alerta para auxiliar o professor em sua atuação na sala de aula.

▶ Avaliação aliada à pesquisa

Ao longo do trabalho docente, surgem inúmeras oportunidades de observação, análise e reflexão sobre os processos de ensino e aprendizagem. O professor reflexivo pode perceber nesses momentos a possibilidade de levantar hipóteses que poderão traçar rumos para tomadas de decisão e redirecionamento da prática pedagógica.

Tendo em mãos a análise das evidências de aprendizagem dos estudantes, obtidas pelos diferentes instrumentos de avaliação, o professor poderá elaborar perfis, percebendo quais aspectos devem ser reforçados, quais conteúdos e habilidades devem ser privilegiados e quais assuntos podem ser ampliados ou aprofundados. É fundamental considerar os aspectos atitudinais durante o processo de elaboração dos perfis. Desse modo, pode-se refletir sobre eles e conscientizar os estudantes sobre a importância da expressão oral, da cooperação, do respeito pela opinião do outro, da organização do trabalho, do esforço e da dedicação. Ao final de cada Unidade, sugerimos a proposição de uma discussão encaminhada por perguntas como:

- Que atividades foram problemáticas?



- Quais são os problemas mais comuns? (Pode-se tabulá-los, classificando-os, por exemplo, em problemas de espaço ou local inadequado, tempo insuficiente, falta de compreensão do procedimento ou do objetivo, dificuldades com o trabalho em grupo, carência de materiais, entre outros.)
- O que deve ser alterado? O que deve continuar?

► Avaliações de larga escala

As Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica (BRASIL, 2010) sinalizam que a avaliação envolve três dimensões: a **avaliação de aprendizagem**, aplicada pelo professor e articulada com princípios e valores definidos nessas diretrizes; a **avaliação institucional**, interna e externa (a interna está relacionada à autoavaliação das escolas com base em seu Projeto Político-Pedagógico (PPP) e a externa é realizada por órgãos superiores dos sistemas educacionais); e a **avaliação de redes de Educação Básica**, que é realizada por órgãos externos à escola, utilizando, entre outros aspectos, as informações da avaliação institucional interna. Essas diretrizes estabelecem ainda que a discussão da avaliação deve estar presente na elaboração do PPP das escolas.

A avaliação da aprendizagem tem como objetivo a obtenção de evidências sobre o rendimento escolar dos estudantes e deve constituir-se em um processo contínuo e cumulativo, “com prevalência dos aspectos qualitativos sobre os quantitativos e dos resultados ao longo do período sobre os de eventuais provas finais” (BRASIL, 1996).

O **Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (Saeb)** é um conjunto de avaliações externas de larga escala, com periodicidade bienal, que possibilita um diagnóstico da Educação Básica brasileira e de fatores que podem interferir no desempenho do estudante.

[...] Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica que, nos termos do Plano Nacional da Educação (BRASIL, 2014a), em seu art. 11, deve ser coordenado pela União em colaboração com os demais entes federativos e produzir:

I. indicadores de rendimento escolar, referentes ao desempenho dos(as) estudantes apurados em exames nacionais de avaliação, com participação de pelo menos 80% (oitenta por cento) dos(as) alunos(as) de cada ano escolar periodicamente avaliado em cada escola, e aos dados pertinentes apurados pelo censo escolar da educação básica; e

II. indicadores de avaliação institucional, relativos a características como o perfil do alunado e do corpo dos(as) profissionais da educação, as relações entre dimensão do corpo docente, do corpo técnico e do corpo discente, a infraestrutura das escolas, os recursos pedagógicos disponíveis e os processos da gestão, entre outras relevantes. (BRASIL, 2018, p. 8)

O Saeb, que tem como objetivo avaliar a qualidade do ensino oferecido pelo sistema educacional brasileiro, é composto de testes cognitivos que têm como base as matrizes de avaliação e de questionários socioeconômicos desenvolvidos pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep/MEC). Os testes cognitivos aplicados aos estudantes de 2º, 5º e 9º anos do Ensino Fundamental e do 3º ano do Ensino Médio são compostos de questões (itens) de Língua Portuguesa, com foco em leitura, de Matemática, com foco na resolução de problemas, e, nas últimas aplicações, de Ciências Humanas e da Natureza, especificamente para o 9º ano.

Com base nas informações do Saeb, o MEC e as secretarias estaduais e municipais de Educação definem ações voltadas à melhoria da qualidade da educação no país, buscando a redução das desigualdades existentes.

Além do Saeb, os estudantes brasileiros participam do **Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa)** – do inglês, *Programme for International Student Assessment* –, que é um estudo comparativo internacional, realizado a cada três anos pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), que vem sendo aplicado desde 2000 para estudantes de 15 anos. As provas abrangem leitura, Matemática e Ciências, e o objetivo do Pisa é produzir indicadores que contribuam para a discussão da qualidade da educação nos países participantes, auxiliando na elaboração de políticas públicas de melhoria da Educação Básica.

Para contribuir para a preparação dos estudantes a esses exames de larga escala, disponibilizamos, no final da **Parte Geral do Manual do Professor**, sugestões de itens que englobam conceitos e habilidades relacionados às Unidades trabalhadas em cada volume desta Coleção. Elas podem ser utilizadas no momento que o professor achar adequado.

ORGANIZAÇÃO DA COLEÇÃO

CRITÉRIOS GERAIS

Ausubel (1976), em seu livro *Psicologia educativa*, assegura que:

[...] “se tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um só princípio, diria que o fator isolado mais importante, influenciando a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Determine isso, e ensine-o de acordo”. (AUSUBEL, 1976 *apud* SCHNETZLER, 1992, p. 17)

Por esse motivo, na **Abertura** das Unidades empregamos algumas técnicas de ativação e exploração dos conhecimentos prévios, propondo a observação de imagens e a leitura de pequenos textos, acompanhados de perguntas exploratórias. Esse momento foi concebido para auxiliar o professor a fazer um diagnóstico das concepções iniciais da turma, coletando assim informações importantes para o seu planejamento de aulas.

Nesse processo, é importante que o professor defina quais questões são problemas para si próprio na aprendizagem das Ciências e quais terão sentido para os estudantes, adequando-as às possibilidades cognitivas deles.

A Coleção busca estabelecer referências que agreguem coerência e sentido aos fatos estudados. Uma das maneiras de facilitar o aprendizado dos estudantes é ajudá-los a perceber claramente a natureza e o papel dos conceitos. Ensinar Ciências pontuando os conteúdos com viés histórico e social, a nosso ver, embasa e facilita o aprendizado dos estudantes em relação à construção de um conceito científico, além de instigá-los a aprofundar os estudos dos temas.

Esse preceito é facilitado de duas formas: a organização do conhecimento, com adequação da estrutura ao conteúdo e explicitação das relações entre os conceitos; e a organização da informação, recorrendo a técnicas específicas, como as exploradas na abertura das Unidades, no sistema de títulos ou no pequeno texto destacado na abertura dos Temas, que traz a ideia essencial a ser desenvolvida. Esses recursos funcionam como organizadores gráficos, explicitando uma estrutura que facilita a conexão entre os conceitos e as ideias apresentados.

▶ Atividades

Ao elaborar as atividades desta Coleção, procuramos atender aos seguintes aspectos formais: foco, clareza, grau de complexidade e exequibilidade.

O **foco** da atividade conduz ao resultado da aprendizagem que se busca. Desse modo, é possível verificar conhecimentos, aplicar conceitos ou procedimentos, formular argumentos e explorar novas ideias.

A **clareza** na redação do comando da atividade permite que os estudantes compreendam o que se espera deles e que o professor perceba a finalidade pedagógica visada.

A organização das atividades em razão do **grau de complexidade** permite aos estudantes enfrentar com sucesso os desafios de aprendizagem propostos.

A **exequibilidade** das atividades pauta-se em duas premissas: a possibilidade de realizá-las nas condições escolares e a indicação da informação necessária para que os estudantes possam fazê-las. Em relação a esse quesito, cabe ao professor adequar o que for necessário à realidade de sua sala de aula.

Três tipos de atividade destacam-se nesta Coleção: as que focalizam a organização e a sistematização do conhecimento, as de aplicação de conceitos e procedimentos e as que estimulam

a reflexão, a crítica e o protagonismo. Assim, a Coleção oferece subsídios para o professor abordar e avaliar tanto a dimensão conceitual quanto a procedimental e a atitudinal, favorecendo o desenvolvimento de várias habilidades e competências da BNCC.

Ao realizar as atividades centradas na organização do conhecimento, os estudantes têm a possibilidade de relembrar o conteúdo tratado e de ter acesso a esse conhecimento sempre que necessário. A intenção é levá-los a conhecer e apreender o que é essencial no conjunto de informações. Esse tipo de atividade é encontrado na seção **Atividades**, em **Organizar**, e no quadro **De olho no tema**.

As atividades agrupadas em **Analisar e Compartilhar**, da seção **Atividades**, propõem a aplicação de conceitos muitas vezes em situações relativamente novas, levando os estudantes a utilizar diferentes técnicas de exposição, como a argumentação e o registro oral e/ou escrito muitas vezes envolvendo as TDIC. As seções **Vamos fazer**, **Explore**, **Compreender um texto**, **Atitudes para a vida** e **Oficinas** também trazem atividades desse tipo.

As seções voltadas para o trabalho com práticas de investigação científica (**Vamos fazer**, **Explore** e **Oficinas**) contêm modalidades diferenciadas de atividades, muitas delas organizadas para o trabalho em grupo. Entre essas modalidades, podemos citar:

- proposição de hipóteses;
- uso de instrumentos de observação e medida;
- identificação de padrões;
- simulação e modelagem;
- coleta e registro de dados referentes a seres vivos ou a materiais.

A proposta da Coleção é preparar os estudantes para que, ao se deparar com um problema, se sintam mobilizados a buscar soluções para as quais terão de coletar novas informações, retomar modelos e verificar o limite destes.

As atividades relacionadas à capacidade de opinar de forma embasada e respeitosa, de desenvolver o pensamento crítico e reflexivo e que estimulam a adoção de atitudes e a tomada de decisões estão presentes especialmente nas seções **Pensar Ciência**, **Compreender um texto** e **Atitudes para a vida**.

Para o desenvolvimento das atividades da seção **Oficinas** é sugerido o momento oportuno, indicando a Unidade e o tema a qual estão relacionadas. Porém, os momentos didático-pedagógicos para esse trabalho são variados. Ao planejá-lo, é preciso ter em mente a realidade da escola, levando em conta, entre outros fatores, os objetivos escolares expressos no PPP, as condições do espaço físico e os elementos que o grupo de estudantes vai trabalhar. O professor deve ter autonomia para definir o melhor momento para realizar essas atividades, bem como sua formatação.

Algumas atividades, em especial as que envolvem o trabalho em ambiente externo à escola (estudos de meio) ou a montagem de modelos, podem ser realizadas em cooperação com a comunidade escolar. Desse modo, pais ou responsáveis pelos estudantes, além de outros representantes da comunidade como agricultores, pescadores, artesãos, profissionais liberais, empresários e comerciantes locais podem ser contatados e convidados a participar das atividades. Outra possibilidade é a realização de uma feira de ciências presencial e/ou virtual, na qual é possível apresentar e divulgar os resultados dessas atividades à comunidade escolar.

A avaliação de tais trabalhos deve ser planejada preferencialmente com o envolvimento da turma, para a elaboração de normas e parâmetros referentes à preparação, à execução, ao registro e à apresentação dos resultados.

ESTRUTURA GERAL DAS UNIDADES DOS LIVROS DO ESTUDANTE

O conjunto de oito Unidades que compõem cada volume da Coleção propõe o trabalho com os objetos de conhecimento definidos pela BNCC para o respectivo ano escolar. Os textos e as seções, por sua vez, apresentam propostas que abrangem objetivos conceituais, procedimentais e atitudinais. Desse modo, a Coleção oportuniza o desenvolvimento das habilidades e das competências previstas no documento.

Veja, a seguir, as características específicas de cada seção e quadro.

- **Abertura da Unidade:** cada Unidade inicia-se em uma dupla de páginas com uma composição de imagens, que podem incluir fotos, ilustrações e infográficos, acompanhada de um breve texto que, juntos, se articulam com o que será abordado. O exercício de leitura de imagem que se propõe tem importante papel motivador, estimulando os estudantes e aproximando-os do assunto que será estudado. Os estudantes são também convidados a responder a perguntas do quadro **Começando a Unidade**, que estabelecem relações entre as imagens e o texto introdutório e o conhecimento prévio deles. A observação atenta das imagens propicia o desenvolvimento de uma habilidade fundamental do processo investigativo: observar um objeto de estudo, identificar seus detalhes e obter informações com base no que está sendo observado. O quadro **Por que estudar esta Unidade?** detalha brevemente a relevância dos assuntos tratados pela Unidade, contextualizando-os e dando significado ao processo de aprendizagem dos estudantes.
- **Temas:** cada Unidade é subdividida em temas, de modo a organizar e sistematizar os conteúdos, além de melhor contemplar as habilidades previstas na BNCC. Neles, as informações são agrupadas em subtítulos e trazem palavras destacadas para identificar os conceitos principais, o que facilita a leitura e a compreensão do texto pelos estudantes. Há uma preocupação em esclarecer e exemplificar o conteúdo específico por meio de imagens, como fotografias, ilustrações e esquemas, que oferecem informações complementares. Os temas abrigam, além do texto expositivo, alguns quadros e seções (**Saiba mais!**, **Entrando na rede**, **Vamos fazer** e **De olho no tema**).
- **Saiba mais!:** com frequência e posição variáveis, esse quadro traz informações e curiosidades que complementam e contextualizam os assuntos trabalhados, aprofundando seu desenvolvimento.
- **Entrando na rede:** com frequência e posição variáveis, nesse quadro são feitas indicações de recursos disponíveis na internet que trazem informações complementares e novas abordagens sobre os assuntos estudados. Além de enriquecer o repertório do estudante, favorecendo a aprendizagem, estimula-se o uso de recursos digitais, atuando como um fator de motivação para os estudos.
- **De olho no tema:** quadro presente ao final de cada tema contendo uma ou mais atividades centradas na identificação das ideias-chave do tema. Estudantes e professor podem utilizar as respostas, obtidas de forma oral ou escrita, como evidências para o acompanhamento de aprendizagem.
- **Vamos fazer:** com posição variável, essa seção consiste em atividades práticas associadas a algum assunto do tema e que permitem a aplicação de processos e práticas da investigação

científica como proposição de hipóteses, levantamento, análise e representação de dados, elaboração de explicações e modelos, comunicação de resultados e conclusões. Portanto, a seção está alinhada com o que preconiza a BNCC em relação ao letramento científico.

- **Atividades:** consiste em diversas questões disponibilizadas ao final de um grupo de Temas. Em geral, essa seção ocorre duas vezes por Unidade e divide-se em três etapas – organização e sistematização do conhecimento (**Organizar**), aplicação de conhecimento e interpretação de informações (**Analisar**) e produção e divulgação de material (**Compartilhar**), possibilitando aos estudantes ampliar a compreensão dos conteúdos estudados e aplicá-los em outros contextos. Essas atividades podem ser utilizadas tanto na percepção dos próprios estudantes sobre seu aprendizado como para a avaliação de competências e habilidades desenvolvidas.
- **Explore:** colocada após uma das seções de Atividades, ela apresenta propostas de natureza prática, relacionadas ao assunto da Unidade, para que os estudantes busquem respostas e soluções por meio de pesquisa, experimentação ou análise de dados. O objetivo dessa seção é fazer com que os estudantes entrem em contato com o assunto por meio de questões problematizadoras ou exploratórias e interajam coletivamente de maneira mais ativa com ele. Essa interação favorece o desenvolvimento de aspectos dos processos, das práticas e dos procedimentos característicos da investigação científica, em consonância com as competências gerais e competências específicas de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental previstas na BNCC.
- **Pensar Ciência:** com posição variável, essa seção consiste em texto e atividades que visam tratar do pensamento científico, da natureza do conhecimento científico e das características da produção científica e de suas relações com a tecnologia e o entorno sociocultural, promovendo o debate e a reflexão sobre a natureza da Ciência e a função cidadã das descobertas científicas. A seção está em consonância com competências gerais e competências específicas de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental previstas pela BNCC.
- **Atitudes para a vida:** com distribuição regular nos quatro volumes da Coleção, essa seção estimula a reflexão sobre atitudes individuais e coletivas, explorando seus significados em diferentes contextos para que os estudantes estabeleçam relações de respeito e desenvolvam o pensamento crítico e a capacidade de agir com consciência diante de diversas situações. Reflexões relacionadas aos TCTs como a inclusão de pessoas com deficiência, informações sobre direitos dos cidadãos, conhecimentos de diferentes culturas, conservação ambiental e cuidados com a saúde são alguns dos assuntos apresentados nessa seção, promovendo o exercício pleno da cidadania. A seção está alinhada, portanto, com competências gerais e competências específicas de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental previstas na BNCC.
- **Compreender um texto:** com distribuição regular nos quatro volumes da Coleção, essa seção está focada na leitura e na compreensão de textos de diversas fontes, de diferentes gêneros, relacionados ao assunto da Unidade e contextualizados à realidade dos estudantes. Com uma seleção de texto que se alinha aos TCTs, esta seção objetiva o exercício de leitura inferencial e promove o desenvolvimento do letramento, dimensão que compete a todos os componentes curriculares, além de permitir a reflexão sobre as implicações do desenvolvimento científico-tecnológico.
- **Oficinas:** presente ao final de cada volume, essa seção inclui número variável de atividades. Inclui experimentação, estudo do meio, construção de modelos e montagens, pensamento computacional, entre outras propostas práticas. Cada oficina

traz o detalhamento dos objetivos, o material necessário e os procedimentos para a realização da atividade, práticas para testar hipóteses, observar variáveis e averiguar fenômenos. Por promover atividades em grupo e para observação, coleta, interpretação e registro de dados, as oficinas favorecem o desenvolvimento de habilidades da investigação científica e, portanto, estão alinhadas com as competências gerais e as competências específicas da Ciências da Natureza presentes na BNCC.

A BNCC E A SELEÇÃO DE CONTEÚDOS DA COLEÇÃO

Vários foram os aspectos que nortearam a seleção de conteúdos para a Coleção, entre eles a relevância dos assuntos na vida

cotidiana, o atendimento de pré-requisitos para o trabalho com habilidades esperadas para os anos finais do Ensino Fundamental e a abordagem de maneira equilibrada dos diferentes campos da Ciência. Além disso, a seleção e a organização realizadas pela Coleção consideraram as unidades temáticas, os objetos de conhecimento e as habilidades constantes da BNCC para cada ano escolar.

Para o componente curricular Ciências há um esforço no sentido de apresentar ao longo de todos os anos do Ensino Fundamental as mesmas unidades temáticas propostas pela BNCC, com progressivo avanço a cada ano. Assim, é possível contemplar ao longo da Coleção as unidades temáticas: **Matéria e energia; Vida e evolução; Terra e Universo**. O quadro a seguir mostra assuntos abordados em cada Unidade da Coleção, em cada um dos anos.

Unidades	Volumes			
	6º ANO	7º ANO	8º ANO	9º ANO
1	Um ambiente dinâmico	A vida no planeta Terra	A nutrição e o sistema digestório humano	Estudo da matéria
2	O planeta Terra	A classificação dos seres vivos	Sistemas cardiovascular, linfático e imunitário humanos	Estrutura da matéria
3	A água	O reino das plantas	Sistemas respiratório, urinário e endócrino humanos	Transformações químicas
4	A crosta terrestre	O reino dos animais	Reprodução e fases da vida	Grupos de substâncias
5	De olho no céu	Relações ecológicas e ecossistemas brasileiros	Força e movimento	Evolução biológica
6	Os materiais	O ar	Energia	Genética
7	Vida, célula e sistema nervoso humano	Calor e temperatura	Eletricidade e magnetismo	Ondas: som e luz
8	Os sentidos e os movimentos	Máquinas simples e máquinas térmicas	Sol, Terra e Lua	Terra e Universo

A unidade temática **Matéria e energia** contempla o estudo de materiais e suas transformações, fontes e tipos de energia utilizados na vida em geral, na perspectiva de construir conhecimento sobre a natureza da matéria e os diferentes usos da energia. (BRASIL, 2018, p. 325)

A Coleção, no que concerne à unidade temática **Matéria e energia**, espera sensibilizar os estudantes para o impacto causado na vida cotidiana e no mundo do trabalho pelo desenvolvimento de novos materiais e tecnologias. Espera-se que os estudantes utilizem os conhecimentos adquiridos para justificar o uso de determinados materiais e explicar o funcionamento de equipamentos que fazem parte da vida cotidiana.

As discussões propiciadas do ponto de vista científico, histórico, econômico e ambiental são importantes para o exercício da cidadania em uma sociedade tecnológica como a que vivemos atualmente.

No contexto desta unidade temática, o volume do **6º ano** aborda, na Unidade 3, as características da água, a classificação de misturas e seus métodos de separação trazendo a problemática da escassez de água potável e seu uso consciente. Na Unidade 6, inicia-se o estudo das transformações químicas por meio da análise de evidências e sua comparação com as transformações físicas. Também os materiais naturais e sintéticos são distinguidos e suas aplicações são debatidas, associando-se a produção de materiais sintéticos ao desenvolvimento científico-tecnológico.

No volume do **7º ano**, essa unidade temática contempla o estudo da composição do ar e algumas de suas propriedades (Unidade 6), trazendo a problemática da poluição. Alinhada a essa temática, o volume também aborda a propagação do calor e os conceitos de temperatura e sensação térmica (Unidade 7), importantes para a compreensão de diversos fenômenos. O estudo das máquinas simples e térmicas (Unidade 8) também associa-se a essa unidade temática ao analisar a ação de uma força para movimentar um corpo e avaliar o uso de diferentes fontes de energia para seu funcionamento.

Na perspectiva da unidade temática em questão, o volume do **8º ano**, ao aprofundar as aprendizagens sobre força e movimento (Unidade 5), espera aproximar os estudantes de conceitos da Cinemática e da Dinâmica que são pré-requisitos para o estudo sobre energia (Unidade 6). Por meio desse conteúdo, pretende-se que os estudantes identifiquem diferentes tipos de energia utilizados pelos seres humanos e avaliem diversas fontes de geração de energia elétrica, comparando-as e discutindo seus impactos socioambientais. Eletricidade e magnetismo (Unidade 7) são conceitos que dão vez a propostas para construir circuitos elétricos e compreender o funcionamento de equipamentos, classificando-os com base no tipo de transformação de energia, calculando o consumo e propondo ações coletivas para otimizá-lo, segundo critérios de sustentabilidade e hábitos responsáveis.

O volume do **9º ano** reserva espaço ao aprofundamento do estudo da matéria, desta vez criando situações para investigar as mudanças de estado físico com base no modelo de constituição submicroscópica (Unidade 1) e identificar modelos que, ao longo da história, foram construídos para descrever sua estrutura (Unidade 2). Nessa etapa da escolaridade apresentam-se as transformações químicas (Unidade 3), comparando e estabelecendo as quantidades proporcionais de reagentes e produtos, o que é essencial para a retomada e o aprofundamento do estudo das substâncias (Unidade 4), agora apresentando uma forma de classificá-las.

Ainda no campo desta unidade temática, o estudo sobre som e luz (Unidade 7) propõe situações para que os estudantes planejem e executem experimentos sobre a composição das cores e da luz e a influência da iluminação sobre a cor de um objeto. Eles também podem investigar os mecanismos de transmissão e recepção de ondas envolvidos nos sistemas de comunicação utilizados em diferentes contextos históricos. E aprendem a classificar e avaliar o uso de radiações eletromagnéticas em diferentes atividades humanas.

A unidade temática **Vida e evolução** propõe o estudo de questões relacionadas aos seres vivos (incluindo os seres humanos), suas características e necessidades, e a vida como fenômeno natural e social, os elementos essenciais à sua manutenção e à compreensão dos processos evolutivos que geram a diversidade de formas de vida no planeta. Estudam-se características dos ecossistemas destacando-se as interações dos seres vivos com outros seres vivos e com os fatores não vivos do ambiente [...]. Abordam-se, ainda, a importância da preservação da biodiversidade e como ela se distribui nos principais ecossistemas brasileiros. (BRASIL, 2018, p. 326)

No contexto desta unidade temática, o volume do **6º ano** se inicia com o estudo dos ecossistemas (Unidade 1), assunto que, atualmente, assume relevância no debate sobre as relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. O desenvolvimento da consciência socioambiental nos estudantes é fundamental, possibilitando o posicionamento ético em relação aos cuidados com o planeta e a promoção de argumentação baseada em conhecimento científico. Espera-se que a reflexão sobre as interações entre os seres vivos ofereça condições para que os estudantes analisem, compreendam e expliquem fenômenos relativos ao mundo natural, como a dinâmica do ambiente, além de prepará-los para uma discussão mais aprofundada sobre os ecossistemas brasileiros, planejada para o ano seguinte.

A proposta de estudo das células (Unidade 7) permite aos estudantes explicar sua organização básica e o papel que desempenham como unidade estrutural e funcional dos seres vivos. A mesma unidade amplia a escala dos níveis de organização dos organismos por meio de esquemas e textos que permitem concluir que eles são compostos de um arranjo integrado de sistemas. Em seguida, aborda o papel do sistema nervoso na coordenação das ações motoras e sensoriais. A temática tem continuidade com o estudo dos sentidos e dos movimentos (Unidade 8), que permite aos estudantes explicar a importância da visão, selecionar lentes corretivas para diferentes defeitos visuais e deduzir a importância da interação entre os sistemas muscular, ósseo e nervoso para a estrutura, a sustentação e a movimentação dos animais.

Na perspectiva desta unidade temática, o volume do **7º ano** trabalha a classificação dos seres vivos (Unidade 2) convidando os estudantes a interpretar as condições de saúde de populações humanas com base em indicadores e no desenvolvimento de políticas públicas. Eles são chamados a argumentar, por exemplo, sobre a importância da vacinação. Para isso, espera-se que conheçam as características de reinos de seres vivos que têm, entre seus representantes, espécies envolvidas na causa e na transmissão de doenças. As Unidades seguintes (3 e 4) complementam o estudo sobre a diversidade dos seres vivos, abordando os reinos das plantas e dos animais. Finalizando a abordagem dessa unidade temática, as propostas para o estudo dos ecossistemas brasileiros (Unidade 5) têm o objetivo de estimular os estudantes a caracterizá-los quanto a suas características físicas, relacionando-os à fauna e à flora e avaliando as consequências de fenômenos naturais e impactos ambientais sobre as espécies.

O volume do **8º ano**, para trabalhar essa unidade temática, propõe um olhar sobre o funcionamento integrado dos diversos sistemas do corpo humano e estimula a reflexão sobre a saúde e o autocuidado. Com esse objetivo, convida ao estudo da organização do corpo humano e da anatomia e da fisiologia de seus diversos sistemas (Unidades 1 a 3). A reprodução e fases da vida (Unidade 4) são temáticas por meio das quais os estudantes são chamados a comparar processos reprodutivos vegetais e animais para que, então, possam se deter sobre a espécie humana: analisar as transformações que ocorrem na puberdade; comparar o modo de ação e a eficácia dos métodos contraceptivos; identificar sintomas, modos de transmissão, prevenção e tratamento das infecções sexualmente transmissíveis sempre abordando as dimensões biológica, sociocultural, afetiva e ética da sexualidade humana.

No volume do **9º ano**, a unidade temática é contemplada pelos tópicos evolução biológica (Unidade 5) e Genética (Unidade 6).

Ao longo do estudo sobre evolução, os estudantes são convidados a comparar as ideias de Lamarck e Darwin, discutir a atuação da seleção natural sobre a evolução e a diversidade das espécies, bem como justificar a importância das unidades de conservação para sua preservação. O estudo sobre Genética, por sua vez, cria situações para que os estudantes associem os gametas à transmissão das características hereditárias e discutam as ideias de Mendel sobre hereditariedade, considerando-as para resolver problemas.

Na unidade temática **Terra e Universo**, busca-se a compreensão de características da Terra, do Sol, da Lua e de outros corpos celestes – suas dimensões, composição, localizações, movimentos e forças que atuam entre eles. (BRASIL, 2018, p. 328)

Em consonância com essa unidade temática, no volume do **6º ano**, a forma, a estrutura e os movimentos da Terra são objetos de conhecimento aos quais se relacionam as habilidades de identificar as características das camadas que estruturam nosso planeta (Unidades 1, 2, 3 e 4), selecionar argumentos e evidências de sua esfericidade (Unidade 2); identificar os diferentes tipos de rochas e relacionar as rochas sedimentares à formação dos fósseis (Unidade 4); e inferir que as mudanças na sombra de um gnômon evidenciam movimentos relativos entre a Terra e o Sol (Unidade 5).

O volume do **7º ano**, para essa unidade temática, propõe o estudo do movimento das placas tectônicas como modelo para interpretação de alguns fenômenos naturais e a teoria da deriva dos continentes como base para justificar o formato das costas brasileira e africana (Unidade 1). A descrição dos mecanismos do efeito estufa e da proteção exercida pela camada de ozônio, além do impacto das ações humanas sobre ambos (Unidade 6) complementam a abordagem dessa unidade temática.

No volume do **8º ano**, ao propor o sistema Sol, Terra e Lua como objeto de estudo (Unidade 8), amplia-se o contexto para a observação do céu apresentado no 6º ano no contexto desta unidade temática, promovendo-se a construção e a utilização de modelos para justificar as fases da Lua e representar os movimentos de rotação e translação terrestre e a inclinação de seu eixo de rotação.

Complementando a abordagem, o volume do **9º ano**, no campo da Astronomia (Unidade 8), propõe que os estudantes aprendam a descrever a composição do Sistema Solar, sua localização na Via Láctea e a desta no Universo. Também são estabelecidas relações entre a leitura do céu e explicações sobre a origem da Terra, do Sol e do Sistema Solar às necessidades de diferentes culturas. Espera-se que, neste momento, os estudantes possam selecionar argumentos científicos sobre a viabilidade da sobrevivência humana fora da Terra e analisem o ciclo evolutivo do Sol com base no conhecimento da evolução das estrelas, considerando os efeitos desse processo sobre a Terra.

ARTICULAÇÃO DAS COMPETÊNCIAS, HABILIDADES E TCTS NO VOLUME DE 9º ANO

Em cada Unidade, a abordagem teórico-metodológica proposta se articula com os objetivos a serem atingidos e com o prescrito pela BNCC conforme destacado a seguir.

A **Unidade 1** está organizada para dar ao estudante a oportunidade de compreender as diferenças entre a Física e a Química, considerando a descrição de algumas aplicações cotidianas dessas áreas e a observação de fenômenos naturais. Pretende-se que o estudante conheça a definição de matéria, reconheça suas propriedades gerais e específicas, associe propriedades da matéria a seus estados físicos, construa um aparato para estimar a densidade de líquidos e possa comparar materiais de mesma massa ou de mesmo volume e diferentes densidades, além de conhecer as unidades no SI dessas grandezas. Pretende-se, também, que reconheça os efeitos de temperatura e

pressão sobre os estados físicos, analise curvas de aquecimento e resfriamento, compare experimentalmente mudanças de estado físico de diferentes materiais e diferencie as características dos sólidos, líquidos e gases no nível submicroscópico interpretando modelos de partículas, o que favorece o desenvolvimento da habilidade **EF09CI01**. Incentiva-se o estudante a refletir sobre o descarte de medicamentos e os possíveis impactos ambientais e na saúde humana decorrentes do descarte inadequado, contribuindo com a conservação do ambiente por meio de atitudes sustentáveis. O trabalho com os textos e atividades propostas objetivam que o estudante possa entender e argumentar sobre a influência de aspectos políticos e econômicos em decisões sobre a elevação do nível do mar e o aquecimento global, ao mesmo tempo que avalia os impactos das ações humanas sobre o ambiente e reconhece sua responsabilidade sobre a conservação do planeta. Dessa forma, proporciona-se o trabalho com a habilidade **EF09CI13** e com o **TCT Educação Ambiental**. Tem-se como objetivo também que o estudante avalie implicações sociais, políticas e culturais acerca da não valorização da diversidade de gênero entre os cientistas, defendendo pontos de vista, o que propicia o trabalho com o **TCT Educação em Direitos Humanos**. A abordagem propicia o desenvolvimento das **competências específicas 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 8** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental e das **competências gerais 1, 2, 4, 5, 6, 7, 9 e 10** da Educação Básica, previstas pela BNCC. Desse modo, o desenvolvimento dessa Unidade é fundamental para que os estudantes possam compreender o mundo em que vivem, opinar e debater de forma crítica e fundamentada sobre as ações dos seres humanos sobre o ambiente, com base em seus conhecimentos sobre as características da matéria.

Pretende-se com a **Unidade 2** que o estudante reconheça a construção do conhecimento científico como um empreendimento que ocorre ao longo da história com a participação de diferentes pesquisadores e amplie sua percepção sobre a estrutura da matéria ao adquirir noções de escala de tamanhos do nível macroscópico ao submicroscópico, ao compreender o que são teorias e modelos, reconhecendo suas contribuições e limitações, e ao experimentar inferir informações sobre algo que não se pode enxergar com base em dados indiretos. Desse modo, a Unidade possibilita o desenvolvimento da habilidade **EF09CI03** e o trabalho com o **TCT Ciência e Tecnologia**. Objetiva-se também que o estudante seja capaz de identificar as características das partículas subatômicas, conceituar isótopo, diferenciar átomos e íons, além de cátions e ânions, e compreender a distribuição eletrônica em camadas, reconhecendo a importância da camada de valência para as transformações químicas. Espera-se também que o estudante possa representar os elementos químicos utilizando símbolo, número atômico e número de massa, conhecer a organização dos elementos químicos na tabela periódica, identificar os principais tipos de ligação química e relacionar as ligações químicas com a formação das substâncias iônicas, moleculares e metálicas. Propõe-se também discutir e refletir a respeito das dificuldades enfrentadas pelas mulheres cientistas ao longo da história, adotando posicionamento que promova e valorize a diversidade de indivíduos. Assim, a abordagem empregada possibilita o desenvolvimento das **competências específicas 1, 3 e 6** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental e das **competências gerais 1, 2, 3, 4, 7 e 9**, previstas pela BNCC. Conhecer a estrutura da matéria e como ela se relaciona com a formação e características dos materiais, além de perceber que o avanço da Tecnologia e da Ciência são interdependentes é fundamental para que os estudantes participem mais ativamente de discussões de caráter técnico-científico e tomem decisões mais conscientes no que diz respeito a escolha de produtos com base em suas características.

Dando continuidade ao estudo sobre a matéria, a **Unidade 3** pretende que o estudante saiba reconhecer a presença de transformações químicas no cotidiano e nos contextos artístico e industrial – reconhecendo a importância da preservação e da restauração de bens culturais –, distinguir mistura e substância,

caracterizar substâncias simples e compostas, elaborar explicações para evidências de transformações químicas, perceber que há transferência de energia envolvida nas reações químicas. Espera-se também que o estudante possa representar os diferentes tipos de reações químicas por meio de modelos de partículas e na forma de equações químicas, reconhecendo a partir destas representações reagentes e produtos. Os estudantes também devem correlacionar quantitativamente reagentes e produtos de uma transformação de modo a fazer previsões e analisar experimentalmente o princípio da conservação da matéria, além de compreender o conceito de coeficiente estequiométrico e utilizá-lo no balanceamento de equações químicas. Desse modo, propicia-se o desenvolvimento das habilidades **EF09CI02** e **EF09CI03**. Propõe-se também como objetivos o debate do ponto de vista ético de questões científicas que impactam a sociedade – como as pesquisas clínicas envolvendo o desenvolvimento de novos produtos –, o reconhecimento dos impactos positivos e negativos do desenvolvimento científico e tecnológico para a sociedade – como nos casos de adulteração de produtos e da fabricação do vidro – e a valorização da participação das mulheres na história da Ciência. A abordagem proposta favorece o desenvolvimento das **competências específicas 1, 2, 3, 5 e 8** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, das **competências gerais 1, 2, 3, 4, 7, 9 e 10**, além do trabalho com o **TCT Saúde**. O estudo das transformações pelas quais a matéria pode passar, como aquelas relacionadas ao ciclo de vida de uma planta e ao desgaste de objetos após seu uso, permite compreender e agir sobre um mundo em constante mudança, no qual discussões sobre ética e demanda por novos produtos se fazem necessárias.

Na **Unidade 4** propõe-se que o estudante possa reconhecer características das substâncias que permitam classificá-las como orgânicas ou inorgânicas e conhecer as classificações comumente empregadas para substâncias inorgânicas – ácidos, bases, sais e óxidos – além de identificar suas aplicações no cotidiano. Outros objetivos incluem conhecer os processos de ionização dos ácidos e de dissociação iônica das bases em meio aquoso e as definições de Arrhenius para essas classes de substância, além da reação de neutralização entre ácidos e bases e os produtos dessa transformação química, possibilitando o desenvolvimento da habilidade **EF09CI02**. Objetiva-se também que o estudante seja capaz de compreender o comportamento ácido-base dos sais e óxidos, extrair substâncias que podem ser usadas como indicadores ácido-base e utilizá-las para analisar o caráter neutro, ácido ou básico de diferentes amostras. Por fim, espera-se que o estudante seja capaz de relacionar o conhecimento científico e a preservação de registros históricos, de refletir sobre a influência das atividades humanas na acidificação dos oceanos e de valorizar histórias de pessoas que persistiram por uma causa. A abordagem proposta favorece o trabalho com as **competências específicas 1, 2, 3, 5, 6, 7 e 8** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental e com as **competências gerais 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9 e 10**, previstas na BNCC, além do **TCT Educação Ambiental**. Considerando o número de substâncias identificadas na natureza ou sintetizadas em laboratório, agrupá-las de acordo com suas propriedades é uma maneira de facilitar seu estudo. Essa classificação promove a compreensão das propriedades de substâncias e seu uso em diversas aplicações.

Ao longo da **Unidade 5**, propõe-se como objetivos que o estudante diferencie fixismo de evolucionismo, identifique evidências da evolução biológica, e conheça o histórico das principais ideias evolucionistas, em especial o trabalho de Lamarck, Darwin e Wallace, relacionando as viagens destes últimos com o desenvolvimento de suas teorias, o que possibilita o desenvolvimento da habilidade **EF09CI10**. Objetiva-se também que o estudante seja capaz de compreender os processos de seleção natural e artificial – investigando os mecanismos de seleção natural para a manutenção de características em populações hipotéticas –, de diferenciar mimetismo

de camuflagem – reconhecendo que são exemplos típicos de adaptação às condições ambientais –, de compreender o processo de especiação e interpretar uma árvore filogenética, o que possibilita o desenvolvimento da habilidade **EF09CI11**. Outros objetivos incluem caracterizar as Unidades de Conservação e compreender sua importância para a proteção da biodiversidade, discutir a relação entre o consumo consciente e a conservação da biodiversidade e propor medidas para tornar a escola mais sustentável, o que propicia o desenvolvimento das habilidades **EF09CI12** e **EF09CI13**. Entender como os interesses pessoais dos cientistas podem influenciar suas pesquisas e refletir sobre o preconceito racial e a ausência de fundamentação biológica para a existência de raças humanas finalizam os objetivos da Unidade. A abordagem proposta, dessa forma, mobiliza as **competências gerais 1, 2, 3, 7, 9 e 10**, as **competências específicas 1, 2, 5, 6 e 8** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental da BNCC, além do trabalho com o **TCT Ciência e Tecnologia**, com o **TCT Educação Ambiental** e com o **TCT Educação para o Consumo**. Compreender o processo evolutivo contribui para a conscientização acerca da necessidade de conservar a biodiversidade, o que pode ser alcançado pela promoção de atitudes que objetivam a integridade dos ambientes naturais, como a adoção do consumo consciente.

Na **Unidade 6**, os objetivos incluem reconhecer que a maior parte do material genético das células eucarióticas está armazenada no núcleo e que o DNA contém as informações genéticas hereditárias, associando os gametas à transmissão de características entre as gerações e identificando essa transmissão por meio da análise de um heredograma. Também figuram entre os objetivos extrair o DNA de células vegetais, compreender a estrutura do cromossomo eucariótico, diferenciar homocigotos de heterocigotos, conhecer algumas alterações cromossômicas, relacionar os cromossomos sexuais ao sexo biológico, comparar cariótipos e diferenciar mitose de meiose. Espera-se que ao final o estudante tenha conhecimento sobre as contribuições de Mendel para a Genética e de algumas aplicações atuais desse campo de estudo, saiba identificar algumas características hereditárias humanas e distinguir os dois principais sistemas de classificação do sangue humano, além de relacionar a herança genética com a resposta imunológica ao coronavírus. Debater a respeito do uso da seleção genética e refletir sobre ética na utilização de seres humanos e animais em experimentos científicos são também objetivos propostos. Contempla-se então as habilidades **EF09CI08** e **EF09CI09**, e o trabalho com o **TCT Ciência e Tecnologia** e o **TCT Educação em Direitos Humanos**. Com a abordagem desenvolvida é possível mobilizar as **competências gerais 2, 6, 7, 9 e 10** e as **competências específicas 1, 2, 3, 4 e 5** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, previstas na BNCC. A abordagem proposta justifica-se, uma vez que compreender como pessoas de uma mesma família consanguínea compartilham características e como estas são transmitidas de geração a geração, além de entender algumas síndromes relacionadas a alterações cromossômicas potencializa tomar decisões mais conscientes relativas ao seu projeto de vida e a construção de uma sociedade mais solidária e inclusiva. Além disso, reconhecer o desenvolvimento significativo que vem ocorrendo na Genética desde meados do século XX – possibilitando, por exemplo, a manipulação do material genético das células – levanta várias questões éticas que necessitam ser discutidas pela sociedade, justificando a abordagem empregada.

A **Unidade 7** propõe como objetivos conceituar ondas e classificá-las de acordo com sua natureza e forma de propagação, identificar as características dos movimentos ondulatórios, aprofundar-se no estudo das ondas sonoras – inclusive construindo um aparato para verificar que o som é uma onda mecânica e pesquisando sobre ecolocalização e sonares. Também são objetivos caracterizar as ondas eletromagnéticas e analisar o espectro eletromagnético, conhecer as aplicações das radiações eletromagnéticas nas comunicações e

na medicina – assim como a evolução histórica dos tratamentos contra o câncer desde o século XIX e poder refletir sobre atitudes relacionadas ao seu diagnóstico –, relacionar a decomposição da luz branca e a reflexão da luz à percepção das cores dos objetos e verificar correlações entre luz e cores através de atividades práticas. O desenvolvimento desses tópicos possibilita o trabalho com as habilidades **EF09CI04**, **EF09CI05**, **EF09CI06** e **EF09CI07** da BNCC, o **TCT Ciência e Tecnologia** e o **TCT Saúde**. Complementam os objetivos da Unidade analisar dados sobre a utilização da internet e debater atitudes associadas ao uso seguro das redes sociais, compreender a Ciência como construção humana influenciada pela sociedade e cultura da época e debater sobre o respeito à diversidade na sociedade e, em especial, nos ambientes onde ocorre a produção científica. O desenvolvimento desses tópicos permite o trabalho com o **TCT Vida Familiar e Social** e com o **TCT Educação em Direitos Humanos**. A abordagem adotada permite mobilizar as **competências gerais 2, 4, 5, 7, 8, 9 e 10**, além das **competências específicas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental. O trabalho com os conceitos envolvidos nessa unidade fornece aos estudantes subsídios para a compreensão de fenômenos naturais e tecnologias amplamente utilizadas no dia a dia em diversos setores da sociedade, possibilitando sua atuação de forma crítica compreendendo as vantagens e desvantagens de sua utilização.

Na **Unidade 8**, entre os objetivos propostos têm-se conhecer algumas interpretações do céu feitas por povos do passado e por povos indígenas brasileiros, valorizando o conhecimento construído por diferentes povos e culturas sobre a Astronomia, o que mobiliza a habilidade **EF09CI15**, além de permitir o trabalho com o **TCT Ciência e Tecnologia**, com o **TCT Educação para valorização do multiculturalismo nas matrizes históricas e culturais Brasileiras** e com o **TCT Diversidade Cultural**. Conhecer algumas unidades de comprimento utilizadas para medir distâncias astronômicas, relacionar constelação e asterismo, descobrir fazendo uso de um modelo tridimensional que as estrelas que compõem uma constelação podem não se encontrar no mesmo plano. Compreender o que são galáxias, localizar a Terra e o Sol no Universo, identificar os corpos celestes que compõem o Sistema Solar e comparar as características dos planetas que dele fazem parte para, então, construir um modelo tridimensional do Sistema Solar levando em conta as dificuldades em conciliar a escala de tamanho dos corpos celestes e de distância entre eles também são objetivos dessa Unidade, os quais permitem mobilizar a habilidade **EF09CI14**. Outros objetivos da Unidade, relacionados às habilidades **EF09CI17** e **EF09CI16**, incluem descrever sinteticamente o processo evolutivo de uma estrela – associando-o à sua massa – e compreender as consequências do ciclo evolutivo do Sol sobre a Terra, além de conhecer as condições que tornariam possível a existência nos corpos celestes de vida como a conhecemos. Complementam os objetivos da Unidade refletir sobre a importância da colaboração para o desenvolvimento científico e sobre a alocação de recursos financeiros em pesquisas científicas. Os textos e atividades propostas possibilitam o desenvolvimento das **competências gerais 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9 e 10**, além das **competências específicas 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 8** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental. Conhecer e refletir sobre as características do Universo e do Sistema Solar, a aplicação da Astronomia em diferentes contextos da sociedade e analisar a possibilidade de vida fora da Terra dá ao estudante a percepção das dimensões do Universo e das características especiais da Terra para abrigar vida, auxiliando-os na reflexão sobre a necessidade de conservação do planeta para a manutenção da vida.

A **Oficina 1** complementa o trabalho da **Unidade 1** propondo uma investigação sobre mudanças de estado físico da água de torneira e do álcool de limpeza. A proposta favorece o desenvolvimento da habilidade **EF09CI01** e das **competências específicas 2 e 3** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental. A comparação

experimental de propriedades e comportamentos de diferentes materiais auxilia no letramento científico do estudante.

A **Oficina 2** está relacionada à **Unidade 3** e objetiva desenvolver habilidades de **pensamento computacional** por meio da análise e da elaboração de um algoritmo na forma de fluxograma destinado a realizar o balanceamento de uma equação química de combustão de forma automatizada. Ela permite o desenvolvimento da **competência específica 3** de Ciências da Natureza e da **competência específica 6** de Matemática, previstas para o Ensino Fundamental, além das **competências gerais 5, 9 e 10**. Trabalhar com balanceamento de equações químicas em uma perspectiva diferenciada pode auxiliar o estudante na compreensão do princípio da técnica.

A **Oficina 3** complementa o trabalho da **Unidade 4** propondo a análise do pH de uma amostra de solo. A proposta possibilita o desenvolvimento da **competência específica 2** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, auxiliando no letramento científico do estudante.

A **Oficina 4** complementa o trabalho da **Unidade 6** propondo a análise de genótipos e fenótipos de cruzamentos hipotéticos de forma que o estudante possa aplicar o que foi estudado sobre a contribuição de Mendel e a associação dos gametas à transmissão de características entre ancestrais e descendentes. Mobilizam-se assim as habilidades **EF09CI08** e **EF09CI09**. A proposta facilita a compreensão da Genética nesta etapa do ensino.

A **Oficina 5** complementa o trabalho da **Unidade 7** ao propor a análise da recepção de ondas de rádio em diferentes condições,

mobilizando parcialmente a habilidade **EF09CI05**. As atividades propostas também favorecem o desenvolvimento da **competência geral 2** e das **competências específicas 2 e 3** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, auxiliando no letramento científico do estudante.

A **Oficina 6** está relacionada à **Unidade 7** e oferece uma abordagem prática acerca do efeito da radiação eletromagnética do Sol nos astros do Sistema Solar. Ao construir o gráfico e, a partir dele, estimar um valor de acordo com a curva é favorecido o desenvolvimento da **competência geral 4**. O trabalho com representação e análise gráfica de dados auxilia no letramento científico do estudante.

A **Oficina 7**, relacionada à **Unidade 8**, objetiva desenvolver habilidades de **pensamento computacional** por meio da análise e da elaboração de um algoritmo capaz de calcular o tempo aproximado de duração para uma viagem espacial fazendo uso da linguagem de programação em blocos. Dessa forma, ela auxilia no desenvolvimento, para além da **competência geral 10**, das **competências específicas 3 e 6** de Ciências da Natureza e das **competências específicas 3, 4, 5 e 6** de Matemática, previstas para o Ensino Fundamental. A proposta se justifica pelo trabalho com raciocínio lógico associado à identificação de falhas no procedimento para a resolução de um problema.

São listadas a seguir as competências, as habilidades e os Temas Contemporâneos Transversais a serem desenvolvidos no 9º ano do Ensino Fundamental e a correspondência com as Unidades e Oficinas do livro do estudante em que são atendidas.

Volume 9		
Competências gerais da Educação Básica	Unidades do livro	Oficinas
1	Unidades 1, 2, 3, 4, 5 e 8	
2	Unidades 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8	Oficina 5
3	Unidades 2, 3, 4, 5 e 8	
4	Unidades 1, 2, 3, 4, 7 e 8	Oficina 6
5	Unidades 1, 4, 7 e 8	Oficina 2
6	Unidades 1, 6 e 8	
7	Unidades 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8	
8	Unidade 7	
9	Unidades 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8	Oficina 2
10	Unidades 1, 3, 4, 5, 6, 7 e 8	Oficinas 2 e 7

Volume 9		
Competências específicas de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental	Unidades do livro	Oficinas
1	Unidades 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8	
2	Unidades 1, 3, 4, 5, 6, 7 e 8	Oficinas 1, 3 e 5
3	Unidades 1, 2, 3, 4, 6, 7 e 8	Oficinas 1, 2, 5 e 7
4	Unidades 1, 6, 7 e 8	
5	Unidades 1, 3, 4, 5, 6, 7 e 8	
6	Unidades 1, 2, 4, 5, 7 e 8	Oficina 7
7	Unidades 4 e 7	
8	Unidades 1, 3, 4, 5, 7 e 8	

Unidades temáticas	Objetos de conhecimento	Habilidades	Unidades do livro	Oficinas
Matéria e energia	Aspectos quantitativos das transformações químicas Estrutura da matéria Radiações e suas aplicações na saúde	(EF09CI01) Investigar as mudanças de estado físico da matéria e explicar essas transformações com base no modelo de constituição submicroscópica.	Unidade 1	Oficina 1
		(EF09CI02) Comparar quantidades de reagentes e produtos envolvidos em transformações químicas, estabelecendo a proporção entre as suas massas.	Unidades 3 e 4	
		(EF09CI03) Identificar modelos que descrevem a estrutura da matéria (constituição do átomo e composição de moléculas simples) e reconhecer sua evolução histórica.	Unidades 2 e 3	
		(EF09CI04) Planejar e executar experimentos que evidenciem que todas as cores de luz podem ser formadas pela composição das três cores primárias da luz e que a cor de um objeto está relacionada também à cor da luz que o ilumina.	Unidade 7	
		(EF09CI05) Investigar os principais mecanismos envolvidos na transmissão e recepção de imagem e som que revolucionaram os sistemas de comunicação humana.	Unidade 7	Oficina 5
		(EF09CI06) Classificar as radiações eletromagnéticas por suas frequências, fontes e aplicações, discutindo e avaliando as implicações de seu uso em controle remoto, telefone celular, raio X, forno de micro-ondas, fotocélulas etc.	Unidade 7	
		(EF09CI07) Discutir o papel do avanço tecnológico na aplicação das radiações na medicina diagnóstica (raio X, ultrassom, ressonância nuclear magnética) e no tratamento de doenças (radioterapia, cirurgia ótica a laser, infravermelho, ultravioleta etc.).	Unidade 7	

Vida e Evolução	Hereditariedade Ideias evolucionistas Preservação da biodiversidade	(EF09CI08) Associar os gametas à transmissão das características hereditárias, estabelecendo relações entre ancestrais e descendentes.	Unidade 6	Oficina 4
		(EF09CI09) Discutir as ideias de Mendel sobre hereditariedade (fatores hereditários, segregação, gametas, fecundação), considerando-as para resolver problemas envolvendo a transmissão de características hereditárias em diferentes organismos.	Unidade 6	Oficina 4
		(EF09CI10) Comparar as ideias evolucionistas de Lamarck e Darwin apresentadas em textos científicos e históricos, identificando semelhanças e diferenças entre essas ideias e sua importância para explicar a diversidade biológica.	Unidade 5	
		(EF09CI11) Discutir a evolução e a diversidade das espécies com base na atuação da seleção natural sobre as variantes de uma mesma espécie, resultantes de processo reprodutivo.	Unidade 5	
		(EF09CI12) Justificar a importância das unidades de conservação para a preservação da biodiversidade e do patrimônio nacional, considerando os diferentes tipos de unidades (parques, reservas e florestas nacionais), as populações humanas e as atividades a eles relacionados.	Unidade 5	
		(EF09CI13) Propor iniciativas individuais e coletivas para a solução de problemas ambientais da cidade ou da comunidade, com base na análise de ações de consumo consciente e de sustentabilidade bem-sucedidas.	Unidades 1 e 5	
Terra e Universo	Composição, estrutura e localização do Sistema Solar no Universo Astronomia e cultura Vida humana fora da Terra Ordem de grandeza astronômica Evolução estelar	(EF09CI14) Descrever a composição e a estrutura do Sistema Solar (Sol, planetas rochosos, planetas gigantes gasosos e corpos menores), assim como a localização do Sistema Solar na nossa Galáxia (a Via Láctea) e dela no Universo (apenas uma galáxia dentre bilhões).	Unidade 8	
		(EF09CI15) Relacionar diferentes leituras do céu e explicações sobre a origem da Terra, do Sol ou do Sistema Solar às necessidades de distintas culturas (agricultura, caça, mito, orientação espacial e temporal etc.).	Unidade 8	
		(EF09CI16) Selecionar argumentos sobre a viabilidade da sobrevivência humana fora da Terra, com base nas condições necessárias à vida, nas características dos planetas e nas distâncias e nos tempos envolvidos em viagens interplanetárias e interestelares.	Unidade 8	
		(EF09CI17) Analisar o ciclo evolutivo do Sol (nascimento, vida e morte) baseado no conhecimento das etapas de evolução de estrelas de diferentes dimensões e os efeitos desse processo no nosso planeta.	Unidade 8	

Volume 9	
TCT	Unidades do livro
Educação Ambiental	Unidades 1, 4 e 5
Educação em Direitos Humanos	Unidades 1, 6 e 7
Ciência e Tecnologia	Unidades 2, 5, 6, 7 e 8
Saúde	Unidades 3 e 7
Educação para o Consumo	Unidade 5
Vida Familiar e Social	Unidade 7
Diversidade Cultural	Unidade 8
Educação para valorização do multiculturalismo nas matrizes históricas e culturais Brasileiras	Unidade 8

Sugestão de organização bimestral dos conteúdos do 9º ano	
1º bimestre	Unidade 1
	Unidade 2
2º bimestre	Unidade 3
	Unidade 4
3º bimestre	Unidade 5
	Unidade 6
4º bimestre	Unidade 7
	Unidade 8

Sugestão de organização trimestral dos conteúdos do 9º ano	
1º trimestre	Unidade 1
	Unidade 2
	Unidade 3
2º trimestre	Unidade 4
	Unidade 5
	Unidade 6
3º trimestre	Unidade 7
	Unidade 8

Sugestão de organização semestral dos conteúdos do 9º ano	
1º semestre	Unidade 1
	Unidade 2
	Unidade 3
	Unidade 4
2º semestre	Unidade 5
	Unidade 6
	Unidade 7
	Unidade 8

SUGESTÕES DE CRONOGRAMA PARA O 9º ANO

Ao realizar o planejamento das aulas, é importante levar em consideração dois aspectos importantes: as **competências**, que se referem às capacidades intelectuais, éticas e sociais a serem adquiridas ou implementadas pelos estudantes; e as **habilidades**, que são objetivos específicos a serem desenvolvidos para atingir as competências desejadas.

Cada escola e cada professor têm as próprias preferências, diferentes realidades, diferenças na carga horária e no rendimento de cada turma. Cabe ao professor selecionar os conteúdos e as abordagens mais relevantes para o planejamento de cada um dos períodos letivos em acordo com o Projeto Político Pedagógico de sua escola.

Esta Coleção divide-se em quatro volumes com oito Unidades cada um, abordando competências, habilidades e objetos de conhecimento das Ciências da Natureza. Para auxiliar no trabalho do professor em sala de aula, apresentamos as sugestões de distribuição bimestral, trimestral e semestral das Unidades conforme quadros a seguir.



**SUGESTÃO DE AVALIAÇÃO PARA PREPARAÇÃO A
EXAMES DE LARGA ESCALA**

SUMÁRIO

UNIDADE 1.....	XXVIII
UNIDADE 2.....	XXVIII
UNIDADE 3.....	XXVIII
UNIDADE 4.....	XXIX
UNIDADE 5.....	XXIX
UNIDADE 6.....	XXX
UNIDADE 7.....	XXX
UNIDADE 8.....	XXXI
COMENTÁRIOS E RESOLUÇÕES.....	XXXII

UNIDADE 1

U1_1 Durante as férias, uma família se hospedou em uma chácara que possuía uma piscina. Para que todos pudessem se refrescar, o anfitrião resolveu encher a piscina até a borda. Ao visualizar a piscina, uma das filhas alertou a família que, quando eles fossem entrar na piscina, haveria um grande desperdício de água.

O argumento da filha se baseia no fato de que

- a) a água da piscina vai evaporar independentemente do clima.
- b) a densidade das pessoas e a da água são semelhantes.
- c) dois corpos não ocupam o mesmo espaço ao mesmo tempo.
- d) a piscina estava preenchida por um líquido que não assume o formato do recipiente no qual está contido.

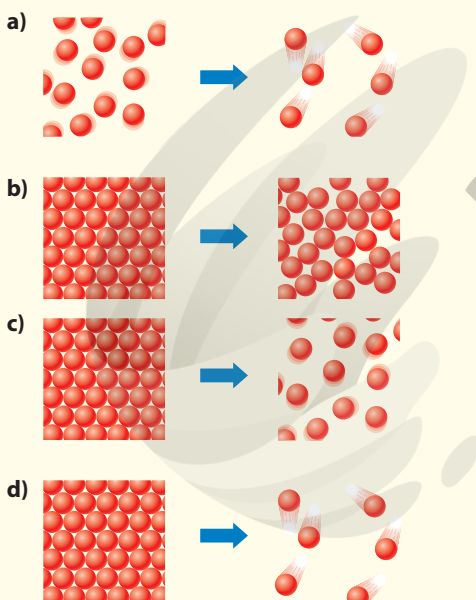
U1_2 Elasticidade é a capacidade que um corpo tem de sofrer uma deformação e conseguir retornar ao seu estado original assim que a força que causou a deformação é interrompida. A deformação verificada no objeto é, até certo limite, diretamente proporcional à intensidade da força aplicada.

A propriedade descrita

- a) ocorre porque a força aplicada aumenta a interação entre as partículas.
- b) deixa de ocorrer quando a intensidade da força é grande o suficiente para romper a interação existente entre as partículas.
- c) não é afetada pela intensidade da força que causa a deformação.
- d) pode ser aplicada para qualquer sólido.

U1_3 Durante a realização de um projeto para apresentação em uma Feira de Ciências, os estudantes deveriam construir uma maquete que simulasse uma fábrica. Para dar mais realismo às maquetes, o professor adicionou gelo seco à chaminé das fábricas, causando exatamente o efeito visual que os estudantes queriam.

O modelo de partículas que representa mais adequadamente a transformação física que causou o efeito desejado é:



(Imagens sem escala; cores-fantasia.)

UNIDADE 2

U2_1 Leia o texto.

[...] A função de um acelerador de partículas é justamente o que o nome sugere: acelerar partículas para atingir um determinado objetivo – o que muda de acordo com o tipo de acelerador é o que

acontece em seguida. E que partículas são essas? Desde as mais básicas, como elétrons, prótons e nêutrons, até compostas, como as partículas alfa formadas por dois prótons e dois nêutrons. [...]

Fonte: CAVALCANTE, D. Aceleradores de partículas: o que são, como funcionam e para que servem? *Canaltech*, 21 jul. 2021. Disponível em: <https://canaltech.com.br/ciencia/aceleradores-de-particulas-o-que-sao-como-funcionam-e-para-que-servem-190245/>. Acesso em: 8 ago. 2022.

Considerando as partículas que são descritas no texto, suas cargas elétricas são, respectivamente,

- a) negativa, positiva, neutra e positiva.
- b) positiva, negativa, neutra e negativa.
- c) neutra, negativa, positiva e neutra.
- d) neutra, positiva, negativa e neutra.

U2_2 Leia o texto.

Marte já foi um mundo úmido, com água abundante na superfície. [...] Então o que aconteceu com a água? [...]

Pesquisadores disseram [...] que algo entre 30% e 99% dela pode estar retido atualmente dentro de minerais na crosta marciana, o que contraria a ideia já antiga de que ela simplesmente se perdeu no espaço escapando pela atmosfera superior. [...]

O hidrogênio comum pode escapar pela atmosfera rumo ao espaço mais imediatamente do que o deutério. Segundo os cientistas, a perda de água pela atmosfera deixaria para trás uma proporção muito grande de deutério na comparação com o hidrogênio comum. [...]

Fonte: DUNHAM, W. Cientistas divulgam hipótese sobre o que aconteceu com água em Marte. *Agência Brasil*, 17 mar. 2021. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2021-03/cientistas-divulgam-hipotese-sobre-o-que-aconteceu-com-agua-em-marte>. Acesso em: 8 ago. 2022.

O texto menciona dois isótopos do elemento químico hidrogênio, o hidrogênio comum ($A = 1$) e o deutério ($A = 2$). Sobre esses isótopos, é correto afirmar:

- a) o hidrogênio tem menor número de elétrons do que o deutério.
- b) o deutério tem maior número de prótons que o hidrogênio.
- c) o hidrogênio tem menor número de nêutrons do que o deutério.
- d) o deutério apresenta número atômico maior do que o hidrogênio.

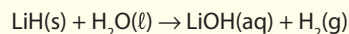
U2_3 O sal *light* é obtido a partir da mistura de cloreto de sódio e cloreto de potássio, o que lhe confere menor teor de sódio que o sal comum. Assim, ele constitui uma alternativa para hipertensos, pela redução da ingestão de sódio.

As substâncias presentes no sal *light* são formadas por

- a) ligações metálicas entre metais.
- b) ligações iônicas entre metais.
- c) ligações iônicas entre metais e não metais.
- d) ligações covalentes entre não metais.

UNIDADE 3

U3_1 Os botes salva-vidas são muito importantes para a segurança de embarcações marinhas em caso de acidentes e de risco de naufrágio. Para inflar um bote salva-vidas podem ser utilizadas algumas reações químicas que liberam gás. Uma delas é uma reação que utiliza o hidreto de lítio (LiH), que é um sólido incolor cristalino. Na estrutura do bote há um dispositivo que contém água e uma cápsula de vidro com LiH. Ao ser pressionada, a cápsula quebra-se e o hidreto reage imediatamente com a água, liberando o gás, conforme a equação a seguir:

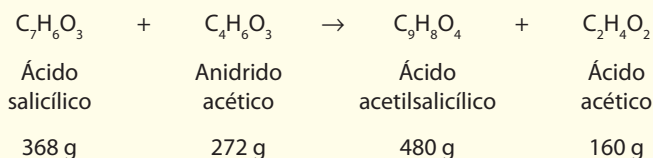


Nessa reação química, o hidreto de lítio

- a) entra em contato com a água, formando um precipitado de hidróxido de lítio e liberando gás hidrogênio.
- b) entra em contato com a água e se decompõe em hidróxido de lítio e gás hidrogênio.
- c) reage com a água em uma reação de síntese, formando como produtos o hidróxido de lítio e o gás hidrogênio.
- d) troca elétrons com água, para que ocorra a formação de hidróxido de lítio e de gás hidrogênio.

U3_2 A partir do isolamento do composto salicina de cascas da planta chamada salgueiro, o farmacêutico francês Henri Leroux, em 1829, começou os estudos para a síntese do ácido acetilsalicílico. Esse medicamento analgésico, muito popular no Brasil, é formado a partir da reação entre o ácido salicílico e o anidrido acético.

A síntese de ácido acetilsalicílico descrita segue a proporção a seguir:



Quanto gramas de anidrido acético são necessários para produzir 120 g de ácido acetilsalicílico?

- a) 152 g
- b) 92 g
- c) 68 g
- d) 40 g

U3_3 A amônia (NH_3) é um gás incolor, formado por um átomo de nitrogênio e três átomos de hidrogênio. Essa molécula pode ser formada por processos biológicos, como a partir do ciclo do nitrogênio, pela ação da decomposição de matéria orgânica por microrganismos, ou artificialmente em laboratórios. A amônia é utilizada na fabricação de fertilizantes agrícolas, de fibras, de plásticos e de produtos de limpeza. A equação não balanceada de síntese é representada por: $N_2 + H_2 \rightarrow NH_3$. A equação balanceada dessa reação é representada em:

- a) $2 N_2 + 2 H_2 \rightarrow 4 NH_3$
- b) $1 N_2 + 1 H_2 \rightarrow 2 NH_3$
- c) $1 N_2 + 3 H_2 \rightarrow 1 NH_3$
- d) $1 N_2 + 3 H_2 \rightarrow 2 NH_3$

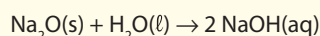
UNIDADE 4

U4_1 Em seres humanos, o controle do ritmo involuntário da frequência respiratória é exercido pelo bulbo. Quando há aumento na quantidade de gás carbônico dissolvida no sangue, aumenta também a ocorrência da reação $CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3$, cujo produto altera o pH sanguíneo. O bulbo reconhece essa alteração e aumenta a frequência respiratória.

Sobre a substância formada na equação representada e como ela afeta o pH sanguíneo, podemos afirmar que se trata de

- a) uma substância ácida que pode diminuir o pH sanguíneo.
- b) uma substância básica que pode diminuir o pH sanguíneo.
- c) uma substância ácida que pode aumentar o pH sanguíneo.
- d) uma substância básica que pode aumentar o pH sanguíneo.

U4_2 O óxido de sódio é um composto químico de fórmula Na_2O . É um sólido iônico de cor branca utilizado na produção de cerâmica e vidros. Sua reação com a água está representada a seguir:



Este composto pode ser classificado como um óxido

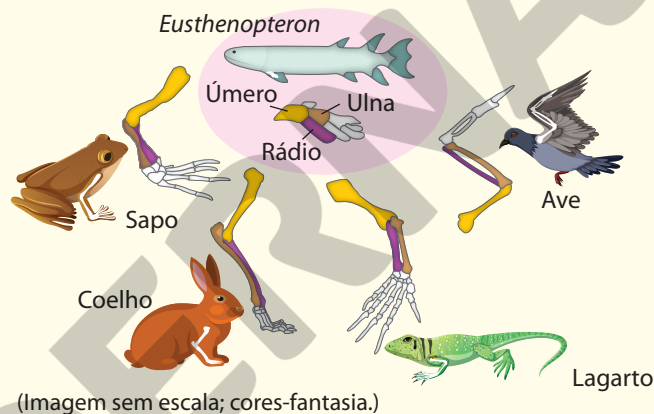
- a) ácido.
- b) básico.
- c) neutro.
- d) molecular.

U4_3 A fenolftaleína é um importante indicador ácido-base. A solução alcoólica desse composto apresenta cor rosa ou magenta em soluções aquosas com $pH > 8$ e é incolor em soluções aquosas com $pH < 8$. Em um experimento, esse indicador é misturado a uma solução aquosa de bicarbonato de sódio em um frasco de vidro, adquirindo uma coloração rosa. Se, usando um canudo de plástico, alguém soprasse por alguns minutos essa solução, a cor da solução após o sopro seria:

- a) rosa.
- b) roxo.
- c) incolor.
- d) branco.

UNIDADE 5

U5_1 A imagem mostra a estrutura do membro anterior dos tetrápodes, que inclui o extinto grupo dos *Eusthenopteron* e alguns representantes dos vertebrados atuais.



Fonte: LINHAS de evidência. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Disponível em: <https://evosite.ib.usp.br/lines/IIhomologies.shtml>. Acesso em: 8 ago. 2022.

A semelhança representada é um exemplo de

- a) analogia, pois os membros anteriores desses animais apresentam o mesmo conjunto de ossos, o que indica que desempenham a mesma função.
- b) analogia, pois os membros anteriores desses animais são anatômicamente semelhantes e indicam a ancestralidade comum entre eles.
- c) homologia, pois os membros anteriores desses animais são anatômicamente semelhantes e desempenham a mesma função.
- d) homologia, pois os membros anteriores desses animais apresentam o mesmo conjunto de ossos, o que indica a ancestralidade comum entre eles.

U5_2 Uma pesquisadora tirou a fotografia a seguir de uma mariposa no tronco de uma árvore.



Essa fotografia mostra um tipo de adaptação animal conhecida como

- a) camuflagem, que ajuda a atrair parceiros sexuais.
- b) mimetismo, que ajuda a atrair parceiros sexuais.
- c) camuflagem, que ajuda a evitar a predação.
- d) mimetismo, que ajuda a evitar a predação.

U5_3 Leia o texto.

População deverá ser ouvida sobre redução ou extinção de unidade de conservação

A Comissão de Meio Ambiente da Câmara dos Deputados aprovou um projeto que torna obrigatório a realização de estudos técnicos e consulta pública prévios para a redução ou extinção de unidades de conservação. Atualmente, a exigência só existe para a criação dessas áreas. Agora, a proposta segue para a Comissão de Constituição e Justiça e de Cidadania (CCJ). [...]

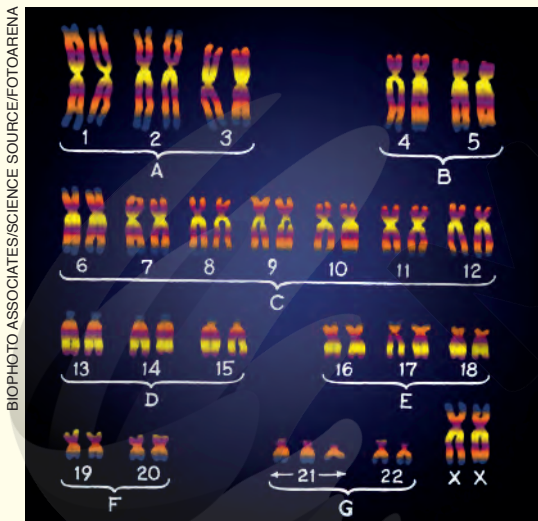
Fonte: RODRIGUES, S. População deverá ser ouvida sobre redução ou extinção de unidade de conservação. *O eco*, 12 nov. 2019. Disponível em: <https://oeco.org.br/salada-verde/populacao-devera-ser-ouvida-sobre-reducao-ou-extincao-de-unidade-de-conservacao/>. Acesso em: 8 ago. 2022.

A realização prévia de estudos técnicos e consulta pública para a redução ou extinção de unidades de conservação são relevantes, afinal,

- a) medidas de interesse público, como a mineração, são promovidas nas Unidades de Conservação.
- b) as Unidades de Conservação têm o objetivo de assegurar a representatividade biológica brasileira.
- c) programas de moradias populares podem se efetivar em Unidades de Conservação.
- d) a permissão do uso sustentável dos recursos naturais de todas as Unidades de Conservação deve ser controlada.

UNIDADE 6

U6_1 Considere a imagem que apresenta o cariótipo colhido a partir de uma célula humana.







A análise desse cariótipo permite concluir que ele pertence a uma pessoa do sexo biológico

- a) masculino com síndrome de Down.
- b) masculino sem síndrome de Down.
- c) feminino com síndrome de Down.
- d) feminino sem síndrome de Down.

U6_2 Uma das características estudadas por Mendel foi a textura das sementes de ervilha, que poderia variar entre lisa ou rugosa.

O quadro a seguir representa o resultado obtido por Mendel no cruzamento entre duas plantas heterozigotas para a característica, ambas obtidas após o cruzamento entre linhagens puras.

Experimento de Mendel – forma da semente (lisa ou rugosa) – Autofecundação de F1 e geração F2

		Gametas ♂	
		A	a
Gametas ♀	A	 AA (lisa)	 Aa (lisa)
	a	 Aa (lisa)	 aa (rugosa)

A partir da interpretação desses resultados, para a determinação da textura da semente da ervilha, existe(m)

- a) um único alelo, que se manifesta de uma única forma.
- b) um único alelo, que pode se manifestar de duas formas.
- c) dois alelos, que se manifestam sem relação de dominância.
- d) dois alelos, que se manifestam a partir de relação de dominância.

U6_3 Os quadros apresentam os tipos sanguíneos de três amigos, José Silva, Joaquim Oliveira e Ana Alves, e de seus pais:

Tipo sanguíneo das crianças		Tipo sanguíneo dos pais	
Criança	Grupo sanguíneo	Família	Grupo sanguíneo
Ana	Grupo O	Silva	Pai: Grupo A
Joaquim	Grupo A		Mãe: Grupo B
José	Grupo AB	Oliveira	Pai: Grupo AB
			Mãe: Grupo O
		Alves	Pai: Grupo B
			Mãe: Grupo O

Levando-se em conta a classificação do sangue quanto ao sistema ABO, a pessoa que, em caso de necessidade, pode doar sangue para qualquer uma das crianças é:

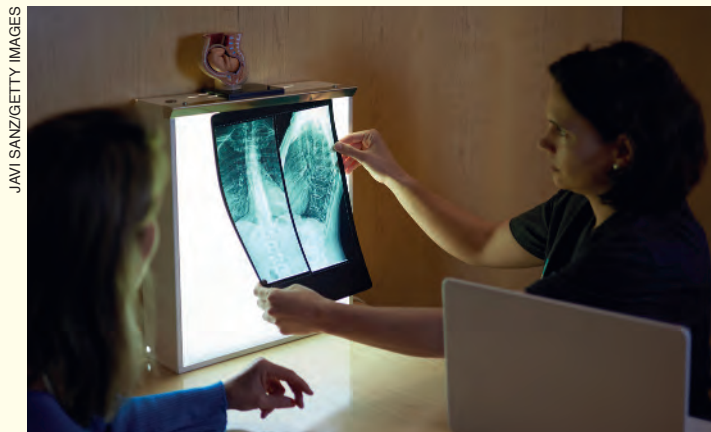
- a) a mãe de Joaquim.
- b) o pai de Joaquim.
- c) o pai de José.
- d) o pai de Ana.

UNIDADE 7

U7_1 Ao se propagar, uma onda sonora emitida por um alto falante faz com que o ar crie regiões alternantes de compressão e de rarefação, na direção horizontal em que vibra o alto falante. A partir dessa propriedade, o som pode ser classificado como um tipo de onda

- a) mecânica, já que pode se propagar mesmo na ausência de partículas sólidas.
- b) longitudinal, já que a direção de propagação é paralela à direção de vibração.
- c) transversal, já que a direção de propagação é perpendicular à direção de vibração.
- d) eletromagnética, já que não precisa de um meio material para se propagar.

U7_2 Uma médica analisa o exame de imagem da coluna de um paciente para avaliar a causa de alguns sintomas, conforme a fotografia a seguir.



Esse tipo de exame pode ser obtido graças à aplicação da onda eletromagnética conhecida como

- a) infravermelho.
- b) micro-onda.
- c) ultravioleta.
- d) raio-X.

U7_3 Considere o texto e a imagem a seguir.

O que você leva em consideração ao escolher a cor da parte externa da sua casa? Uma pesquisadora da USP recomendaria pensar não só na estética, mas na sensação de calor que ela pode causar. [...] Professora do Instituto de Arquitetura e Urbanismo (IAU), em São Carlos, Kelen é engenheira civil e estuda o assunto há mais de dez anos. Ela desenvolveu uma tabela mostrando como diferentes cores de tinta impactam nos índices de absorção de radiação solar nas superfícies – uma propriedade chamada de absorvância.



Fonte: ZANON, T. Cor de telhados e fachadas pode influenciar temperatura das cidades. *Jornal da USP*, 19 fev. 2019. Disponível em: <https://jornal.usp.br/universidade/cor-de-telhados-e-fachadas-pode-influenciar-temperatura-das-cidades/>. Acesso em: 25 jul. 2022.

A diferença entre as temperaturas máximas na superfície dos prédios se deve ao fato de que cores mais claras

- a) refletem mais a radiação no espectro visível.
- b) refletem menos a radiação no espectro visível.
- c) convertem a energia térmica em energia luminosa.
- d) convertem a energia luminosa em outros tipos de energia.

UNIDADE 8

U8_1 Em um observatório, um cientista focaliza o corpo celeste da imagem a seguir.



A partir de seus conhecimentos de Astronomia, ele classifica o corpo corretamente como um(a)

- a) estrela.
- b) satélite.
- c) planeta gasoso.
- d) planeta rochoso.

U8_2 Leia o texto.

[...]

No começo, o Sol era uma gigantesca nuvem de gás e poeira, muitas vezes maior que o sistema solar hoje. Essa nuvem foi se contraindo e se tornando mais densa, até se transformar em uma verdadeira estrela. Isso demorou cerca de 50 milhões de anos.

A partir de então, o Sol entrou em uma fase bem tranquila, na qual ainda se encontra. Seu tamanho e sua temperatura quase não mudam. Pouco varia também a quantidade de energia que ele emite para o espaço em cada segundo, o que chamamos “luminosidade”. [...]

Essa fase de “tranquilidade” deve durar, no total, cerca de 11 bilhões de anos. Como ela se iniciou há cerca de 4,5 bilhões de anos, o Sol ainda tem pela frente aproximadamente 6,5 bilhões de anos de tranquilidade.

[...]

Fonte: MACIEL, W. J. O futuro do Sol. *Ciência Hoje das Crianças*. Ano 8, n. 46, 1995. Disponível em: <http://www.astro.iag.usp.br/~maciel/teaching/artigos/futuro/futuro.html>. Acesso em: 8 ago. 2022.

Logo ao final dessa fase de “tranquilidade”, um evento que tende a ocorrer com o Sol é

- a) o aumento de seu diâmetro.
- b) a explosão em poeira estelar.
- c) o fim das fusões nucleares em seu núcleo.
- d) a diminuição da energia emitida para o espaço.

U8_3 Embora Vênus seja considerado um planeta irmão da Terra, pela sua proximidade e por ter densidade, tamanho e massa semelhantes, esse planeta está localizado fora da zona habitável.

Esse planeta está fora da zona habitável, pois

- a) não possui condições para que haja a existência de água no estado líquido.
- b) apesar de possuir água no estado líquido, sua temperatura é muito baixa.
- c) tem temperaturas muito baixas e a água se apresenta em estado sólido.
- d) tem pressão atmosférica adequada para que haja água no estado líquido, mas não no estado gasoso.



COMENTÁRIOS E RESOLUÇÕES

U1_1 – Alternativa **C**. A questão aborda as propriedades dos materiais.

- a) A evaporação da água ocorre em quantidades muito pequenas, pois este é um processo lento.
- b) A densidade de um ser humano e da água são distintas, influenciando na flutuação dos corpos.
- c) Alternativa correta. O ser humano ao entrar na piscina vai ocupar o espaço antes ocupado pela água, e como dois corpos não podem ocupar o mesmo espaço simultaneamente, propriedade denominada impenetrabilidade, a água sairá da piscina quando a família entrar.
- d) Os líquidos assumem o formato do recipiente que os contém.

U1_2 – Alternativa **B**. A questão aborda a elasticidade, propriedade de materiais sólidos.

- a) A força aplicada para deformar um objeto age no sentido de afastar as partículas que o compõem e a interação entre as partículas diminui com o aumento da distância.
- b) Alternativa correta. Os materiais são elásticos apenas até certo limite de deformação. Esse limite depende das características do material, como a intensidade da interação entre suas partículas. Se a intensidade da força deformante for maior que a intensidade da interação entre as partículas, a resultante das forças leva a uma deformação irreversível.
- c) A extensão da deformação é proporcional à força aplicada até que o limite de deformação, que permite o retorno ao estado original, seja atingido.
- d) Os sólidos podem ser classificados como elásticos ou inelásticos.

U1_3 – Alternativa **D**. A questão aborda modelos de partícula associados a mudanças de estado físico e à estrutura de sólidos, relacionando-se à habilidade **EF09CI01**.

- a) O modelo representa uma vaporização (passagem do estado líquido para o gasoso).
- b) O modelo representa uma transformação da estrutura de um sólido (por exemplo, de um sólido cristalino para um sólido amorfo).
- c) O modelo representa uma fusão (passagem do estado sólido para o líquido).
- d) Alternativa correta. O gelo seco sublima nas condições normais de temperatura e pressão, passando assim diretamente do estado sólido para o estado gasoso, o que causaria o efeito visual de fumaça nas chaminés das maquetes.

U2_1 – Alternativa **A**. A questão aborda as cargas elétricas de subpartículas do átomo (próton, elétron e nêutron). Assim, temos que os elétrons possuem carga elétrica negativa; os prótons, positiva; os nêutrons, não possuem carga elétrica (neutra); e partículas compostas, como a alfa, têm carga elétrica resultante das subpartículas que as constituem. Nesse caso, dois prótons e dois nêutrons resultariam em uma carga elétrica positiva.

U2_2 – Alternativa **C**. Ao comparar as características de isótopos, a questão mobiliza a habilidade **EF09CI03**.

- a) Alternativa correta. O hidrogênio e o deutério são isótopos e, portanto, têm a mesma quantidade de prótons e o mesmo número de elétrons, ou seja, 1 elétron.
- b) Hidrogênio e deutério são isótopos, ou seja, eles têm o mesmo número de prótons.
- c) O número de massa corresponde à soma do número de prótons e de nêutrons. Como o hidrogênio e o deutério são isótopos – têm o mesmo número de prótons – e os números de massa deles são diferentes ($A = 1$ e $A = 2$, respectivamente), essa diferença é devido à quantidade de nêutrons. O deutério tem 1 nêutron enquanto o hidrogênio não tem.
- d) O deutério e o hidrogênio são isótopos, ou seja, têm o mesmo número de prótons e, portanto, o mesmo número atômico.

U2_3 – Alternativa **C**. A questão envolve ligações químicas.

- a) O cloro é um não metal, portanto, a ligação entre o cloro e o sódio não se caracteriza como metálica.
- b) A ligação característica entre metais é a ligação metálica; ademais, o cloro é um não metal.
- c) Alternativa correta. As ligações iônicas são caracteristicamente verificadas entre não metais e metais.
- d) O sódio é um metal, portanto, a ligação entre o sódio e o cloro não se caracteriza como covalente.

U3_1 – Alternativa **D**. A questão envolve o conhecimento de tipos de reação química, em especial, reações oxirredução.

- a) A equação apresentada não representa uma reação de precipitação, uma vez que não há formação de um sólido insolúvel.
- b) Em uma reação de decomposição, uma substância se decompõe em duas ou mais, o que não é o caso da reação do enunciado, pois dela participam dois reagentes.
- c) A reação representada não é de síntese, pois há formação de mais de um produto.

d) Alternativa correta. A reação entre hidreto de lítio e água é uma reação de oxirredução, em que há transferência de elétrons entre um dos átomos de hidrogênio da água e o íon hidreto.

U3_2 – Alternativa **C**. Ao tratar da lei de Proust, a questão relaciona-se com a habilidade **EF09CI02**.

- a) O estudante que chega a esse valor subtraiu 120 g da massa de anidrido acético dada na tabela em vez de fazer uma proporção entre as massas.
- b) 92 g é a quantidade necessária de ácido salicílico.
- c) Alternativa correta. Segundo a lei das proporções definidas, também chamada de lei de Proust, a proporção em massa entre reagentes e produtos se mantém constante e definida para toda reação química. Sendo assim, a partir da regra de três, a quantidade de anidrido acético necessária é de 68 g.
- d) 40 g é a quantidade de ácido acético produzida na reação.

U3_3 – Alternativa **D**. A questão envolve balanceamento de reações químicas.

- a) Os índices nas fórmulas químicas indicam a quantidade de partículas que constituem as moléculas, e não necessariamente coincidem com os coeficientes estequiométricos.
- b) A equação química não está balanceada. Pelos coeficientes estequiométricos temos, que nos reagentes há 2 átomos de nitrogênio e 2 átomos de hidrogênio. Já nos produtos, há 2 átomos de nitrogênio e 6 átomos de hidrogênio.
- c) A equação química não está balanceada. Pelos coeficientes estequiométricos, temos que nos reagentes há 2 átomos de nitrogênio e 6 átomos de hidrogênio. Já nos produtos, há 1 átomo de nitrogênio e 3 átomos de hidrogênio.
- d) Alternativa correta. Para que o número de átomos dos reagentes seja igual ao número de átomos dos produtos, os menores coeficientes estequiométricos são, respectivamente, 1, 3 e 2. Com isso, em ambos os lados da equação, teremos 2 átomos de nitrogênio e 6 átomos de hidrogênio.

U4_1 – Alternativa **A**. A questão aborda o conhecimento de ácidos e bases e de pH.

- a) Alternativa correta. O ácido carbônico (H_2CO_3) é instável e se decompõe liberando íons H^+ no sangue. Isso o caracteriza como uma substância ácida que pode provocar a redução do pH sanguíneo, tornando o sangue mais ácido.
- b) A substância é classificada como ácida, pois libera íons H^+ . Essa liberação de íons H^+ diminui o pH do sangue.
- c) Embora o teor de íons H^+ aumente, por ser uma substância ácida, esse excesso de íons H^+ faz diminuir o pH sanguíneo.
- d) A substância é um ácido, pois libera íons H^+ no sangue, diminuindo o pH sanguíneo.

U4_2 – Alternativa **B**. A questão aborda tipos de óxido.

- a) O óxido de sódio ao reagir com água forma um composto básico, e não ácido; sendo assim, é classificado como um óxido básico.
- b) Alternativa correta. O composto Na_2O , ao se dissolver em água, reage e forma uma substância com caráter básico, o NaOH, hidróxido de sódio. Sendo assim, o óxido de sódio é um óxido básico.
- c) Óxidos neutros não reagem com a água.
- d) Um óxido molecular é formado pela união do oxigênio, O, com um não metal. O sódio, Na, é um metal alcalino.

U4_3 – Alternativa **C**. A questão aborda o caráter ácido-base de óxidos e o pH.

- a) O gás carbônico presente no ar dos pulmões é um óxido ácido e, ao reagir com a água da solução aquosa de bicarbonato de sódio, diminui seu pH. Isso resultaria na mudança da coloração rosa da solução aquosa para incolor.
- b) O gás carbônico presente no ar dos pulmões reage com a água da solução aquosa de bicarbonato de sódio e produz o ácido carbônico. Esse composto é instável e se decompõe liberando íons H^+ que reagem com o excesso de íons OH^- do meio aquoso. Com isso, quanto mais ar é soprado na solução aquosa, mais seu pH diminui até que a coloração rosa da solução se altere e passe para incolor.
- c) Alternativa correta. O ar dos pulmões contém gás carbônico, que reage com a água presente na solução aquosa formando o ácido carbônico. Assim a solução perde a coloração rosa e se torna incolor.
- d) Segundo o texto, a fenolftaleína se apresenta incolor em soluções aquosas com pH menor que 8 e rosa ou magenta em soluções aquosas com pH maior que 8.

U5_1 – Alternativa **D**. A questão aborda semelhanças anatômicas em alguns animais, que são evidências de evolução biológica.

- a) Os órgãos análogos são aqueles que têm estruturas anatômicas diferentes, mas que desempenham funções semelhantes. Contudo, a imagem mostra órgãos homólogos.
- b) Os órgãos análogos são aqueles que têm estruturas anatômicas diferentes e origens evolutivas distintas. Contudo, a imagem mostra órgãos homólogos.

- c) A imagem trata um exemplo de homologia. Contudo, apesar de os membros anteriores dos diferentes grupos de animais apresentados serem anatomicamente semelhantes, eles desempenham funções distintas.
- d) Alternativa correta. A imagem trata um exemplo de homologia. Ela mostra que os membros anteriores de diferentes grupos de animais têm a mesma estrutura anatômica, sendo formados pelo mesmo conjunto de ossos. Isso sugere que eles compartilham um ancestral comum, apesar das diferentes funções desempenhadas por esses membros (nadar, voar ou caminhar, por exemplo).

U5_2 – Alternativa **C**. A questão aborda um tipo de adaptação, selecionado pelo ambiente pelo processo de seleção natural.

- a) A fotografia apresenta um exemplo de camuflagem, contudo, essa adaptação não é usada como forma de atração de parceiros sexuais, pois a camuflagem dificulta uma espécie ser notada no ambiente, até mesmo por parceiros sexuais.
- b) A fotografia não apresenta um exemplo de mimetismo, pois a espécie não exibe uma característica similar à de outra espécie. Além disso, o mimetismo confere à espécie proteção contra predadores e não ajuda na atração de parceiros sexuais.
- c) Alternativa correta. A fotografia mostra uma mariposa que se confunde com o tronco da árvore devido à semelhança de coloração – nesse caso, quando uma espécie é capaz de imitar o aspecto do ambiente, tem-se um exemplo de camuflagem, estratégia adaptativa para evitar a predação, já que os predadores têm dificuldade em encontrar a presa.
- d) A estratégia mostrada na fotografia ajuda a evitar a predação, contudo, como a espécie imita o aspecto do ambiente, e não exibe uma característica similar à de outra espécie, tem-se um exemplo de camuflagem, e não de mimetismo.

U5_3 – Alternativa **B**. A questão aborda a importância das Unidades de Conservação para a proteção da biodiversidade, mobilizando a habilidade **EF09CI12**.

- a) Nas Unidades de Uso Sustentável são permitidas atividades que envolvem coleta e uso dos recursos naturais, desde que praticadas de forma sustentável. A mineração não se enquadra nessas atividades, pois gera grandes impactos ambientais, muitas vezes irreversíveis.
- b) Alternativa correta. As Unidades de Conservação, tanto de proteção integral como de uso sustentável, asseguram a proteção da biodiversidade e a integridade dos ecossistemas, o que garante a representatividade biológica brasileira. Por isso, a realização de estudos técnicos e consulta pública prévios para redução ou extinção das UCs são relevantes.
- c) Apesar de programas de moradias populares serem importantes para a população, eles não podem se efetivar em Unidades de Conservação, cujo objetivo é o de proteção da biodiversidade e integridade dos ecossistemas.
- d) As Unidades de Uso Sustentável são áreas que visam conciliar a conservação da natureza com o uso sustentável dos recursos naturais, mas não são todas as Unidades de Conservação que pertencem a esse grupo, existem as Unidades de Proteção Integral, onde é permitido apenas o uso indireto dos recursos naturais.

U6_1 – Alternativa **C**. A questão aborda alterações cromossômicas.

- a) Apesar de o cariótipo revelar uma pessoa com síndrome de Down (trissomia do cromossomo 21), a presença de dois cromossomos X indica sexo biológico feminino, e não masculino.
- b) Uma pessoa sem síndrome de Down apresenta um par de cada tipo de cromossomo (com exceção dos cromossomos sexuais, que podem ser XY), contudo, nesse caso, a pessoa tem 3 cromossomos 21. Além

disso, a presença de dois cromossomos X indica sexo biológico feminino, e não masculino.

- c) Alternativa correta. A análise do cariótipo da imagem traz duas informações relevantes:
- A pessoa é do sexo feminino, já que apresenta dois cromossomos X.
 - A pessoa apresenta síndrome de Down, já que apresenta três cromossomos 21 (trissomia do 21).
- d) Apesar de o cariótipo revelar uma pessoa do sexo biológico feminino (dois cromossomos X), a presença de três cromossomos 21 indica síndrome de Down (trissomia do cromossomo 21).

U6_2 – Alternativa **D**. A questão aborda as ideias de Mendel sobre hereditariedade, mobilizando a habilidade **EF09CI09**.

- a) A tabela mostra que existem dois alelos para o gene da textura da ervilha – A e a . Além disso, a combinação desses alelos pode levar a duas características distintas – a textura rugosa ou a textura lisa.
- b) O gene para a textura da ervilha pode se manifestar de duas formas – definindo semente rugosa ou semente lisa. Contudo, são dois alelos desse gene que se combinam para a determinação da característica – o alelo A e o alelo a .
- c) O gene para a textura da ervilha conta com os alelos A e a , contudo, a partir da análise do resultado do cruzamento, percebe-se que existe relação de dominância entre eles, já que a presença de A inibe a manifestação de a e origina a textura lisa.
- d) Alternativa correta. A partir da análise da tabela, nota-se que existem dois alelos para o gene que define a textura da semente da ervilha – o alelo A e o alelo a . Esses alelos se combinam para a determinação da característica, e entre eles existe relação de dominância – o alelo A , caso presente no genótipo, inibe a manifestação do alelo a e leva ao aparecimento da textura lisa. A textura rugosa só aparece caso o indivíduo tenha dois alelos a , ou seja, A é dominante sobre a .

U6_3 – Alternativa **A**. A questão aborda a determinação do tipo sanguíneo segundo o sistema ABO.

- a) Alternativa correta. A mãe de Joaquim, ou mais especificamente a mãe da família Oliveira, tem sangue do tipo O; pessoas desse tipo sanguíneo não contam com proteínas na superfície de suas hemácias, o que faz com que doações possam ser feitas para qualquer outro tipo sanguíneo. A mãe de Ana também tem sangue do tipo O e poderia ser doadora, mas não consta nas alternativas.
- b) O pai de Joaquim, ou o pai da família Oliveira, tem o sangue do tipo AB, ou seja, suas hemácias apresentam dois tipos de proteína, o que faz com que a doação só seja possível para José, que também tem sangue do tipo AB.
- c) O pai de José, ou o pai da família Silva, tem o sangue do tipo A, ou seja, suas hemácias apresentam a proteína A, o que faz com que doações só sejam possíveis para sangue do tipo A ou do tipo AB, como é o caso apenas de Joaquim e José.
- d) O pai de Ana, ou o pai da família Alves, tem o sangue do tipo B, ou seja, suas hemácias apresentam a proteína B, o que faz com que doações só sejam possíveis para sangue do tipo B ou do tipo AB, como é o caso apenas de José.

U7_1 – Alternativa **B**. A questão aborda a transmissão do som no ar, mobilizando parcialmente a habilidade **EF09CI05**.

- a) O som é uma onda mecânica, mas o fato de conseguir se propagar em partículas gasosas, como o ar, não justifica essa classificação, afinal, ondas eletromagnéticas também se propagam na ausência de partículas sólidas – a diferença entre as classificações consiste na dependência de meio material para propagação, seja sólido ou não.

- b) Alternativa correta. A onda sonora se propaga para frente, ou seja, em direção horizontal, como o sentido de propagação é paralelo ao sentido de vibração, a onda sonora pode ser classificada como longitudinal.
- c) As ondas transversais têm a direção de propagação perpendicular à de vibração, contudo, não é o caso do som, que tem a direção de propagação paralela à de vibração (no caso, ambas horizontais).
- d) O som é uma onda mecânica, pois depende de meio material para se propagar.

U7_2 – Alternativa **D**. A questão envolve a aplicação das radiações no diagnóstico médico, estando associada à habilidade **EF09CI07**.

- a) A radiação infravermelha é uma onda eletromagnética com frequência inferior à da radiação vermelha, contudo, ela não é usada para a obtenção de radiografias, mas, sim, em aparelhos de visão noturna ou no aquecimento de objetos.
- b) As micro-ondas são ondas eletromagnéticas com frequência abaixo da visível, contudo, elas não são usadas para a obtenção de radiografias, mas, sim, em fornos para aquecimento de alimentos.
- c) A radiação ultravioleta é uma onda eletromagnética com frequência superior à da radiação violeta, contudo, ela não é usada para a obtenção de radiografias, mas, sim, em fototerapia ou em esterilização de utensílios.
- d) Alternativa correta. O raio X é uma onda eletromagnética de alta frequência usada para a obtenção de radiografias, como a representada na fotografia. Nessa técnica, a radiação é disparada contra certa região do corpo do paciente: os ossos a absorvem, enquanto os músculos e os demais tecidos são atravessados por ela, fazendo com que um filme seja sensibilizado apenas pelas regiões que foram atravessadas. A sombra branca que se forma no filme representa os ossos a serem analisados pelo médico.

U7_3 – Alternativa **A**. A questão aborda conceitos de reflexão e de absorção da luz e de transformação de energia luminosa.

- a) Alternativa correta. Cores mais claras, como o branco, levam à reflexão da maior parte da radiação solar do espectro visível. A visão do branco se dá justamente pela interpretação por nosso cérebro da junção entre todas as radiações refletidas. Por essa razão, superfícies claras não absorvem muita energia térmica, ficando com temperaturas menos elevadas.
- b) Cores escuras levam à absorção da maior parte da radiação visível, fazendo com que suas temperaturas fiquem mais elevadas.
- c) Os pigmentos coloridos apenas absorvem ou refletem a radiação solar em diferentes intensidades, não havendo conversão de energia em energia luminosa, cuja fonte é o Sol.
- d) Os pigmentos coloridos apenas absorvem ou refletem a radiação solar em diferentes intensidades, não havendo conversão entre tipos de energia.

U8_1 – Alternativa **C**. A questão envolve a composição de corpos celestes do Sistema Solar, estando associada à habilidade **EF09CI14**.

- a) Na observação astronômica, estrelas, com exceção do Sol, são pequenos pontos luminosos que não apresentam anéis.
- b) Satélites são corpos pequenos que orbitam um planeta, e eles não apresentam anéis.
- c) Alternativa correta. A fotografia representa Saturno, o planeta do Sistema Solar que conta com anéis facilmente observados por meio de telescópios. Assim como Júpiter, Netuno e Urano, Saturno é um planeta de superfície formada por gases em diferentes pressões.
- d) Os planetas rochosos apresentam superfície sólida, como é o caso de Mercúrio, Vênus, Terra e Marte.

U8_2 – Alternativa **A**. A questão envolve etapas do ciclo evolutivo do Sol, estando associada à habilidade **EF09CI17**.

- a) Alternativa correta. A fase em que o Sol está atualmente recebe o nome de “sequência principal” e é uma fase em que a emissão de energia é praticamente constante a partir da fusão dos núcleos de gás hidrogênio em seu interior. Quando esse elemento se esgotar, o núcleo não conseguirá suportar a pressão das camadas externas do Sol e entrará em colapso – a temperatura e a pressão no núcleo aumentam, núcleos de gás hélio passam a ser fundidos em outros elementos, e as camadas mais externas se expandem –, fazendo com que o Sol passe a ter um diâmetro muito maior do que o atual. Essa fase é conhecida como “Gigante Vermelha”.
- b) Quando uma estrela morre, ela deixa de emitir energia e se torna um pequeno astro escuro e denso, ou um buraco negro, para o caso de estrelas maiores. Nessa fase, não ocorre explosão como a que se acredita ter ocorrido no início da formação do Universo.
- c) As fusões nucleares não cessarão enquanto houver gás hélio.
- d) O gás hidrogênio se esgota no núcleo do Sol, mas os átomos de gás hélio passam a ser fundidos em elementos mais pesados, o que acaba por liberar ainda mais energia.

U8_3 – Alternativa **A**. A questão envolve características de Vênus quanto à viabilidade de haver vida humana nele, estando associada à habilidade **EF09CI16**.

- a) Alternativa correta. Vênus apresenta temperatura e pressão altíssimas, e em sua atmosfera o efeito estufa é tão intenso que impossibilita a presença de água em estado líquido.
- b) Pelas características atmosféricas de Vênus, não é possível encontrar água no estado líquido.
- c) Vênus apresenta temperaturas muito altas, impossibilitando a presença de água em estado líquido.
- d) A pressão atmosférica em Vênus é muito alta, impedindo a presença de água em estado líquido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALAVARSE, O. M. Desafios da avaliação educacional: ensino e aprendizagem como objetos de avaliação para a igualdade de resultados. *Cadernos Cenpec*, São Paulo, v. 3, n. 1, p. 135-153, jun. 2013.

O artigo aborda aspectos da avaliação educacional que são pontos de apoio para uma escolarização de sucesso para todos, com a possibilidade de diálogo entre avaliações externas e internas.

ANDRE, M. E. D. A. de. Avaliação escolar: além da meritocracia e do fracasso. *Cadernos de Pesquisa*, São Paulo, Fundação Carlos Chagas, n. 99, p. 16-20, 1996.

Esse artigo discute a função social da avaliação escolar e destaca a importância da avaliação formativa e da diferenciação do ensino para se traçar um plano de ação de modo a evitar o fracasso escolar.

ARAYA, A. M. O.; SOUZA FILHO, M. P.; GIBIN, G. B. (org.). *O ensino de Ciências e as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC): pesquisas desenvolvidas na educação básica*. São Paulo: Editora Unesp, 2021. E-book (220 p.). Disponível em: <http://editoraunesp.com.br/catalogo/9786557140543%2co-ensino-de-ciencias-e-as-tecnologias-digitais-da-informacao-e-comunicacao-tdic>. Acesso em: 30 ago. 2022.

A obra discute possibilidades e limitações no emprego das TDIC no ensino de Ciências e compartilha relatos de experiência com diferentes estratégias para o seu uso.

ARAÚJO, E. S. N. N.; CALUZI, J. J.; CALDEIRA, A. M. A. *Práticas integradas para o ensino de Biologia*. São Paulo: Escrituras, 2008.

Este livro apresenta resultados e discussões a respeito de trabalhos de pesquisa da área e discute práticas pedagógicas interdisciplinares, com enfoque CTSA e que abordam a História da Ciência.

AUGUSTINHO, E.; VIEIRA, V. S. Aprendizagem significativa como alicerce para metodologias ativas no ensino de Ciências: uma interlocução em prol da educação de jovens e adultos. *Nova Revista Amazônica*, Pará, v. 9, n.1, p. 41, 2021.

O artigo destaca a importância da formação docente para atuar na busca da participação ativa do estudante, na qual ele seja protagonista e sujeito de sua aprendizagem.

AUSUBEL, D. *Psicologia educativa: um ponto de vista cognoscitivo*. México: Trillas, 1976 apud SCHNETZLER, R. Construção do conhecimento e ensino de ciências. *Em Aberto*, Brasília, DF, v. 11, n. 55, jul./set. 1992.

O artigo faz uma crítica ao modelo de ensino focado na transmissão de informações, ressaltando que o ensino de Ciências tem um papel fundamental de dar sentido às situações do cotidiano que são de importante compreensão para os estudantes.

BARR, V.; STEPHENSON, C. *Bringing computational thinking to K-12: what is Involved and what is the role of the computer science education community?* ACM Inroads, New York, v. 2, n. 1, p. 48-54, mar. 2011.

O artigo aborda os desafios da implementação do pensamento computacional na educação.

BASTOS, F.; NARDI, R. *Formação de professores e práticas pedagógicas no ensino de ciências: contribuições da pesquisa na área*. São Paulo: Escrituras, 2008.

O livro abrange investigações e reflexões sobre os problemas e caminhos para a formação de professores no Brasil.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). *Sistema de Avaliação da Educação Básica: documento de referência (versão 1.0)*. Brasília, DF, p. 8, 2018. Disponível em: https://download.inep.gov.br/educacao_basica/saeb/2018/documentos/saeb_documentos_de_referencia-versao_1.0.pdf. Acesso em: 4 jul. 2022.

O documento oferece informações e referências que vão orientar as próximas edições do Saeb.

BRASIL. Lei nº 9394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, p. 27833, 23 dez. 1996.

A LDB, com base nos princípios da Constituição Federal, esclarece as finalidades da educação escolar e estabelece suas diretrizes e bases.

BRASIL. Lei nº 13005, de 25 de junho de 2014. Aprova o Plano Nacional de Educação (PNE) e dá outras providências. *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, Edição Extra, p. 1 (Publicação Original), 26 jun. 2014.

A Lei, entre outras providências, estabelece diretrizes, metas e estratégias para o Plano Nacional de Educação.

BRASIL. Ministério da Educação. *Caderno de práticas. Competências socioemocionais como fator de proteção à saúde mental e ao bullying*. Brasília, DF: MEC, [2019?]. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/implementacao/praticas/caderno-de-praticas/aprofundamentos/195-competencias-socioemocionais-como-fator-de-protecao-a-saude-mental-e-ao-bullying>. Acesso em: 14 jul. 2022.

No Caderno de práticas são abordadas diversas temáticas, nesta em específico discute-se o desenvolvimento das competências socioemocionais, saúde mental e bullying.

BRASIL. Ministério da Educação. Resolução nº 4, de 13 de julho de 2010. Define Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica. *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, n. 133, p. 824-828, 14 jul. 2010.

A Resolução define as Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica a partir da sua data de publicação.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília, DF: MEC/SEF, 2018.

O documento tem caráter normativo e obrigatório, sendo o eixo estruturante dos currículos ao definir competências e habilidades mínimas que devem ser desenvolvidas ao longo das etapas da Educação Básica.

BRASIL. Ministério da Educação. *Temas Contemporâneos Transversais: contexto histórico e pressupostos pedagógicos*. Brasília, DF: MEC/SEB, 2019.

O documento apresenta os quinze TCTs, bem como os pressupostos pedagógicos e um panorama histórico da sua implementação.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉRES, D. *Formação de professores de Ciências: tendências e inovações*. 8. ed. São Paulo: Cortez, 2011. Este livro discute as necessidades formativas do professor de Ciências.

CERATI, T. M. *Educação em jardins botânicos na perspectiva da alfabetização científica: análise de uma exposição e público*. 2014. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

A tese apresenta uma investigação a respeito da alfabetização científica em jardins botânicos, utilizando-se da discussão de temas científicos e questões ambientais.

CSTA/ISTE. *Computational Thinking: leadership toolkit*, 2011. Disponível em: https://cdn.iste.org/www-root/2020-10/ISTE_CT_Leadership_Toolkit_booklet.pdf. Acesso em: 30 ago. 2022.

O site apresenta a “definição operacional” do pensamento computacional, seus pilares e habilidades.

DEL-CORSO, T. M. *A vista do meu ponto: práticas epistêmicas, argumentos e explicações no contexto de uma sequência de ensino por investigação e história da ciência*. 2020. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

A tese propõe uma sequência de ensino com base nos referenciais Sócio-construtivismo, Práticas Epistêmicas, História da Ciência e Ensino de Ciências por Investigação para trabalhar a construção de argumentos e explicações de caráter científico.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2018.

O livro aborda os fundamentos e métodos do ensino de Ciências, visando à formação de professores. Propõe o uso da dinâmica didático-pedagógica dos três momentos pedagógicos.

FAZENDA, I. C. *Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia?* 5. ed. São Paulo: Loyola, 2002.

O livro discute a integração, a interdisciplinaridade e o dinamismo desse movimento na educação brasileira.

FERNANDES, C. O. *Indagações sobre currículo: currículo e avaliação*. Brasília, DF: MEC/SEF, 2007.

A publicação visa promover uma discussão sobre a concepção de currículo e seus desdobramentos, bem como sobre o processo de elaboração deste.

GARDNER, H. *Estruturas da mente: a teoria das inteligências múltiplas*. Porto Alegre: Artmed, 1994.

Em seu livro, Gardner introduz a Teoria das Inteligências Múltiplas que, de forma geral, considera que há sete tipos de inteligências. A teoria foi de grande importância para a educação por promover a reflexão a respeito das metodologias de ensino que desconsideram a heterogeneidade dos estudantes e suas capacidades.

GAUTHIER, C. et al. *Por uma teoria da Pedagogia: pesquisas contemporâneas sobre o saber docente*. Ijuí: Unijuí, 1998.

A obra discorre a respeito dos saberes docentes, um repertório de conhecimentos pedagógicos que possibilitam ao professor uma melhor prática do ensino.

GOMES, M. M. *Conhecimentos ecológicos em livros didáticos de Ciências: aspectos sócio-históricos de sua constituição*. 2008. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2008.

A tese apresenta os resultados de uma pesquisa da abordagem do conhecimento ecológico em livros didáticos de Ciências no período entre 1970 e 2000.

HADJI, C. *Avaliação desmistificada*. Porto Alegre: Artmed, 2001.

O livro aborda a avaliação escolar como uma estratégia a serviço das aprendizagens.

JACOBI, P. R. *Educação ambiental: o desafio da construção de um pensamento crítico, complexo e reflexivo*. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 233-250, maio/ago. 2005.

O artigo discute a importância da educação ambiental em uma perspectiva interdisciplinar como uma estratégia para formar estudantes críticos e reflexivos, especialmente em relação aos riscos que a sociedade corre com a degradação permanente do ambiente.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. *Argumentación y uso de pruebas: construcción, evaluación y comunicación de explicaciones en Biología y Geología*. In: CAÑAL, P. (coord.). *Didáctica de la Biología y la Geología*. Barcelona: Graó, 2011, p. 129-149 apud JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; BROCOS, P. Desafios metodológicos na pesquisa da argumentação em Ensino de Ciências. *Revista Ensaio*, Belo Horizonte, v. 17, n. especial, p. 139-159, nov. 2015.

O artigo explora os principais desafios metodológicos envolvidos na pesquisa da argumentação no ensino de Ciências.

KRASILCHIK, M. *Prática de ensino de Biologia*. 4. ed. São Paulo: Edusp, 2005.

A obra visa à formação de docentes de Biologia, apresentando as principais tendências e concepções educacionais para o ensino desse componente curricular.

KRASILCHIK, M.; MARANDINO, M. *Ensino de Ciências e cidadania*. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2007.

A obra discorre sobre a importância do conhecimento científico para a compreensão de problemas complexos, defendendo propostas interdisciplinares de ensino.

LEIS, H. R. *Sobre o conceito de interdisciplinaridade*. *Cadernos de pesquisa interdisciplinar em Ciências Humanas*, Florianópolis, v. 6, n. 73, p. 2-23, ago. 2005.

O artigo discute sobre como a interdisciplinaridade se apresenta no campo acadêmico atual.

LIBÂNEO, J. C. *Reflexividade e formação de professores: outra oscilação do pensamento pedagógico brasileiro?* In: PIMENTA, S. G.; GHEDIN, E. (org.). *Professor reflexivo no Brasil: gênese e crítica de um conceito*. 6. ed. São Paulo: Cortez, 2010.

Este capítulo de livro aborda as bases do conceito de reflexividade, bem como a sua implementação na formação de professores no Brasil.

MACHADO, V. F.; SASSERON, L. H. *As perguntas em aulas investigativas de Ciências: a construção teórica de categorias*. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 12, n. 2, p. 29-44, 2012.

O artigo defende a importância das perguntas em sala de aula e apresenta um instrumento para análise das perguntas elaboradas pelos professores em situações de ensino que visam à promoção da alfabetização científica.

MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. *Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos*. São Paulo: Cortez, 2009.

A obra compartilha reflexões e práticas de ensino de Biologia em diferentes espaços.

MOREIRA, M. A. *A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula*. Brasília, DF: UnB, 2006.

O livro discorre a respeito da Teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel e seu impacto na organização do ensino.

NARDI, R. *Educação em Ciências: da pesquisa à prática docente*. São Paulo: Escrituras, 2010. v. 3.

A coletânea de artigos que compõe esta obra trata dos desafios da formação de professores de Ciências.

NARDI, R.; ALMEIDA, M. J. P. M. (org.). *Analogias, leituras e modelos no ensino da Ciência: a sala de aula em estudo*. São Paulo: Escrituras, 2006. v. 6.

Este livro aborda o uso da linguagem, analogias, leituras e modelos no ensino de Ciências, destacando problemas e propondo estratégias para a sala de aula.

NOGUEIRA, M. L. S. L. S. *Práticas interdisciplinares: a interdisciplinaridade na Educação Básica e na Educação Ambiental*. Curitiba: Appris, 2017.

A obra discute o conceito de interdisciplinaridade e propõe práticas interdisciplinares e pluridisciplinares de Educação Ambiental.

OLIVEIRA, A. S.; OLIVEIRA, S. G. S.; SILVA, F. S. As TDIC na formação continuada de professores de Ciências e Matemática: uma revisão de literatura no ENPEC. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 13., 2021, online. Anais [...]. Campina Grande: Editora Realize, 2021. p. 1-8.

A publicação apresenta uma revisão de literatura dos trabalhos de formação continuada de professores em Ciências e Matemática apresentados nos eventos do Enpec. Nota-se, por meio da análise, uma tendência para formação de professores visando à integração das tecnologias de informação e comunicação (TDIC), principalmente articuladas à Resolução de Problemas e à Abordagem Temática.

PAVÃO, A. C.; FREITAS, D. (org.). *Quanta Ciência há no ensino de Ciências*. São Carlos: EdUFSCar, 2011.

O livro aborda o ensino de Ciências e a prática docente sob diferentes perspectivas teóricas.

POZO, J. I.; CRESPO, M. Á. G. *A aprendizagem e o ensino de Ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

O livro aborda as perspectivas psicológicas e didáticas da aprendizagem de Ciências, especialmente dos conteúdos específicos de Química e Física, componentes que têm um caráter mais abstrato.

REMPEL, C. et al. Percepção de estudantes de Ciências Biológicas sobre diferentes metodologias de ensino. *Signos*, Lajeado, ano 37, n. 1, p. 82-90, 2016.

O artigo traz um estudo sobre a implementação de diferentes metodologias de ensino em sala de aula e os resultados demonstram a importância das práticas em campo e dos trabalhos em grupo.

RIBEIRO, V. S.; BARBOSA, J. *Multiletramentos*. TECLE – Centro de Pesquisas sobre Tecnologias, Letramentos e Ensino, [20--?]. Disponível em: <https://www2.iel.unicamp.br/tecle/encyclopedia/multiletramentos/>. Acesso em: 30 ago. 2022.

A página define o conceito de multiletramentos e traz suas principais bases teóricas.

ROJO, R. H.; MOURA, E. (org.). *Multiletramentos na escola*. São Paulo: Parábola, 2012.

A obra discorre sobre as novas linguagens do mundo contemporâneo e a necessidade de um letramento crítico na formação dos estudantes.

SANTOS, V. M. N. *Formação de professores para o estudo do ambiente: projetos escolares e a realidade socioambiental local*. 2006. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

A tese de doutorado apresenta uma pesquisa em formação de professores críticos e inovadores a partir do desenvolvimento de projetos escolares de educação socioambiental.

SANTOS, W. L. P.; AULER, D. (org.). *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas*. Brasília, DF: Editora UnB, 2011.

Esta obra traz reflexões críticas a respeito da abordagem CTS, apontando, além de suas contribuições, possibilidades e desafios para a sua implementação na sala de aula.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 17, n. especial, p. 49-67, nov. 2015.

O artigo busca traçar relações entre as ideias da alfabetização científica, do ensino por investigação e da argumentação em situações de ensino de Ciências, propondo o estabelecimento do que chamaram “cultura científica escolar”.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011a.

O artigo apresenta uma revisão bibliográfica do conceito de Alfabetização Científica e seus eixos estruturantes. Além disso, indica

as habilidades que os estudantes devem desenvolver para serem considerados alfabetizados cientificamente.

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

O artigo apresenta a análise de uma sequência didática com temática CTSA visando à alfabetização científica. Os episódios da sequência foram analisados por meio de indicadores de alfabetização científica, como o desenvolvimento de competências próprias das ciências e do fazer científico.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo. Os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 17, n. 1, p. 97-114, 2011b.

O artigo aborda uma análise da argumentação em sala de aula com base no padrão proposto por Toulmin. Constata-se, por meio dos indicadores de alfabetização científica, a existência de um ciclo argumentativo que permite aos estudantes a elaboração de argumentos mais coerentes e completos.

TALAMONI, J. L. B.; SAMPAIO, A. C. *Educação ambiental: da prática pedagógica à cidadania*. São Paulo: Escrituras, 2004. v. 4.

A obra trata da educação ambiental como estratégia pedagógica para a formação de cidadãos mais conscientes e atuantes em relação à sustentabilidade. Os temas discutidos podem contribuir para o planejamento de ensino.

TARDIF, M. *Saberes docentes e formação profissional*. 12. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.

O livro discorre sobre os saberes específicos da formação docente, o saber-fazer e as competências e habilidades que devem ser mobilizadas enquanto responsável pelos processos de ensino e aprendizagem.

TEIXEIRA, P. M. M. (org.). *Ensino de Ciências: pesquisas e reflexões*. Ribeirão Preto: Holos, 2006.

Neste livro, a partir de relatos são propostas reflexões a respeito de temas importantes do ensino de Ciências na atualidade, como a utilização de tecnologias como recursos pedagógicos, o livro didático, etnobiologia etc.

TRIVELATO, S. F.; SILVA, R. L. F. *Ensino de Ciências*. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

Este livro traz “o quê”, “como” e “por quê” ensinar determinados tópicos dos conteúdos específicos das Ciências da Natureza no Ensino Fundamental.

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

O artigo discorre sobre a leitura inferencial e o uso dos livros didáticos.

VILLAS BOAS, B. M. F. *Portfólio, avaliação e trabalho pedagógico*. Campinas: Papirus, 2004.

A obra discute aspectos da avaliação de caráter formativo, propondo a utilização de estratégias, como o uso dos portfólios construídos pelos estudantes.

WING, J. *Pensamento computacional – Um conjunto de atitudes e habilidades que todos, não só cientistas da computação, ficam ansiosos para aprender e usar*. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, Ponta Grossa, v. 9, n. 2, p. 1-10, maio/ago. 2016.

O artigo traz a definição de pensamento computacional e descreve suas características.

ZABALA, A. *A prática educativa: como ensinar*. Porto Alegre: Artmed, 1998.

A obra tem um caráter norteador da prática educativa, promovendo reflexões a respeito da função social do ensino, das interações em sala de aula, do papel do professor e dos estudantes, da gestão de tempo, do planejamento e da avaliação.

ZEICHNER, K. M. *A formação reflexiva de professores: ideias e práticas*. Lisboa: Educa, 1993.

O livro aborda as bases do conceito de reflexão implementado na formação de professores.

ORIENTAÇÕES ESPECÍFICAS PARA O 9º ANO

CONHEÇA A PARTE ESPECÍFICA DESTA UNIDADE

A seguir, estão detalhadas as orientações específicas deste **Manual do professor**. Elas são feitas página a página, nas laterais e nas margens inferiores, com indicações de resolução das atividades, propostas de abordagem pedagógica e conteúdos complementares para auxiliar a prática docente. Veja o que você vai encontrar na parte específica.

Objetivos da Unidade

Em todas as aberturas de Unidade, são apresentados os objetivos gerais que se espera que os estudantes atinjam ao final do estudo da Unidade.

Orientações didáticas

Comentários e orientações para auxiliar a prática docente, além de informações que ajudem o professor a trabalhar e ampliar os assuntos tratados na Unidade.



Objetivos da Unidade

- Conhecer algumas interpretações do céu feitas por povos antigos e por povos indígenas brasileiros.
- Valorizar o conhecimento construído por diferentes povos e culturas sobre Astronomia.
- Diferenciar constelação e asteroísmo.
- Conhecer algumas unidades de comprimento utilizadas para medir distâncias em Astronomia.
- Identificar corpos celestes que compõem o Sistema Solar.
- Compreender o que são galáxias.
- Localizar a Terra e o Sol no Universo.
- Comparar as características dos planetas que compõem o Sistema Solar.
- Descrever sinteticamente o processo evolutivo de uma estrela, associando-o à sua massa.
- Compreender as consequências do ciclo evolutivo do Sol sobre a Terra.
- Construir um modelo tridimensional do Sistema Solar levando em conta a adequação das escalas para representar o tamanho dos corpos celestes e a distância entre eles.
- Conhecer as condições que tornam possível a existência nos corpos celestes de vida como a conhecemos.
- Descobrir, a partir de um modelo tridimensional, que as estrelas que compõem uma constelação não necessariamente se encontram no mesmo plano.
- Refletir sobre a importância da colaboração para o desenvolvimento científico.
- Refletir sobre a atuação de recursos financeiros em pesquisas científicas.

Temas contemporâneos transversais (TCTs) em foco nesta Unidade

- **Ciência e Tecnologia:** apresentar o desenvolvimento tecnológico associado à evolução dos conhecimentos astronômicos.
- **Educação para valorização do multiculturalismo nas matrizes históricas e culturais brasileiras:** abordar características dos conhecimentos astronômicos afro-indígenas e indígenas associados aos seus mitos.
- **Biodiversidade Cultural:** analisar aplicações de conhecimentos astronômicos por diferentes culturas.

Habilidades da BNCC em foco nesta Unidade

- **EF09CI14:** Descrever a composição e a estrutura do Sistema Solar (Sol, planetas rochosos, planetas gigantes gasosos e corpos menores), assim como a localização do Sistema Solar na nossa Galáxia (a Via Láctea) e do Universo (agrupar uma galáxia dentro de bilhões).
- **EF09CI15:** Relacionar diferentes leituras da vida e explicações sobre o origem da Terra, do Sol ou do Sistema Solar às necessidades de distintos cultivos (agricultura, caça, mito, orientação espacial e temporal etc.).
- **EF09CI16:** Selecionar argumentos sobre a viabilidade da sobrevivência humana fora da Terra, com base nas condições necessárias à vida, nas características dos planetas e nas distâncias e nos tempos envolvidos em viagens interplanetárias e interestelares.
- **EF09CI17:** Analisar o ciclo evolutivo do Sol (nascimento, vida e morte) baseado no conhecimento das etapas de evolução de estrelas de diferentes dimensões e os efeitos desse processo em nosso planeta.

182



Orientações didáticas

- Para iniciar a Unidade, oriente os estudantes a analisar suas ideias e a responder às questões do quadro **Começando a Unidade** no caderno, para que possam retornar a elas no final da Unidade, verificando e aprimorando os conceitos desenvolvidos. Durante essa retomada, fique atento a possíveis erros conceituais, visitando os assuntos sempre que necessário.
- Explore as imagens da abertura, que mostram o telescópio espacial James Webb e sua primeira imagem de campo profundo, feita em 2022. Nessa imagem, é possível ver algumas estrelas da Via Láctea, que são os pontos luminosos com a aparência de oito pinos, e galáxias distantes, que são todos os demais elementos luminosos que aparecem na imagem.
- É possível que algum estudante pergunte se as estrelas têm portas, devido à aparência na imagem. Nesse caso, explique que isso é um efeito óptico causado pelo telescópio chamado *paralaxe de difração*. Todas as estrelas, assim como o Sol, têm formato esférico. Outro questionamento que pode surgir é por que algumas galáxias parecem estar distorcidas em um padrão curvado no centro da imagem. Isso se deve a um efeito gravitacional chamado *luz das galáxias ao viajar pelo espaço* chamado "lente gravitacional".
- Proponha uma reflexão sobre missões espaciais de exploração, como as robôs enviados a Marte, e de imaginação, como os telescópios espaciais, perguntando a opinião deles sobre o tema.
- Explore o conhecimento dos estudantes sobre o Sistema Solar, indagando sobre seus componentes, o nome dos planetas e suas principais características. Pergunte se já ouviram falar a respeito de planetas fora do Sistema Solar, orbitando outras estrelas além do Sol.
- Comente a importância dos estudos sobre o Universo e a geração de tecnologia para essa fim. Explique que muitos objetos que utilizamos no dia a dia foram desenvolvidos para atender a necessidades de missões espaciais, como vértice e sistema de comunicação satélites.
- Nesta Unidade, é importante que os estudantes compreendam o conhecimento astronômico como oriundo da contribuição de diversos pesquisadores e estudantes ao longo dos séculos. Explique que, assim como as outras áreas da Ciência, a Astronomia está em contínua mudança alinhada ao surgimento de novos instrumentos de estudo. Com isso, desenvolve-se a **competência específica 1** de **Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental**, prevista pela BNCC.

Começando a Unidade

1. Na sua opinião, qual é a importância do desenvolvimento tecnológico e científico centrado na vida humana?

2. Quais são as principais características do Sistema Solar?

3. O que é necessário para que possa haver vida em outros planetas?

Por que estudar esta Unidade?

O Universo do qual nos cercamos possui uma variedade de fenômenos e corpos celestes que vão muito além do que conhecemos. No entanto, a maioria dos fenômenos e corpos celestes que conhecemos são aqueles que compõem o Sistema Solar e suas características. A imagem do telescópio espacial James Webb, que mostra o nascimento de uma estrela, é um exemplo de fenômeno que ocorre fora do Sistema Solar.

Respostas – Começando a Unidade

1. Resposta pessoal. Espere-se que os estudantes mencionem a importância do desenvolvimento tecnológico para a Ciência e a ampliação do conhecimento humano, o que permite a geração de equipamentos cada vez mais sofisticados para o estudo do Universo.
2. Espere-se que, nesse nível de escolaridade, eles já saibam o nome dos planetas do Sistema Solar: Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno.
3. Resposta pessoal. Com base em conhecimentos prévios, podem mencionar fatores como água, luz e a composição da atmosfera. Pergunte-lhes se acham que exista vida fora da Terra e como seria essa vida.

183

Habilidades da BNCC em foco nesta Unidade

Listagem e descrição das habilidades da Base Nacional Comum Curricular cujo desenvolvimento é favorecido pelo conteúdo trabalhado na Unidade.

Respostas

Sugestões de respostas e orientações para a realização ou ampliação das atividades propostas nas diferentes seções do livro. O título desta parte indica a seção do livro do estudante a que as respostas correspondem.

Temas Contemporâneos Transversais (TCTs) em foco nesta Unidade

Indicação dos TCTs que perpassam o desenvolvimento da Unidade.

Destaque de TCTs, habilidades e competências da BNCC

Ao longo das orientações didáticas, as citações dos códigos das habilidades de Ciências da Natureza e as menções às competências gerais e específicas para o Ensino Fundamental constantes da BNCC, além dos Temas Contemporâneos Transversais, são destacadas de modo a facilitar a localização das orientações sobre elas.

Orientações didáticas

- Nesse momento, serão retomados e aprofundados os estudos a respeito dos estados físicos da matéria, explorando as propriedades de cada estado físico da perspectiva dos fenômenos submicroscópicos, representados por meio de modelos de partículas. Essa abordagem mobiliza parcialmente a habilidade **EF03CI03** da BNCC. É importante garantir que os estudantes compreendam e diferenciem fenômenos macroscópicos e submicroscópicos, e como são criados modelos e diferentes simbologias utilizadas para representar esses fenômenos. Encoraje que a maneira de representar os átomos utilizada nesta e em outras Unidades; lefebre com tamanhos e cores diferentes é apenas uma simbologia que facilita a abstração ao nível submicroscópico, quaisquer outros símbolos, no entanto, também podem ser utilizados, desde que bem explicados e fundamentados.
- Modelos semelhantes ao apresentado na ilustração "Dispositivos possuem das partículas em um material sólido" serão utilizados frequentemente para indicar as partículas de vários materiais. Ressalte que este modelo é uma representação das partículas submicroscópicas e tem como objetivo facilitar sua visualização e o desenvolvimento de novas ideias pelas estudantes. Deve ficar claro para a turma que mesmo um modelo não sendo uma representação fiel da realidade, ele é muito útil, pois facilita a visualização de processos, ideias e eventos que são muito abstratos e o caso das diferentes interações que regem os estados físicos da matéria. Comente que essa limitação não inviabiliza o uso dos modelos, pois são empregados pelos cientistas na produção do conhecimento, para testar ou refutar suas hipóteses, além de serem aplicados à medida que novos resultados experimentais são obtidos.

3 Estados físicos da matéria

Sólido, líquido e gasoso

A temperatura de 25 °C, a pressão atmosférica ao nível do mar, o ferro e o oxeto de cálcio são sólidos; a água e o mercúrio são líquidos; o metano e o dióxido de carbono são gases. Como explicar essas diferenças de estado físico?

A matéria é formada por partículas muito pequenas. Em todos os estados físicos, as partículas estão em constante movimento de vibração ou agitação térmica. A diferença entre os estados físicos ocorre no modo de organização das partículas do material, ou seja, na maneira ou na menor agregação entre elas.

Para compreender os estados físicos da matéria, vamos utilizar o modelo de partículas, no qual cada uma delas será representada por uma esfera colorida.

Os **modelos** são formas de representar processos ou fenômenos com o objetivo de facilitar, por exemplo, a sua visualização ou o seu entendimento. Vale ressaltar que as partículas que constituem a matéria não são esféricas nem apresentam cores, o que os tamanhos e suas proporções são diferentes dos utilizados para representá-las.

O estado sólido

Os materiais sólidos apresentam como características **manutenção** do formato definido e o volume constante sem determinada temperatura. Isso pode ser explicado se considerarmos que os sólidos são formados por partículas que estão vibrando bem próximas e são fortemente atraídas umas pelas outras. Alguns sólidos podem apresentar estrutura com partículas organizadas, e outros, não. Considere o esquema a seguir.

Disposições possíveis das partículas em um material sólido

Organizada
Representa a organização das partículas em um material sólido cristalino, onde as partículas estão bem organizadas em uma estrutura regular.

Desorganizada
Representa a organização das partículas em um material sólido amorfoso, onde as partículas não estão bem organizadas em uma estrutura regular.

Fonte: NEVETS, R. G. Física geral, vol. 2, 4ª ed., Porto Alegre: Bookman, 2015.

Reprodução da página do livro do estudante

Contra a seguir algumas propriedades específicas observáveis nos sólidos.

Dureza é a propriedade relacionada à capacidade de riscar e ser riscado. Quanto mais duro for um sólido, mais difícil é riscar sua superfície. Isso acontece quando as partículas se agregam de maneira muito próxima e organizada na estrutura do sólido, como no diamante, que é embelegado em diversas aplicações por conta dessa propriedade. Ele pode ser lapidado a fim de ser usado para cortar ferro e aço, sem perder, por isso, mais e rasgar diferentes tipos de instrumento.

A **deformabilidade** e a **maleabilidade** estão relacionadas com a capacidade que alguns sólidos apresentam de se deformar e não recuperarem o formato original quando a força causadora da deformação cessa. Isso é possível porque as partículas não formam estruturas tão organizadas.

A **elasticidade** é característica dos sólidos que se deformam, mas recuperam o formato original quando cessa a força causadora da deformação. Se a força aplicada é maior que a força de interação entre as partículas que formam o material, então ele se rompe e não volta ao seu formato original.

Resistência ou tenacidade é a propriedade dos materiais relacionada com sua capacidade de suportar forças externas sem se romper ou se fraturar. Um coroa sólido formado por ferro é mais resistente do que um formado por alumínio.

Materiais e fatos são relevantes por não são abordados especificamente. A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 2014.

Sugestão de recurso complementar

Artigo
RIZTOLO, M. A. A ligação química da natureza. Portal do Conselho Regional de Química – IV Região, 2011. O texto aborda conceitos como material híbrido, compósitos e nanocompósitos. Disponível em: https://www.crq.org.br/quimica/viv_materiais_hibridos. Acesso em: 11 ago. 2022.

Orientações didáticas

- Trabalhe cada uma das propriedades dando exemplos de materiais que estejam presentes no cotidiano dos estudantes. Comente a diferença entre diamante e brilhante: o primeiro se trata de uma pedra encontrada na natureza e o segundo é um tipo de lapidação do diamante (e também de outras gemas), comumente utilizado em joias. Enfatize a importância de se conhecer as propriedades dos materiais para selecionar aqueles mais adequados a cada função. Caso julgue pertinente, comente a respeito dos materiais compósitos, que são combinações de materiais diferentes, com o objetivo de obter um material com propriedades distintas das originais. O texto indicado na Sugestão de recurso complementar trata desse assunto.
- Se julgar oportuno, solicite que os estudantes realizem, como tarefa de casa, a leitura do Tema 3 e elaborem um mapa conceitual apresentando os principais conceitos apresentados no texto. No dia da aula, solicite a seguinte peça a alguns estudantes que apresentem seus mapas conceituais para a turma. Tire as dúvidas que surgirem, solicite aos estudantes que realizem os ajustes necessários e exponha os mapas produzidos na sala para auxiliar no desenvolvimento do tema. Essa mesma prática pode ser realizada para cada um dos estados físicos apresentados no material.

Sugestão de recurso complementar

Indicação de livros, artigos científicos, sites e vídeos para o professor ampliar ou aprofundar os assuntos abordados.



9^o
ano

Organizadora: Editora Moderna

Obra coletiva concebida, desenvolvida e produzida pela Editora Moderna.

Editora responsável: Rita Helena Bröckelmann

Licenciada em Ciências e Biologia pelo Centro Universitário da Fundação Educacional Guaxupé (MG).
Especialista em Manejo de Doenças de Plantas pela Universidade Federal de Lavras (MG).
Lecionou Biologia e Ciências em escolas públicas e particulares de São Paulo. Editora.

Componente curricular: CIÊNCIAS

1ª edição

São Paulo, 2022



Elaboração dos originais:**Cristiane Roldão**

Bacharel em Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Mestre e doutora em Física (área de Física Teórica) pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Professora.

Fábio Rizzo de Aguiar

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

Fernando Frochtengarten

Bacharel e Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade de São Paulo. Mestre e doutor em Psicologia (Psicologia Social) pela Universidade de São Paulo. Professor e coordenador pedagógico.

Flávia Ferrari

Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade de São Paulo. Professora.

Juliana Bardi

Bacharel e licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Doutora em Ciências no Programa Ciências Biológicas (Zooloogia) pela Universidade de São Paulo. Editora.

Júlio Pedroni

Licenciado em Ciências da Natureza pela Universidade de São Paulo. Editor.

Lais Alves Silva

Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade São Judas Tadeu (SP). Licenciada no Programa Especial de Formação Pedagógica de Docentes para as disciplinas do currículo do Ensino Fundamental (quatro últimas séries), do Ensino Médio e da Educação Profissional em Nível Médio pela Universidade Católica de Brasília. Editora.

Luciana Keler Machado Corrêa

Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de São Carlos. Bacharel em Comunicação Social (Produção Editorial) pela Universidade Anhembi Morumbi (SP). Editora.

Marcelo Pulido

Licenciado em Química pela Universidade de São Paulo. Mestre em Ciências no programa: Ensino de Ciências (Modalidades Física, Química e Biologia) da Universidade de São Paulo. Professor, editor e autor.

Marina Vieira Santos

Licenciada em Química pela Universidade Federal de Alfenas (MG). Mestre em Ciências (área de concentração: Ensino de Química) pela Universidade de São Paulo. Editora.

Marta de Souza Rodrigues

Licenciada em Física pela Universidade de São Paulo. Mestre em Ciências (Ensino de Ciências modalidades Física, Química e Biologia – Área de concentração: Ensino de Física) pela Universidade de São Paulo. Professora.

Mauro Faro

Engenheiro Químico pela Universidade de São Paulo. Licenciado em Química pelas Faculdades Oswaldo Cruz (SP). Mestre em Engenharia (Engenharia Química) pela Universidade de São Paulo. Professor.

Murilo Tissoni

Licenciado em Química pela Universidade de São Paulo. Professor e autor.

Natalia Leporo Torcato

Licenciada em Ciências da Natureza pela Universidade de São Paulo. Mestre em Ciências no Programa Ensino de Ciências (área de concentração: Ensino de Biologia) pela Universidade de São Paulo. Editora.

Patricia Araújo dos Santos

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

Rodrigo Uchida Ichikawa

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

Ruggero Tavares Santi

Bacharel e licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade de São Paulo. Professor.

Tassiana Carvalho

Licenciada em Física pela Universidade de São Paulo. Mestre e doutora em Ciências (Ensino de Ciências modalidades Física, Química e Biologia – Área de concentração: Ensino de Física) pela Universidade de São Paulo. Professora.

Del-Corso, Thiago Marinho

Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Campinas. Mestre em Ciências em Ensino de Ciências (Modalidades Física, Química e Biologia) pela Universidade de São Paulo. Doutor em Educação (Ensino de Ciências e Matemática) pela Universidade de São Paulo. Professor.

Vanessa Shimabukuro

Bacharel e licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade de São Paulo. Mestre em Ciências (Zooloogia) pela Universidade de São Paulo. Editora.

Edição de texto: Patrícia Araújo dos Santos (coord.), Natalia Leporo Torcato (coord.), Andrezza Cacione, Denise Minematsu, Júlio Pedroni, Lais Alves Silva, Lara Vieira Leite, Luciana Ribeiro Guimarães, Murilo Tissoni, Rodrigo Uchida Ichikawa, Zanith Cook

Assistência editorial: Edna Gonçalves dos Santos

Gerência de design e produção gráfica: Patrícia Costa

Coordenação de produção: Denis Torquato

Gerência de planejamento editorial: Maria de Lourdes Rodrigues

Coordenação de design e projetos visuais: Marta Cerqueira Leite

Projeto gráfico: Aurélio Camilo, Vinícius Rossignol Felipe

Capa: Tatiane Porusselli, Daniela Cunha

Ilustração: Matheus Costa

Coordenação de arte: Wilson Gazzoni Agostinho

Edição de arte: Clayton Renê Pires Soares

Editoração eletrônica: Essencial Design

Ilustrações dos ícones-medida: Nelson Matsuda

Coordenação de revisão: Elaine C. del Nero

Revisão: Cecília Oku, Maristela Carrasco, Nancy H. Dias, Renato da Rocha, Roseli Simões, Vera Rodrigues

Coordenação de pesquisa iconográfica: Flávia Aline de Moraes

Pesquisa iconográfica: Luciana Vieira

Coordenação de bureau: Rubens M. Rodrigues

Tratamento de imagens: Ademir Francisco Baptista, Ana Isabela Pithan Maraschin, Denise Feitoza Maciel, Marina M. Buzzinaro, Vânia Maia

Pré-impressão: Alexandre Petreca, Fabio Roldan, José Wagner Lima Braga, Marcio H. Kamoto, Selma Brisolla de Campos

Coordenação de produção industrial: Wendell Monteiro

Impressão e acabamento:

A imagem estilizada da capa, ilustrada por Matheus Costa de Florianópolis, Santa Catarina, representa corpos celestes e um satélite sendo observados por estudantes a olho nu e com telescópio.

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

Arsribá conecta ciências : 9ª ano / organizadora Editora Moderna ; obra coletiva concebida, desenvolvida e produzida pela Editora Moderna ; editora responsável Rita Helena Bröckelmann. -- 1. ed. -- São Paulo : Moderna, 2022.

Componente suzucilar: Ciências.
ISBN 978-85-16-13270-3

1. Ciências (Ensino fundamental) I. Bröckelmann, Rita Helena.

02-113564 CDD-372.35

Índices para catálogo sistemático:

1. Ciências : ensino fundamental 372.35
Cibele Maria Diaz - Bibliotecária - CRB-879407

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

Todos os direitos reservados

EDITORA MODERNA LTDA.
Rua Padre Adelino, 75B - Belenzinho
São Paulo - SP - Brasil - CEP 03303-904
Atendimento: Tel. (11) 3240-6966
www.moderna.com.br
2022
Impresso no Brasil

1 3 5 7 9 10 8 6 4 2

APRESENTAÇÃO

Certamente você já sabe algo sobre os assuntos mais famosos da Ciência, como o Universo, os seres vivos, o corpo humano, os cuidados com o ambiente, as tecnologias e suas aplicações, a energia e a matéria.

Ciência tem sua origem na palavra latina *scientia*, que significa conhecimento. É uma atividade social feita por diversas pessoas em diferentes lugares do mundo. Ciência também tem a ver com questões econômicas, políticas e culturais de cada lugar.

Você já parou para pensar em como a Ciência funciona? Será que os cientistas têm sempre certeza de tudo? Como eles trabalham? Como é feita uma pesquisa? É fácil fazer uma descoberta científica? Só os cientistas “fazem Ciência”?

Para a última pergunta, queremos que você considere um **não** como resposta. Os investigadores são pessoas atentas, observadoras e curiosas que questionam e buscam respostas. Convidamos você a ser um deles!

Este livro apresenta algumas respostas. Como investigador, no entanto, você deve saber que as perguntas são mais importantes. Faça perguntas, duvide, questione, não se contente com o que é apresentado como verdade. Nesse caminho, conte com a sua professora ou o seu professor: converse sobre suas dúvidas e dê também a sua opinião.

Esperamos que este livro o incentive a pensar com qualidade, a criar bons hábitos de estudo e a ser um cidadão bem preparado para enfrentar o mundo e cuidar dele.

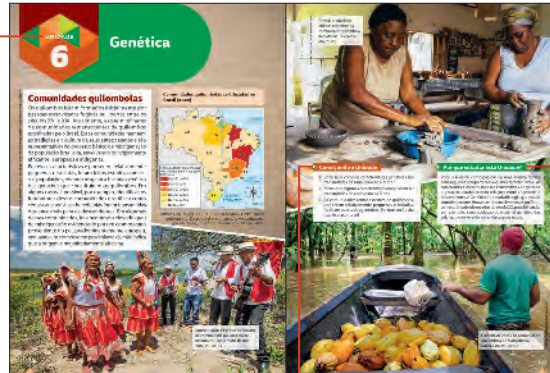
Bons estudos!

CONHEÇA SEU LIVRO

Seu livro tem 8 Unidades, organizadas de maneira clara e regular. Todas elas apresentam abertura, Temas, páginas de atividades e seções como *Explore*, *Pensar Ciência*, *Atitudes para a vida* e *Comprender um texto*.

Abertura de Unidade

No começo de cada Unidade, há imagens interessantes para despertar a curiosidade, estimulando o estudo e o exercício de obter informações por meio da observação. Analise-as com atenção.



Por que estudar esta Unidade?

Pequeno texto que explica a relevância dos assuntos tratados na Unidade.

Começando a Unidade

Perguntas que convidam a refletir sobre os assuntos que serão estudados. Aproveite para contar o que você sabe sobre eles e esclarecer suas principais dúvidas e curiosidades.

Temas

Os conteúdos foram selecionados e organizados em temas. Um pequeno texto inicial resume a ideia central do tema. Um sistema de títulos hierarquiza as ideias principais do texto.



Saiba mais!

Quadro que traz informações adicionais e curiosidades relativas aos temas.

De olho no tema

Atividades para auxiliar no acompanhamento da aprendizagem de cada Tema.

Ícone-medida

Um ícone-medida é aplicado para indicar o tamanho médio do ser vivo ou do objeto que aparece em uma imagem. O ícone pode indicar sua altura (I) ou seu comprimento (—).

Imagens

Fotografias, ilustrações, gráficos, mapas e esquemas auxiliam na construção dos conceitos propostos.



Glossário

Apresenta a explicação de termos mais difíceis.



Vamos fazer

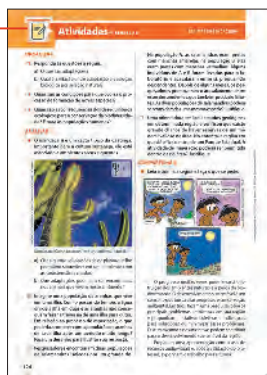
Atividades procedimentais simples e diretas proporcionam oportunidades de levantamento de hipóteses, observação e modelagem de fenômenos.

Entrando na rede

Sugestões de endereços para consulta e pesquisa na internet.

Atividades

Seções como *Organizar*, *Analisar* e *Compartilhar* trabalham habilidades como a compreensão e a aplicação de conceitos e enfatizam o uso de técnicas de leitura, registro e interpretação.



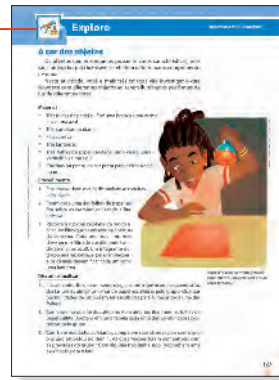
Escala e cores-fantasia

Em muitas figuras do livro, há um recado sobre escala e cores-fantasia. Para entender esse recado, vamos usar como exemplo dois animais: um elefante e uma formiga. Você sabe que a formiga é muito menor que o elefante. Agora, imagine esses animais juntos em um desenho no livro. Para que você possa ver os dois animais nesse desenho, o desenhista precisa mexer na proporção dos elementos representados. Assim, ele fará uma formiga muito maior do que ela é na realidade (ou um elefante muito menor!). Nesse desenho, essa figura, portanto, está sem escala. No seu livro, há imagens que apresentam, na legenda, o recado da ausência de escala. O recado sobre as cores-fantasia se refere ao fato de que, ao colorir um desenho, dificilmente o desenhista consegue reproduzir as cores reais do elemento que ele representou. Em outros casos, é preciso usar cores que não existem no elemento representado para que possamos diferenciar uma estrutura da outra na imagem.

► **Conheça seu livro**

Explore

Propõe a investigação de fatos, bem como a exploração de ideias novas. Incentiva o trabalho em equipe e o uso de habilidades de investigação científica.



Pensar Ciência

Propostas de reflexão e debate sobre o funcionamento da Ciência, suas características e potencialidades, sua história e as incertezas que permeiam seu desenvolvimento.



Atitudes para a vida

Seção que pretende desenvolver atitudes que podem ser utilizadas não apenas no contexto escolar, mas também em diversos momentos do dia a dia.



Comprender um texto

Essa seção tem por objetivo desenvolver a compreensão leitora, trabalhando a leitura e a interpretação de textos diversos, incluindo os de divulgação científica. As atividades estimulam a obtenção de informações e a reflexão sobre o texto.

Comprender um texto

A inspeção que ajudará a resistir melhor às doenças: a energia solar

Atualmente, a energia solar é considerada uma das fontes mais limpas e renováveis de energia. Ela é produzida a partir da radiação solar, que é convertida em eletricidade por meio de painéis solares. Essa energia pode ser utilizada para alimentar diversos tipos de equipamentos e sistemas, desde residências até grandes indústrias.

Uma das vantagens da energia solar é a sua sustentabilidade. Como ela é produzida a partir de uma fonte inagotável, ela não gera poluição e não emite gases de efeito estufa. Além disso, a energia solar é considerada uma das formas mais seguras de energia, pois não envolve o uso de combustíveis fósseis ou materiais radioativos.

Outra vantagem é a sua flexibilidade. A energia solar pode ser instalada em locais remotos, onde não há acesso à rede elétrica. Isso é especialmente útil para comunidades rurais e em áreas de difícil acesso.

Embora a energia solar ainda não seja a principal fonte de energia no mundo, ela tem ganhado cada vez mais espaço. Com o avanço da tecnologia e a redução dos custos, espera-se que sua utilização continue a crescer significativamente nos próximos anos.

Atividade: Leia o texto e responda às questões a seguir.

1. Qual é o assunto principal do texto?

2. Quais são as vantagens da energia solar?

3. Como a energia solar é produzida?

4. Onde a energia solar pode ser utilizada?

5. Qual é o futuro da energia solar?

Oficinas

Há oficinas que incluem atividades experimentais, estudo do meio, construção de modelos e montagens, entre outras propostas de investigação. E há também oficinas para o desenvolvimento do pensamento computacional. Cada uma apresenta os objetivos, o material necessário, o procedimento e as atividades exploratórias.

Oficina 3

Testando a gelatina do solo

Objetivo: Investigar a capacidade de retenção de água do solo.

Materiais: Gelatina, água, copos, solo, balança.

Procedimento: 1. Medir a quantidade de gelatina e água. 2. Misturar e deixar descansar. 3. Medir a quantidade de água que se separa.

Oficina 4

Interações entre os peixes em um rio

Objetivo: Observar o comportamento de diferentes espécies de peixes em um ambiente aquático.

Materiais: Peixes de diferentes espécies, aquário, plantas aquáticas.

Procedimento: 1. Observar o comportamento dos peixes. 2. Registrar as interações entre eles. 3. Discutir as possíveis causas dessas interações.

Fique por dentro

Sugestões de filmes e livros para conhecer mais sobre os assuntos tratados no volume. Há também indicações de museus e centros de Ciências em todo o país onde você pode aprender mais sobre os temas estudados.

FIQUE POR DENTRO

Sugestões de filmes e livros para conhecer mais sobre os assuntos tratados no volume. Há também indicações de museus e centros de Ciências em todo o país onde você pode aprender mais sobre os temas estudados.

Atividade: Escolha uma das sugestões e faça um relatório sobre o que você aprendeu.

SUMÁRIO

UNIDADE 1 Estudo da matéria, 12

TEMA 1 – Áreas da Ciência que investigam a matéria 14

A Química, 14 | A Física, 14

TEMA 2 – Propriedades gerais e específicas da matéria 16

Massa, 16 | Volume e impenetrabilidade, 16 | Densidade, 17

▶ Atividades 20

▶ Explore – Construindo um instrumento para análise da densidade de líquidos 21

TEMA 3 – Estados físicos da matéria 22

Sólido, líquido e gasoso, 22

TEMA 4 – Mudanças de estado físico 26

A influência da temperatura, 26 | A influência da pressão, 29

▶ Atividades 30

▶ Pensar Ciência – A luta de uma cientista 31

▶ Atitudes para a vida – Descarte de medicamentos no lixo comum pode contaminar o meio ambiente 32

▶ Compreender um texto – Aumento do nível do mar e aquecimento global: como evitar o pior cenário? 34

UNIDADE 2 A estrutura da matéria, 36

TEMA 1 – Modelos atômicos 38

Teoria e modelo, 38 | Modelo atômico de Dalton, 38 | As contribuições de Thomson, 39 | Modelo atômico de Rutherford, 39 | Modelo atômico de Rutherford-Bohr, 40

TEMA 2 – O átomo 42

A estrutura atômica, 42 | A escala dos átomos, 44

TEMA 3 – Os elementos químicos 46

Origem do nome dos elementos químicos, 46 | Os isótopos, 47 | Os íons, 47

▶ Atividades 48

▶ Pensar Ciência – Elementar, meu caro cientista! 49

TEMA 4 – A tabela periódica 50

A classificação periódica dos elementos, 50

TEMA 5 – Ligações químicas 53

A ligação iônica, 54 | A ligação covalente, 55 | A ligação metálica, 55

▶ Atividades 56

- ▶ **Explore** – Modelos atômicos 57
- ▶ **Atitudes para a vida** – Marie Curie..... 58
- ▶ **Compreender um texto** – O Jardim de Mendeleev 60

▶ **UNIDADE 3** Transformações químicas, 62

TEMA 1 – Substâncias e misturas 64
Substância, 64 | Mistura, 65

TEMA 2 – Reações químicas..... 66
Alguns tipos de reação química, 67

- ▶ **Atividades** 70
- ▶ **Explore** – Transformando a química em arte 71

TEMA 3 – Leis ponderais 72
Lei da conservação das massas, 72 | Lei das proporções definidas, 74

TEMA 4 – Representação e balanceamento de reações químicas 75
Equações químicas e balanceamento de equações, 75 | Cálculo da massa de reagentes e de produtos, 76

- ▶ **Atividades** 77
- ▶ **Pensar Ciência** – O mau uso da Ciência e da Tecnologia..... 78
- ▶ **Atitudes para a vida** – Novos produtos e pesquisas clínicas 80
- ▶ **Compreender um texto** – A arte da fabricação de vidros..... 82

▶ **UNIDADE 4** Grupos de substâncias, 84

TEMA 1 – Classificar: uma prática humana 86
Classificação das substâncias, 86

TEMA 2 – Ácidos e bases..... 88
Ácidos, 88 | Bases, 89 | Reação química entre ácidos e bases, 89

TEMA 3 – Sais e óxidos 90
Sais, 90 | Óxidos, 91

- ▶ **Pensar Ciência** – Paradoxo na ciência: negros e mulheres inovam, mas são raros na academia 93

TEMA 4 – Indicadores ácido-base 94
A escala de pH, 95

- ▶ **Atividades** 96
- ▶ **Explore** – Analisando o pH da água de diferentes locais..... 97
- ▶ **Atitudes para a vida** – A luta de uma mulher para preservar um patrimônio da humanidade 98
- ▶ **Compreender um texto** – Oceano Ártico sofre rápido processo de acidificação, diz estudo 100

▶ **Sumário**

▶ **UNIDADE 5 Evolução biológica, 102**

TEMA 1 - Evidências da evolução biológica 104

Mudanças no cenário terrestre, 104 | Registro fóssil, 105 |
Semelhanças anatômicas, 106

TEMA 2 - Breve histórico do evolucionismo 107

Fixismo e evolucionismo, 107 | A teoria de Lamarck, 107 | A teoria
de Darwin e Wallace, 108 | Teoria sintética da evolução, 112

▶ **Atividades 113**

▶ **Explore** – A seleção natural e a diversidade dos bicos das aves 114

TEMA 3 - Adaptações 115

Adaptações de animais às condições ambientais, 116 | Adaptações de
plantas às condições ambientais, 117

TEMA 4 - Especiação e ancestralidade 118

Formação de novas espécies, 118 | Árvores filogenéticas, 119

TEMA 5 - Conservação da biodiversidade 120

Evolução e biodiversidade, 120 | Unidades de Conservação, 121 |
O consumo consciente e conservação da biodiversidade, 122

▶ **Atividades 124**

▶ **Pensar Ciência** – As paixões de Darwin 125

▶ **Atitudes para a vida** – Raças humanas? 126

▶ **Compreender um texto** – Unidades de Conservação
do Boqueirão da Onça 128

▶ **UNIDADE 6 Genética, 130**

TEMA 1 - O núcleo celular 132

Os componentes do núcleo celular, 132

TEMA 2 - O material genético 133

O DNA e os genes, 133

TEMA 3 - Os cromossomos eucarióticos 135

Estrutura do cromossomo eucariótico, 135 | Os cromossomos
sexuais, 136 | Cariótipo, 136 | Alterações cromossômicas, 137

TEMA 4 - A divisão celular 138

Mitose, 138 | Meiose, 138

▶ **Atividades 140**

▶ **Pensar Ciência** – Ética e tratamentos experimentais em humanos 141

TEMA 5 - As contribuições de Mendel para a Genética 142

Mendel, suas observações e seus experimentos, 142

TEMA 6 - Hereditariedade humana 145

Herança do tipo sanguíneo, 145

TEMA 7 - Aplicações atuais do conhecimento genético 147

A Genética hoje, 147 | Genética e sociedade, 149

▶ Atividades	150
▶ Explore – Heredogramas.....	151
▶ Atitudes para a vida – Família fez fertilização <i>in vitro</i> para que filha pudesse salvar a irmã.....	152
▶ Compreender um texto – Covid: Como herança genética neandertal influencia resposta imunológica ao coronavírus.....	154
UNIDADE 7 Ondas: som e luz, 156	
TEMA 1 – Ondas e suas características	158
Ondas, 158	
TEMA 2 – O som	162
Como se produz o som, 162 A velocidade do som, 162	
▶ Atividades	165
▶ Pensar Ciência – Alan Turing e o julgamento da sociedade.....	166
TEMA 3 – Ondas eletromagnéticas	167
Aplicações médicas das radiações, 168 Ondas eletromagnéticas nas comunicações, 170	
TEMA 4 – A luz	174
A onda que conseguimos enxergar, 174	
▶ Atividades	176
▶ Explore – A cor dos objetos.....	177
▶ Atitudes para a vida – Câncer infantil: Cuidados e atenção!.....	178
▶ Compreender um texto – O câncer no Brasil: passado e presente.....	180
UNIDADE 8 Terra e Universo, 182	
TEMA 1 – O desenvolvimento da Astronomia	184
Cosmologia, 184	
TEMA 2 – O Universo	190
Unidades de comprimento, 190 Galáxias, 190	
TEMA 3 – Sistema Solar	192
O Sol, 192 Planetas, 192 Planetas-anões, 192 Corpos menores do Sistema Solar, 193	
▶ Atividades	196
▶ Pensar Ciência – Relações afro-indígenas.....	197
TEMA 4 – O Sol e outras estrelas	198
Evolução estelar, 198	
TEMA 5 – A vida fora da Terra	202
Condições para a presença de vida, 202 Viagens interplanetárias e interestelares, 203	
▶ Atividades	204
▶ Explore – As dimensões do Sistema Solar.....	205
▶ Atitudes para a vida – Vamos mesmo morar em Marte?.....	206
▶ Compreender um texto – A brasileira que investiga o maior mistério do Universo: a energia escura.....	208
Oficinas	210
Fique por dentro	221
Referências bibliográficas	228

Objetivos da Unidade

- Compreender as diferenças e as similaridades entre Química e Física.
- Descrever algumas aplicações cotidianas tanto de Física quanto de Química.
- Definir matéria.
- Observar fenômenos naturais interpretando suas características físicas e químicas.
- Compreender as mudanças de estado físico no nível submicroscópico e macroscópico.
- Comparar experimentalmente materiais no que diz respeito a mudanças de estado físico.
- Ampliar o conhecimento sobre as diferenças de estado físico da matéria por meio de modelos de partículas.
- Diferenciar as propriedades gerais e específicas da matéria.
- Reconhecer a massa e o volume como propriedades gerais da matéria e a densidade como uma propriedade específica da matéria.
- Conhecer as unidades de medida padrão no SI para massa, volume e densidade.
- Verificar algumas propriedades específicas da matéria com relação ao seu estado físico.
- Comparar materiais de mesma massa ou de mesmo volume e diferentes densidades.
- Associar diferentes propriedades da matéria aos estados físicos.
- Compreender os efeitos da temperatura e da pressão sobre as propriedades e os estados físicos da matéria.
- Reconhecer a contribuição de Rosalind Franklin e outras mulheres para a Ciência e as dificuldades por elas enfrentadas.
- Refletir sobre o descarte de medicamentos e os possíveis impactos ambientais e na saúde humana decorrentes do descarte inadequado.
- Analisar dados sobre a variação de temperatura global e mudanças no nível médio dos oceanos decorrentes do aquecimento global.
- Organizar dados coletados em entrevistas.
- Comparar experimentalmente mudanças de estado físico de diferentes materiais.
- Analisar curvas de aquecimento e de resfriamento.
- Construir um aparato para avaliar a densidade de líquidos.
- Contribuir para a conservação do ambiente com atitudes sustentáveis.



Estudo da matéria

Os materiais e a construção civil

A escolha adequada do material a ser utilizado em uma construção, seja para fins estéticos, seja para fins funcionais, está relacionada com as propriedades químicas e físicas desse material.

THEATRO JOSÉ DE ALENCAR

RUBENS CHAVES/PULSAR IMAGENS

12

O Theatro José de Alencar, em Fortaleza, foi inaugurado em 1910 e tem grande parte de sua estrutura constituída de ferro fundido (Fortaleza, CE, 2013).

Temas contemporâneos transversais (TCTs) em foco nesta Unidade

- **Educação em Direitos Humanos:** promover reflexões sobre a importância do respeito à diversidade nos diversos setores da sociedade.
- **Educação Ambiental:** refletir sobre os impactos das ações humanas e a necessidade do descarte adequado de medicamentos e de outros materiais para a conservação do ambiente.

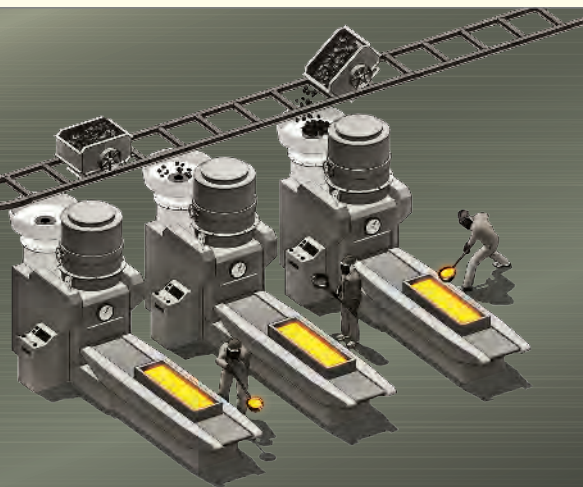
Habilidades da BNCC em foco nesta Unidade

- **EF09CI01:** Investigar as mudanças de estado físico da matéria e explicar essas transformações com base no modelo de constituição submicroscópica.
- **EF09CI13:** Propor iniciativas individuais e coletivas para a solução de problemas ambientais da cidade ou da comunidade, com base na análise de ações de consumo consciente e de sustentabilidade bem-sucedidas.

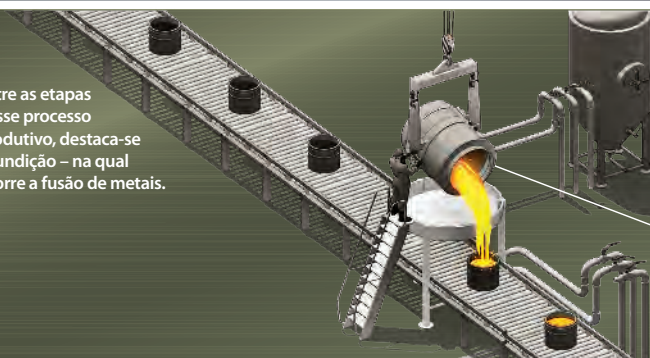
A FUSÃO E A SOLIDIFICAÇÃO DE METAIS

A indústria metalúrgica é a responsável pela produção de metais ou ligas metálicas.

Ela atua desde a extração da matéria até sua transformação em produtos adequados à comercialização e à construção civil.



Entre as etapas desse processo produtivo, destaca-se a fundição – na qual ocorre a fusão de metais.



O metal é aquecido até passar para o estado líquido. A maioria dos metais no estado líquido apresenta incandescência.

A panela de vazamento é o recipiente utilizado para transportar o metal líquido até o molde, onde ele é resfriado e se solidifica.

A fundição costuma ser seguida da solidificação, que tem como objetivo gerar estruturas com formatos de interesse comercial.



Exemplo de peças fundidas largamente usadas na construção civil.

▶ Por que estudar esta Unidade?

Compreender as diferentes propriedades da matéria dependendo de seu estado físico e como ocorrem as mudanças de estado. Por meio dessa compreensão é possível explicar quais são as diferenças entre a água líquida presente nos oceanos e o vapor de água encontrado na atmosfera.

A observação de fenômenos da natureza e a busca por essas e outras respostas auxiliaram o ser humano no desenvolvimento de processos industriais que possibilitaram a criação de produtos com base na mudança de estado físico dos materiais.

▶ Começando a Unidade

1. Cite exemplos de materiais conhecidos que se encontram nos estados sólido, líquido ou gasoso.
2. Quais mudanças de estado físico ocorrem com os metais nos processos de fundição e moldagem empregados na indústria metalúrgica?
3. Por que pedaços de metais afundam quando inseridos em um recipiente com água?

Respostas – Começando a Unidade

1. Resposta pessoal. Os estudantes podem mencionar diferentes tipos de material, como objetos sólidos, bebidas e vapor de água.
2. Na fundição, os sólidos se tornam líquidos, enquanto na moldagem os líquidos se transformam em sólidos.
3. Os metais têm densidade maior que a da água. É possível que os estudantes respondam que o metal afunda porque é mais pesado. Retome essas respostas ao trabalhar o tópico sobre densidade.

Orientações didáticas

- Antes de iniciar esta Unidade, questione os estudantes sobre os estados físicos da água, os quais foram trabalhados em anos anteriores. Resgatar alguns conhecimentos prévios, sobretudo aqueles relacionados às mudanças de estado físico, permitirá aos estudantes gerar inferências durante a leitura desta Unidade.

- Ao analisar as imagens de abertura, faça perguntas como: “Qual é o estado físico da maioria dos metais?”; “O que é necessário fazer para que um metal apresente formas diferentes, como na estrutura do teatro da foto?”.

- Comente com os estudantes que as propriedades da matéria ajudam a explicar a aplicação de alguns materiais extraídos da natureza ou obtidos artificialmente. Promova uma discussão sobre as diferentes aplicações de materiais distintos, como a madeira e os plásticos, relacionando-os às suas propriedades.

Orientações didáticas

- Ao longo desta Unidade, trabalhe continuamente a observação crítica e a interpretação dos fenômenos que forem apresentados, tais como os relativos ao volume, à densidade e ao estado físico da matéria, favorecendo o desenvolvimento da **competência específica 3** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, prevista pela BNCC.

- Ao apresentar a Química e a Física como ramos diferentes das Ciências da Natureza, garanta que os estudantes percebam que ambas as Ciências estudam a matéria, porém com perspectivas distintas. Enquanto a Física busca explicações energéticas e constitutivas, bem como as forças universais exercidas sobre a matéria, a Química estuda a estrutura, a composição, as propriedades e a reatividade da matéria. Essas Ciências são interdependentes e seus estudos se complementam.

- Destaque que, além dos experimentos, os cientistas também fazem o tratamento dos dados experimentais, a discussão dos resultados e o planejamento das etapas seguintes para que a equipe de pesquisa atinja os objetivos propostos no experimento. Caso perceba que os estudantes assumam que a Ciência é estática e acabada, ressalte que ela apresenta uma construção humana coletiva ao longo do tempo e que a colaboração entre diferentes áreas do conhecimento é muito importante. Assim, é possível trabalhar parcialmente a **competência geral 1** da Educação Básica e as **competências específicas 1 e 2** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, previstas pela BNCC.



Áreas da Ciência que investigam a matéria

A Química e a Física são Ciências que procuram explicar a matéria, suas interações e suas transformações.

Você sabe do que é feita a água? Por que ela pode ser encontrada na natureza nos estados sólido, líquido e gasoso? Como podemos tornar potável a água de rios e lagos?

Essas perguntas têm respostas porque muitos estudos foram realizados com o objetivo de entender os fenômenos que ocorrem na natureza. Com base em seus objetos de estudo e nos métodos utilizados, as pessoas que investigam os fenômenos naturais foram, ao longo do tempo, especializando-se em diferentes áreas da Ciência, como a Química e a Física.

Com o avanço científico e tecnológico e a integração de diferentes áreas do conhecimento, é possível propor aplicações práticas para questões da atualidade, como a cura de doenças ou a redução da poluição ambiental.

A Química

A Química investiga a estrutura, a composição, as propriedades e as transformações da matéria. Nesse sentido, considera-se **matéria** tudo o que tem massa e ocupa lugar no espaço.

A curiosidade sobre a constituição da matéria é antiga; registros históricos mostram que a primeira tentativa de entender os fenômenos naturais e explicar a constituição da matéria de forma desvinculada da religião ocorreu há cerca de 2 500 anos, na Grécia. Posteriormente, a partir do século XIX, experimentos foram capazes de evidenciar que a matéria era constituída de partículas invisíveis a olho nu.

Atualmente, a definição de matéria engloba estruturas que não conseguimos ver a olho nu. Os cristais de cloreto de sódio (principal constituinte do sal de cozinha) destacados na imagem, por exemplo, têm massa e volume e, portanto, são considerados matéria.



Cristais de cloreto de sódio vistos com microscópio eletrônico de varredura. (Imagem colorizada artificialmente e ampliada cerca de 180 vezes.)

A Física

Na Física, os cientistas também se dedicam a compreender as propriedades da matéria, mas o foco não está em suas transformações, e sim em como ela interage com a própria matéria e com certos fenômenos – como luz, calor e eletricidade –, no decorrer do tempo e no espaço. Ao longo do tempo, foram desenvolvidos equipamentos e métodos que auxiliam os físicos na compreensão desses aspectos.

Saiba mais!

A IMPORTÂNCIA DOS EVENTOS CIENTÍFICOS

A primeira conferência internacional de Física foi realizada em 1911, no Instituto Internacional da Solvay de Física e Química, localizado na Bélgica e fundado pelo químico Ernest Solvay (1838-1922). As Conferências de Solvay são importantes congressos internacionais que, ao reunir físicos e químicos, permitem a discussão de resultados experimentais e teorias, impulsionando o desenvolvimento da Ciência.

Muitos outros eventos científicos são realizados ao redor do planeta. Alguns são organizados em torno de temas muito específicos, como no caso das Conferências de Solvay. Outros, envolvem tópicos de muitas áreas do conhecimento, como as reuniões anuais da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. Esses eventos têm grande importância no processo da comunicação científica, pois novas ideias e novos dados experimentais chegam ao conhecimento dos participantes de maneira mais rápida e interativa. Além disso, eles possibilitam a concretização de parcerias entre instituições de pesquisa e ensino de diferentes países.



A quinta Conferência de Solvay foi realizada em Bruxelas, em 1927. Diversos cientistas discutiram questões relativas à estrutura da matéria. Da esquerda para a direita, na primeira fileira: Irving Langmuir, Max Planck, Marie Curie, Hendrik Lorentz, Albert Einstein, Paul Langevin, Charles-Eugène Guye, Charles Wilson e Owen Richardson. Na segunda fileira: Petrus Debye, Martin Knudsen, William Lawrence Bragg, Hendrik Kramers, Paul Dirac, Arthur H. Compton, Louis de Broglie, Max Born e Niels Bohr. Na última fileira: Auguste Piccard, Émile Henriot, Paul Ehrenfest, Édouard Herzen, Théophile de Donder, Erwin Schrödinger, Jules-Émile Verschaffelt, Wolfgang Pauli, Werner Heisenberg, Ralph Howard Fowler e Léon Brillouin.

De olho no tema

Para aquecer a água, podemos utilizar a chama do fogão, que é produzida pela combustão do gás de cozinha. Esse processo envolve a transferência de energia na forma de calor.

O aquecimento da água a partir da transformação do gás em chama pode ser objeto de estudo da Física? E da Química? Explique sua resposta.

Orientações didáticas

- Ao trabalhar o quadro **Saiba mais!**, destaque a importância da troca de informações entre pesquisadores e dos congressos e outros eventos científicos para a divulgação de pesquisas realizadas em indústrias e universidades. As Ciências são complementares, e o trabalho em conjunto dos cientistas auxilia na contínua evolução das pesquisas científicas. O compartilhamento de resultados entre estudiosos do mundo inteiro em congressos também possibilita essa progressão.

- Ao discutir a questão, mencione Marie Curie como a única mulher cientista na foto. Instigue-os a refletir sobre as possíveis razões para esse fato. Você pode mencionar a história de Malala Yousafzai (1997-), uma estudante paquistanesa ganhadora do prêmio Nobel da paz em 2014 por sua luta pelo direito especialmente das meninas ao acesso à educação. Essa proposta oportuniza o trabalho com o TCT- **Educação em Direitos Humanos**.

Resposta – De olho no tema

Esse processo pode ser objeto de estudo tanto da Física quanto da Química, pois envolve a transformação da matéria (produção da chama) e a transferência de energia na forma de calor. Se julgar conveniente, esclareça que a Química e a Física são campos tão interdisciplinares que existe um campo específico chamado Físico-Química, que estuda as propriedades da matéria pela combinação das duas Ciências. Além disso, evidencie que, embora exista a compartimentalização do conhecimento em Química e Física, o trabalho dos cientistas não apresenta fronteiras tão rígidas. É natural o trabalho de pesquisa buscar conhecimentos de outras áreas.

Sugestão de recurso complementar

Artigo

10 grandes mulheres da Ciência. *Galileu*, 8 mar. 2017.

O texto apresenta a área de atuação de 10 grandes cientistas mulheres e a época em que viveram.

Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2017/03/10-grandes-mulheres-da-ciencia.html>. Acesso em: 11 ago. 2022.

Orientações didáticas

- Garanta que os estudantes entendam a diferença entre matéria, corpo e objeto. Esclareça que matéria é tudo o que possui massa e volume no espaço; corpo, na Física e na Química, corresponde a uma porção parcial, limitada da matéria; já os objetos são corpos aos quais o ser humano atribui uma utilidade. Todo objeto é também um corpo e uma matéria, assim como todo corpo é também uma matéria. Pode-se exemplificar com diferentes terminologias para o ouro: minério de ouro (matéria), ouro metálico extraído (corpo), anel de ouro (objeto).
- Reforce que massa e volume são propriedades gerais e independentem de quais são os constituintes da matéria.
- Nessa etapa, os estudantes ainda podem ter dificuldade de distinguir corretamente os conceitos de massa e peso. Retome os conhecimentos prévios, lembrando-os de que, quando subimos em uma balança, estamos medindo a massa que compõe nosso corpo. Essa medida é determinada pela balança, que quantifica a massa de um corpo. Comente que, apesar de a maioria das pessoas relacionar o valor obtido na balança ao seu peso, em Ciências o uso desse termo não é correto, uma vez que o peso é uma grandeza que relaciona a massa e a aceleração da gravidade. Ressalte que a distinção entre massa e peso pode ser identificada na indicação da unidade de medida, que para a massa, no Sistema Internacional de Unidades (SI), é kg e para o peso é $\text{kg} \cdot \text{m/s}^2$.



A matéria apresenta propriedades gerais e específicas.

Propriedades gerais e específicas da matéria

Agora sabemos que **matéria** é tudo aquilo que tem massa e ocupa lugar no espaço. Os livros, os lápis, o ar, a água e nosso corpo são exemplos de matéria. Uma porção limitada de matéria pode ser chamada de **corpo**. Um corpo produzido pelo ser humano para uma finalidade específica é denominado **objeto**.

Propriedades gerais da matéria são aquelas comuns a todo tipo de corpo. A massa, o volume e a impenetrabilidade são exemplos, pois são comuns a todos os corpos, independentemente de sua composição.

Propriedades específicas da matéria são aquelas que dependem do material de que é composto um corpo. A densidade é um exemplo de propriedade específica.

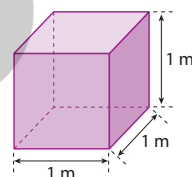
Massa

A **massa** é a propriedade relacionada com a quantidade de matéria que um corpo possui. A massa dos corpos é medida diretamente por meio de instrumentos chamados balanças. A unidade padrão de medida de massa no **Sistema Internacional de Unidades (SI)** é o quilograma (kg).

Volume e impenetrabilidade

O **volume** de um corpo é a medida do espaço que ele ocupa, o que pode ser determinado pelas suas dimensões. Por exemplo, o volume de um sólido geométrico, como o cubo ou o paralelepípedo, é obtido pela multiplicação das medidas da altura, da largura e da profundidade dele.

Volume de um cubo



$$\text{Volume} = 1 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} = 1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ L}$$

Representação esquemática de um cubo de 1 m de aresta e o cálculo do seu volume.

Para medição de volume de líquidos é comum o uso de instrumentos de medida com graduações, como as provetas.

No SI, a unidade de medida de comprimento é o metro; para o volume, a unidade de medida é o metro cúbico (m^3). É comum utilizarmos, no dia a dia, as unidades litro (L) e mililitro (mL) para nos referirmos ao volume de um corpo. O volume de 1 metro cúbico corresponde a 1 000 litros ou 1 000 000 mL.

O volume de um corpo depende da temperatura e da pressão em que ele se encontra. Você vai entender melhor essa relação ao estudar o Tema 3 desta Unidade.

Como cada corpo ocupa lugar no espaço, dois corpos não podem ocupar o mesmo lugar no espaço ao mesmo tempo. Essa propriedade é chamada de **impenetrabilidade** e está representada na imagem a seguir. Ao colocar uma pedra em um recipiente completamente cheio de água, o líquido vai transbordar, pois o sólido passou a ocupar parte do espaço da água.

Impenetrabilidade



Representação esquemática de recipiente completo de água antes e depois da inserção de um objeto no sistema. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

SELMA CAPRIZZO/ARQUIVO DA EDITORA

Saiba mais!

SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI)

O SI é adotado em diversos países para padronizar unidades de medidas e assim facilitar a comunicação, principalmente no meio científico e nas transações comerciais. As unidades básicas do SI são: o metro (m), para comprimento; o segundo (s), para tempo; o quilograma (kg), para massa; o ampere (A), para corrente elétrica; o kelvin (K), para temperatura; o mol (mol), para quantidade de matéria; e o candela (cd), para intensidade luminosa. Com as unidades do SI, é possível expressar todas as grandezas físicas conhecidas.

Densidade

As propriedades gerais da matéria não podem ser empregadas para diferenciar um material de outro. Já um conjunto de propriedades específicas, como a densidade, pode ser utilizado com essa finalidade.

Densidade é a razão entre a massa e o volume de um corpo, em determinadas condições de temperatura e pressão.

Matematicamente, a densidade de um corpo (d) é o resultado da divisão de sua massa (m) por seu volume (V).

$$d = \frac{m}{V}$$

17

Orientações didáticas

- Explique aos estudantes que eles devem associar o termo volume ao espaço ocupado por um corpo. Para algumas figuras geométricas, o volume pode ser calculado com base nas medidas do comprimento de suas arestas, como é o caso do cubo. Se julgar conveniente, aborde colaborativamente com o professor do componente curricular Matemática o estudo do cálculo do volume de sólidos geométricos, como o cilindro e o paralelepípedo, favorecendo a assimilação dessas equações e o significado da unidade metro cúbico. Atente-se à diferença entre volume e capacidade. O volume corresponde à medida do espaço que o corpo ocupa, e a capacidade corresponde à quantidade de espaço que o fluido ocupa no interior de um recipiente.

- Para objetos com formato complexo, pode ser usado o método indireto, que permite medir seu volume considerando a propriedade geral da impenetrabilidade – dois corpos não podem ocupar o mesmo lugar no espaço. Uma opção de abordagem para trabalhar o conceito de impenetrabilidade é apresentar aos estudantes o problema da determinação do volume de sólidos irregulares e pedir a eles que proponham métodos experimentais para realizar a medida, como preencher completamente com água um recipiente com dimensões conhecidas, inserir o objeto com forma complexa nele e medir o volume de água que transborda. Discuta com eles os métodos propostos, sugerindo somente alterações que eliminem riscos, permitindo que eles aprendam com seus eventuais erros durante a atividade prática e aperfeiçoem seus métodos, favorecendo o trabalho com a **competência geral 2** da Educação Básica e as **competências específicas 2 e 3** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, previstas pela BNCC.

- Aproveite e relacione as propriedades da matéria com sua constituição atômica. Algumas propriedades dependem dos átomos que compõem a matéria. Por exemplo, materiais compostos de átomos de elementos químicos de maior número atômico possuem maior massa; portanto, a densidade (massa em função do volume ocupado) depende diretamente de quais são seus átomos constituintes.

Sugestão de recurso complementar

Artigo

CESAR, J.; DE PAOLI, M. A.; ANDRADE, J. C. A determinação da densidade de sólidos e líquidos. *Chemkeys, Campinas: Editora da Unicamp, n. 7, 2004.*

O artigo propõe uma abordagem mais ampla do conceito de densidade e apresenta alguns procedimentos de laboratório para a determinação da densidade de materiais.

Disponível em: http://webeduc.mec.gov.br/portaldoprofessor/quimica/cd2/conteudo/aulas/37_aula/recursos/21480/21480.pdf. Acesso em: 11 ago. 2022.

Orientações didáticas

- Ao abordar as unidades de medida de massa, volume e densidade, segundo o SI, estabeleça a relação entre a unidade e os parâmetros utilizados para definir cada propriedade. Por exemplo, a densidade é definida considerando-se o volume (m^3) e a massa (kg) do objeto; assim, a unidade que a representa é kg/m^3 .

- Pelo senso comum, é frequente o emprego dos adjetivos “leve” e “pesado” como sinônimos de pouco e muito denso, respectivamente. Isto é, associa-se a densidade apenas à massa dos materiais. Pode-se estimular a reflexão dos estudantes sobre a necessidade de considerar também o volume por meio de algumas questões que evidenciem sua importância, tal como: “Se colocarmos em uma balança um recipiente contendo 1 litro de água, retirá-lo e colocarmos em seguida outro recipiente idêntico, mas contendo 1 litro de óleo de cozinha, as massas medidas serão iguais?”; “Por que isso acontece?”. Ou, ainda: “Um cubo de 1 kg de chumbo ocupa o mesmo espaço que um cubo de 1 kg de algodão?”.

- Considere levar para a sala de aula objetos com mesmo volume e massas distintas e uma balança. Dessa forma, concretiza-se o que foi representado na imagem “Comparação de materiais com densidades diferentes”, auxiliando na compreensão do conceito de densidade. Também é interessante comparar os volumes de 100 g de algodão e 100 g de ferro, por exemplo.

- Após o estudo do conceito de densidade, a seção **Explore** – *Construindo um instrumento para análise da densidade de líquidos* pode ser trabalhada, já que tem como objetivo verificar a densidade de diferentes materiais, comparando-os pelo uso de um densímetro construído pelos próprios estudantes.

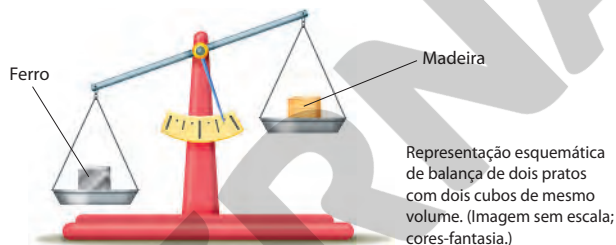
No SI, a densidade deve ser expressa em quilograma por metro cúbico (kg/m^3). É comum, porém, expressarmos a densidade em gramas por centímetro cúbico (g/cm^3). A relação entre essas unidades é: $1 kg/m^3 = 0,001 g/cm^3$.

Para esclarecer a relação entre massa e volume na determinação da densidade, vamos recorrer a um exemplo: comparar cubos de mesmas dimensões, mas de materiais diferentes.

Nas mesmas condições de temperatura e pressão, ao comparar um cubo de madeira com um cubo de ferro de mesmo volume, verificamos que eles apresentam densidades diferentes, pois têm massas distintas.

Na figura a seguir, estão representados cubos de madeira e de ferro com o mesmo volume de $1\ 000\ cm^3$. O desnível da balança deve-se aos diferentes valores de massa: o corpo de ferro tem massa maior que a do corpo de madeira.

Comparação de materiais com densidades diferentes



Como os cubos têm o mesmo volume, mas o cubo de ferro tem massa maior, podemos concluir, então, que a densidade do cubo de ferro é maior que a do cubo de madeira.

O mesmo raciocínio pode ser aplicado comparando corpos distintos de mesma massa. Vamos analisar o caso do açúcar refinado e do sal de cozinha. Nas mesmas condições de temperatura e pressão, esses corpos ocupam volumes diferentes; 1 kg de açúcar comum ocupa um volume maior que 1 kg de sal de cozinha. Portanto, é possível concluir que os corpos possuem densidades diferentes e que o sal de cozinha é mais denso que o açúcar comum.



A densidade de um corpo pode ser alterada pela adição de outro material. Por exemplo, a densidade de um balão de borracha vazio é diferente da densidade do mesmo balão cheio de ar.

As mudanças de estado físico também podem alterar a densidade de um material. Por exemplo, a água líquida tem densidade 1 g/cm^3 , e a água sólida (gelo) tem densidade $0,92 \text{ g/cm}^3$. A densidade de um material também pode variar em razão da temperatura e da pressão em que se encontra. Por exemplo, ao nível do mar e a $25 \text{ }^\circ\text{C}$, a água apresenta densidade $1,00 \text{ g/cm}^3$, e a $100 \text{ }^\circ\text{C}$ a densidade da água é $0,95 \text{ g/cm}^3$. Por isso, as condições de pressão e de temperatura são geralmente registradas nas tabelas de densidade, como está representado a seguir.

Verifique e compare os valores da densidade dos materiais fornecidos na tabela. Note que cada material apresenta um valor de densidade; por isso, a densidade é considerada uma propriedade específica da matéria e pode ser empregada para diferenciar um material de outro.

Densidade de alguns materiais*	
Material	Densidade (g/cm^3)
Mercúrio	13,50
Chumbo	11,30
Alumínio	2,70
Quartzo	2,65
Cloreto de sódio	2,17
Água	1,00
Sódio	0,97

* À temperatura de $25 \text{ }^\circ\text{C}$ e à pressão atmosférica ao nível do mar.

Fonte: LIDE, R. D. (ed.). *CRC Handbook of Chemistry and Physics*. 90. ed. (CD-ROM Versão 2010). Boca Raton: CRC Press/Taylor and Francis, 2009.

Saiba mais!

DENSIDADE E FLUTUAÇÃO

Um fenômeno que envolve a densidade dos materiais é a **flutuação**. Quando um corpo é colocado em um líquido, ele afunda se tiver densidade maior que a desse líquido e flutua se sua densidade for menor.

Orientações didáticas

- Ao trabalhar a tabela “Densidade de alguns materiais”, espera-se que os estudantes percebam que materiais como mercúrio e alumínio são mais facilmente diferenciados com base em suas densidades, já que apresentam valores bastante distintos dessa propriedade. Pode-se também notar que, para distinguir alumínio de quartzo, ou água de sódio, essa propriedade não é a mais indicada. Nesses casos, os materiais podem ser diferenciados por meio de outras características, como cor e brilho.

- Caso julgue oportuno, organize a turma em grupos e peça que providenciem bacia com água. Oriente os estudantes a escolher objetos do dia a dia, indicando, antes da execução da atividade, quais objetos afundarão ao serem colocados na água. Peça que façam o teste e analisem os resultados, elaborem explicações e verifiquem se eles corroboram a hipótese inicial. Além disso, solicite a eles que classifiquem a densidade dos objetos testados em relação à densidade da água, com base nos resultados.

- Ao trabalhar as questões do quadro **De olho no tema**, pode-se discutir com os estudantes a poluição gerada pelos plásticos descartados inadequadamente nos oceanos para entender o impacto dessa ação, favorecendo o trabalho com o TCT – **Educação Ambiental**.

Respostas – De olho no tema

a) Densidade.

b) A garrafa cheia de água apresenta maior massa que a vazia, por isso sua densidade aumenta. O conjunto garrafa e água apresenta uma densidade maior que a água, por isso ele afunda.

c) A densidade é a razão entre a massa e o volume de um corpo, em condições específicas de temperatura e de pressão.

d) A garrafa preenchida com mercúrio afundaria, por ter maior densidade que a água do mar, e a garrafa preenchida com sódio flutuaria, por ter menor densidade que a água do mar.

Entrando na rede

Na página do *PhET Interactive Simulations*, disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/density/latest/density_pt_BR.html, há um simulador para que você possa comparar a densidade de diferentes materiais.

Acesso em: 7 ago. 2022.

De olho no tema

Garrafas de plástico lançadas ao mar costumam flutuar. Entretanto, quando cheias de água, elas afundam.

- Qual propriedade explica o fenômeno descrito?
- Qual outra propriedade se altera após se adicionar água na garrafa?
- Como as duas propriedades dos itens anteriores estão relacionadas?
- Se a garrafa fosse preenchida com outro material, como o mercúrio ou o sódio, ainda afundaria?

Sugestão de recurso complementar

Artigo

PARKER, L. Em 2040, lixo plástico nos oceanos poderá ser o triplo do atual. *National Geographic Brasil*, 5 nov. 2020.

O texto aborda o impacto dos resíduos de plásticos nos oceanos.

Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/meio-ambiente/2020/07/em-2040-lixo-plastico-nos-oceanos-podera-ser-o-triplo-do-atual>. Acesso em: 11 ago. 2022.

Respostas – Atividades

1. a) Volume do paralelepípedo =
 $= 3 \text{ cm} \cdot 2 \text{ cm} \cdot 1,5 \text{ cm} = 9 \text{ cm}^3$.

b) Densidade = $\frac{18 \text{ g}}{9 \text{ cm}^3} = 2 \text{ g/cm}^3 = 2000 \text{ kg/m}^3$.

2. I. É esperado que os estudantes considerem que o argumento não é falacioso, mas eles podem contestar a imprecisão da informação sobre a massa de cloreto de sódio utilizada. II. Argumento falacioso. Os estudantes devem reconhecer que as densidades do gelo e da água são distintas, logo a balança não vai ficar em equilíbrio. III. Argumento falacioso. Com o aquecimento, a densidade do mercúrio diminui. Portanto, 1 cm^3 de mercúrio a $50 \text{ }^\circ\text{C}$ tem menor massa que o mesmo volume a $25 \text{ }^\circ\text{C}$. Com isso, a balança vai pender para a amostra com a menor temperatura.

3. A transformação de energia térmica em elétrica é um fenômeno físico. Já a transformação do carvão em outros materiais é um processo químico.

4. Pelos dados apresentados, é possível determinar que todos os cubos terão o volume de 6 cm^3 . Como a densidade é a razão entre massa e volume, a massa é diretamente proporcional à densidade, logo, o metal de menor densidade vai gerar o cubo de menor massa, ou seja, o alumínio.

5. a) O recipiente com mercúrio conterá a maior massa, pois a densidade do mercúrio é maior que a da água. b) O recipiente com água conterá o maior volume, pois a densidade da água é menor que a do mercúrio.

6. Reserve um tempo para que, em grupos, elaborem a proposta solicitada. Essa é uma ótima oportunidade para aplicarem o que sabem em uma situação prática. Como o PET é menos denso que a água e o PVC é mais denso, ao adicioná-la em uma mistura desses polímeros, eles serão separados por diferença de densidade; os fragmentos de PET devem boiar, e os de PVC não. Analise os vídeos antes da divulgação e, se necessário, peça que os refaçam. Essa atividade favorece o trabalho com as **competências gerais 4 e 10** da Educação Básica e as **competências específicas 3, 6 e 8** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, previstas pela BNCC, e com o TCT – **Educação Ambiental**.

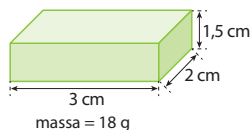


Atividades ▶ TEMAS 1 E 2

REGISTRE EM SEU CADERNO

ORGANIZAR

1. Considere o paralelepípedo representado pela figura e responda às questões.



- a) Qual é o seu volume?
b) Qual é a sua densidade em kg/m^3 ?

ANALISAR

2. Um bom argumento é aquele em que premissas são verdadeiras e apoiam a conclusão. Já em um discurso falso, ou seja, uma falácia, as premissas podem não ser verdadeiras ou não apoiarem a conclusão.

Analise os argumentos abaixo e identifique aqueles que são falaciosos. Justifique sua resposta.

I. A densidade do chumbo é de $11,30 \text{ g/cm}^3$ e a do cloreto de sódio (principal componente do sal de cozinha) é de $2,17 \text{ g/cm}^3$. Para equilibrar uma balança de pratos em que de um lado foi colocado 1 cm^3 de chumbo, no outro lado devem ser colocados 5 cm^3 de cloreto de sódio e mais um pouco. Isso porque, ao dividir a densidade do chumbo pela densidade do cloreto de sódio, obtém-se um valor que é maior do que 5 ($11,30 \div 2,16 = 5,21$).

II. Se um cubo de gelo de 1 cm^3 for colocado em um lado de uma balança de pratos e do outro for colocado 1 cm^3 de água, conclui-se que a balança vai ficar em equilíbrio, já que se trata do mesmo material, embora em diferentes estados físicos da matéria. Isso porque a densidade é uma propriedade específica da matéria e, como trata-se do mesmo material, a densidade será a mesma e, portanto, terão a mesma massa e volume.

III. Se 1 cm^3 de mercúrio a $25 \text{ }^\circ\text{C}$ for colocado em um lado de uma balança de pratos e do outro lado for colocado o mesmo volume de mercúrio a $50 \text{ }^\circ\text{C}$, conclui-se que a balança vai ficar em equilíbrio, já que se trata do mesmo material no mesmo estado físico (líquido). Isso porque a densidade é uma propriedade específica da matéria e, como o material não se alterou, a densidade será a mesma e, portanto, terão a mesma massa e volume.

3. A eletricidade que chega até as residências pode ser obtida de usinas termelétricas. Nessas

usinas, o carvão mineral é transformado em outros materiais e a energia térmica liberada dessa transformação é convertida em energia elétrica. Associe cada trecho sublinhado à Física ou à Química e explique suas escolhas.

4. Analise a tabela a seguir.

Densidade de alguns metais	
Material	Densidade (g/cm^3)*
Chumbo	11,30
Alumínio	2,70
Ferro	7,90

* Ao nível do mar e à temperatura de $25 \text{ }^\circ\text{C}$.

Fonte: LIDE, R. D. (ed.). CRC Handbook of Chemistry and Physics. 90. ed. (CD-ROM Versão 2010). Boca Raton: CRC Press/Taylor and Francis, 2009.

- Entre os materiais da tabela, qual deve ser usado para produzir um cubo de 2 cm de aresta com a menor massa?

5. Considere dois recipientes idênticos, um deles contenha água, e o outro, com mercúrio líquido, ambos a $25 \text{ }^\circ\text{C}$ e ao nível do mar. Consulte a tabela "Densidade de alguns materiais" do Tema 2 e responda às questões a seguir.

- a) Se em cada recipiente houver o mesmo volume de cada um dos líquidos, qual recipiente conterá a maior massa? Justifique sua resposta.
b) Se ambos os recipientes apresentarem a mesma massa, qual deles conterá o maior volume de material? Justifique sua resposta.

COMPARTILHAR

6. Os plásticos apresentam densidades diferentes. Por exemplo, a garrafa PET tem densidade que varia entre $0,94$ e $0,96 \text{ g/cm}^3$, enquanto tubos de PVC têm densidade que varia de $1,22$ a $1,30 \text{ g/cm}^3$. Nas usinas de reciclagem, os diferentes tipos de plástico precisam ser separados, já que cada um possui características próprias.

- Em grupo, façam uma pesquisa sobre como é feita a reciclagem de plástico e elaborem uma proposta de como é possível separar uma mistura de pedaços de PET e de PVC utilizando água.
• Façam e divulguem um vídeo com as informações sobre a proposta e com atitudes visando ao uso dos recursos do planeta de maneira sustentável e consciente.

ILUSTRAÇÃO: ADILSON
SECCO/ARQUIVO DA EDITORA



Construindo um instrumento para análise da densidade de líquidos

Líquidos menos densos tendem a flutuar sobre os mais densos. Nesta atividade, veremos como é possível comparar as densidades de diferentes líquidos sem misturá-los.

Material

- Canudo de plástico
- Massa de modelar
- Caneta para marcar plástico
- 4 copos descartáveis transparentes
- Água da torneira
- Óleo de cozinha
- Mistura de água e sal de cozinha

Procedimento

1. Numere os copos de 1 a 4.
2. Adicione óleo de cozinha no copo 1 até a metade de sua capacidade.
3. Repita o procedimento anterior para os copos 2 e 3 substituindo o óleo de cozinha por, respectivamente, mistura de água e sal de cozinha e água de torneira.
4. No copo 4, introduza $\frac{3}{4}$ de água de torneira.
5. Coloque um pouco de massa de modelar em uma das pontas do canudo plástico, que deve ficar completamente tampada. Com esse instrumento, o densímetro caseiro, é possível comparar a densidade de diferentes líquidos.
6. Mergulhe o densímetro no copo 1 e marque no canudo até que ponto ele afunda no óleo.
7. Repita o procedimento anterior para os copos 2 e 3. Você pode fazer marcas de cores diferentes para cada material. O canudo terá, então, uma escala com três marcas.
8. Elabore uma hipótese do que irá ocorrer ao mergulhar o densímetro caseiro no copo 4.
9. Introduza o densímetro no copo 4 e anote em seu caderno os resultados observados.

Analisar e discutir

1. Com base nas suas observações, coloque os líquidos testados nos copos 1, 2 e 3 em ordem crescente de densidade.
2. Houve diferença de densidade para os líquidos dos copos 3 e 4? Justifique sua resposta.
3. Admitindo que a densidade da água da torneira no experimento é de 1 g/cm^3 , represente em seu caderno o resultado esperado ao adicionar esse densímetro no álcool de limpeza. Dado: densidade do álcool de limpeza = $0,85 \text{ g/cm}^3$.



DANIEL ZEPPOARQUIVO DA EDITORA

Orientações didáticas

- Prepare a solução salina previamente, misturando cerca de 30 g de sal de cozinha em 1 litro de água e a disponibilize aos estudantes.
- Auxilie-os na construção dos aparatos, fazendo adaptações quando necessário. Para aumentar a estabilidade, por exemplo, os canudos podem ser cortados; forneça tesoura com pontas arredondadas e deixe que busquem a melhor relação entre massa e comprimento.
- Ao final do experimento, convide-os a comparar seus instrumentos, a fim de que percebam as diferenças na construção e na escala e que elas não necessariamente determinam o sucesso ou o fracasso do experimento.
- Pequenas variações podem acontecer. Nesse caso, esclareça que elas comumente ocorrem durante os experimentos e são devidas, em geral, a circunstâncias não controláveis, como a manipulação do instrumento, a habilidade de observação de cada estudante e fatores próprios do equipamento, ou à variação das condições do ambiente. Se julgar conveniente, argumente que essas variações, chamadas erros não controlados, são de extrema importância para o tratamento dos dados experimentais, pois servem de parâmetro de comparação para analisar os erros controlados, que são os que realmente interessam ao experimentador.
- De acordo com o tempo disponível, forneça outras amostras para serem testadas, como leite e suco (tomando o cuidado de não utilizar líquidos que possam trazer risco à integridade física dos estudantes ou que produzam resíduos perigosos). Ressalte que a escala desse aparato não permite a determinação do valor absoluto da densidade (a menos que sejam utilizados líquidos de densidade conhecida para padronizá-lo).
- Utilize as previsões feitas na etapa 8 para avaliar as hipóteses dos estudantes, as possíveis concepções alternativas e como eles as reconstruam.
- A realização do experimento e das reflexões propostas na seção **Explore** permite trabalhar a **competência geral 2** da Educação Básica e a **competência específica 2** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, previstas pela BNCC.

Respostas – Explore

1. Óleo, água da torneira e solução salina (mistura de água com sal de cozinha).
2. Sim, porque a densidade não depende da quantidade do material, mas da relação entre massa e volume.
3. O resultado esperado é que o densímetro afunde mais no álcool de limpeza do que na água, em razão da sua menor densidade.

Orientações didáticas

• Nesse momento, serão retomados e aprofundados os estudos a respeito dos estados físicos da matéria, explorando as propriedades de cada estado físico da perspectiva dos fenômenos submicroscópicos, representados por meio do modelo de partículas. Essa abordagem mobiliza parcialmente a habilidade **EF09CI01** da BNCC. É importante garantir que os estudantes compreendam e diferenciem fenômenos macroscópicos e submicroscópicos, e como são criados modelos e diferentes simbologias utilizadas para representar esses fenômenos. Esclareça que a maneira de representar os átomos utilizada nesta e em outras Unidades (esferas com tamanhos e cores diferentes) é apenas uma simbologia que facilita a abstração ao nível submicroscópico; quaisquer outros símbolos, no entanto, também poderiam ser utilizados, desde que bem explicados e fundamentados.

• Modelos semelhantes ao apresentado na ilustração “Disposições possíveis das partículas em um material sólido” serão utilizados frequentemente para indicar as partículas de vários materiais. Ressalte que esse modelo é uma representação das partículas submicroscópicas e tem como objetivo facilitar sua visualização e o desenvolvimento de novas ideias pelos estudantes. Deve ficar claro para a turma que mesmo um modelo não sendo uma representação fiel da realidade, ele é muito útil, pois facilita a visualização de processos, ideias e eventos que são muito abstratos – é o caso das diferentes interações que regem os estados físicos da matéria. Comente que essa limitação não invalida o uso dos modelos, pois eles são empregados pelos cientistas na produção do conhecimento, para testar ou refutar suas hipóteses, além de serem aperfeiçoados à medida que novos resultados experimentais são obtidos.



Estados físicos da matéria

A matéria pode se apresentar em diferentes estados físicos, como sólido, líquido e gasoso.

Sólido, líquido e gasoso

À temperatura de 25 °C e pressão atmosférica ao nível do mar, o ferro e o cloreto de sódio são sólidos; a água e o mercúrio são líquidos; o metano e o dióxido de carbono são gases. Como explicar essas diferenças de estado físico?

A matéria é formada por partículas muito pequenas. Em todos os estados físicos, as partículas estão em constante movimento de vibração, ou agitação térmica. A diferença entre os estados físicos ocorre no espaço existente entre as partículas do material, ou seja, na maior ou na menor agregação entre elas.

Para compreender os estados físicos da matéria, vamos utilizar o modelo de partículas, no qual cada uma delas será representada por uma esfera colorida.

Os **modelos** são formas de representar processos ou fenômenos com o objetivo de facilitar, por exemplo, a sua visualização ou o seu entendimento. Vale ressaltar que as partículas que constituem a matéria não são esféricas nem apresentam cores, e seus tamanhos e suas proporções são diferentes dos utilizados para representá-las.

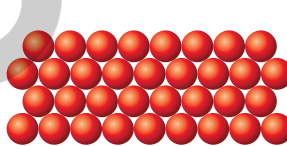
O estado sólido

Os materiais sólidos apresentam como características **macroscópicas** o formato definido e o volume constante em determinada temperatura. Isso pode ser explicado se considerarmos que os sólidos são formados por partículas que estão vibrando bem próximas e são fortemente atraídas umas pelas outras. Alguns sólidos podem apresentar estrutura com partículas organizadas, e outros, não. Considere o esquema a seguir.

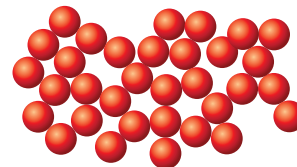
Glossário

Macroscópico: tudo o que pode ser observado a olho nu.

Disposições possíveis das partículas em um material sólido



Organizada



Desorganizada

Representação esquemática da organização das partículas de um material sólido de duas maneiras diferentes, mas sempre próximas umas das outras. (Imagens sem escala; cores-fantasia).

Fonte: HEWITT, P. G. *Física conceitual*. 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

Confira a seguir algumas propriedades específicas observáveis nos sólidos.

Dureza é a propriedade relacionada à capacidade de riscar e ser riscado. Quanto mais duro for um sólido, mais difícil é riscar sua superfície. Isso acontece quando as partículas se agrupam de maneira muito próxima e organizada na estrutura do sólido, como no diamante, que é empregado em diversas aplicações por conta dessa propriedade. Ele pode ser lapidado a fim de ser usado para cortar ferro e aço, serrar pedras, polir, moer e raspar diferentes tipos de instrumento.

O diamante é o material mais duro que existe na natureza.



DOUG ARMAND/GETTY IMAGES

A **ductibilidade** e a **maleabilidade** estão relacionadas com a capacidade que alguns sólidos apresentam de se deformar e não recuperar o formato original quando a força causadora da deformação cessa. Isso é possível porque as partículas não formam estruturas tão organizadas.

O cobre é um dos metais mais dúcteis. Pressando e esticando barras de cobre, é possível obter fios muito finos.



MARIUSEZ SZCZYGLIENSHUTTERSTOCK

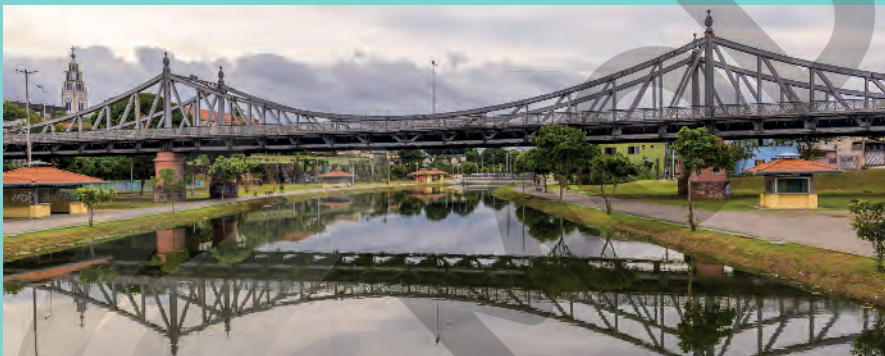
A **elasticidade** é característica dos sólidos que se deformam, mas recuperam o formato original quando cessa a força causadora da deformação. Se a força aplicada é maior que a força de interação entre as partículas que formam o material, então ele se rompe e não volta ao seu formato original.

A borracha é um exemplo de material elástico.



AFRICA STUDIO/SHUTTERSTOCK

Resistência ou tenacidade é a propriedade dos materiais relacionada com sua capacidade de suportar forças externas sem se romper ou se fraturar. Um corpo sólido formado por ferro é mais resistente do que um formado por argila.



MARCOS AMENDOPULSAR IMAGENS

Metais como o ferro são resistentes, por isso são muito utilizados na construção civil. A ponte de ferro Benjamin Constant, em Manaus, construída entre 1892 e 1895, mantém as características do projeto original, que teve influência da arquitetura inglesa. (Manaus, AM, 2014.)

23

Orientações didáticas

- Trabalhe cada uma das propriedades dando exemplos de materiais que estejam presentes no cotidiano dos estudantes. Comente a diferença entre diamante e brilhante; o primeiro se trata de uma pedra encontrada na natureza e o segundo é um tipo de lapidação do diamante (e também de outras gemas), comumente utilizado em joias. Enfatize a importância de se conhecer as propriedades dos materiais para selecionar aqueles mais adequados a cada função. Caso julgue pertinente, comente a respeito dos materiais compósitos, que são combinações de materiais diferentes, com o objetivo de obter um material com propriedades distintas das originais. O texto indicado na **Sugestão de recurso complementar** trata desse assunto.

- Se julgar oportuno, solicite que os estudantes realizem, como tarefa de casa, a leitura do **Tema 3** e elaborem um mapa conceitual apresentando os principais conceitos apresentados no texto. No dia da aula sobre o assunto, peça a alguns estudantes que apresentem seus mapas conceituais para a turma. Tire as dúvidas que surgirem, solicite aos estudantes que realizem os ajustes necessários e exponha os mapas produzidos na sala para auxiliar no desenvolvimento do Tema. Essa mesma prática pode ser realizada para cada um dos estados físicos apresentados no material.

Sugestão de recurso complementar

Artigo

BIZETO, M. A. *A inspiração que vem da natureza*, Portal do Conselho Regional de Química – IV Região, 2011.

O texto aborda conceitos como material híbrido, compósitos e nanocompósitos.

Disponível em: https://www.crq4.org.br/quimicaviva_materiaishibridos. Acesso em: 11 ago. 2022.

Orientações didáticas

• Na caracterização do estado líquido, são discutidos os conceitos de volatilidade e de viscosidade. Ressalte que a volatilidade do líquido está relacionada à atração entre suas partículas e à massa dessas partículas. Caso partículas de massas semelhantes estejam unidas com forças de atração intensas, o líquido tende a ser menos volátil. Portanto, a volatilidade pode ser usada para introduzir as características do estado gasoso. Com a evaporação, ocorre a separação das partículas, e o líquido se transforma em vapor. Peça aos estudantes que comparem as ilustrações do modelo de partículas para os estados líquido e gasoso (mais adiante) mostradas no livro do estudante, favorecendo a mobilização da habilidade **EF09CI01** da BNCC.

• Com base na imagem mostrando um difusor de óleos essenciais (aromatizador de ambiente), destaque o efeito da temperatura sobre a volatilidade das substâncias, retomando o conceito submicroscópico, como previsto pela habilidade **EF09CI01** da BNCC.

• Exemplifique a viscosidade com materiais do cotidiano dos estudantes, como mel, óleo lubrificante e azeite. Para eliminar a concepção equivocada de que materiais mais viscosos são também mais densos, cite o exemplo do óleo e da água, em que o óleo é mais viscoso, porém menos denso que a água. Esclareça que a viscosidade também é uma característica dos gases.

• Ao realizar os procedimentos descritos na seção **Vamos fazer**, certifique-se de que os sacos foram fechados adequadamente. Estimule os estudantes a refletir sobre sua ideia inicial com base no resultado obtido na atividade prática e a comunicar suas conclusões para a turma. A autoavaliação e a reformulação de hipóteses são muito importantes, pois se trata de processos por meio dos quais os estudantes analisam a metodologia utilizada e refletem sobre ela. Essa abordagem favorece o desenvolvimento da **competência geral 2** da Educação Básica e da **competência específica 2** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, previstas pela BNCC.



Representação esquemática do modelo da organização das partículas da água. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Fonte: HEWITT, P. G. Física conceitual. 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.



Mel é um líquido com grande resistência ao escoamento.



Nesse difusor de fragrância, a chama da vela aquece o líquido perfumado no recipiente acima dela, aumentando sua volatilidade.

O estado líquido

Os líquidos apresentam, em determinada temperatura, volume constante e partículas mais afastadas umas das outras que as dos sólidos, pois a atração entre elas é menor, permitindo que vibrem mais intensamente e se desloquem. Como nesse caso as partículas apresentam maior liberdade de movimentação que as dos sólidos, os líquidos adquirem o formato do recipiente que os contém.

O modelo de partículas também ajuda a explicar duas propriedades específicas facilmente observáveis nos líquidos: a volatilidade e a viscosidade.

A **volatilidade** de um material está associada à facilidade com que ele evapora.

À temperatura de 25 °C e à pressão atmosférica ao nível do mar, o éter, a acetona e o etanol são líquidos mais voláteis que a água. Isso significa, entre outros fatores, que a força de atração entre as partículas do éter, da acetona e do etanol é menor que a força de atração entre as partículas da água. Dessa forma, esses materiais evaporam mais facilmente que a água. A volatilidade torna-se maior com o aumento da temperatura.

A **viscosidade** está relacionada com a resistência que um material oferece ao escoamento. Simplificadamente, líquidos com forte atração entre suas partículas apresentam maior viscosidade. À temperatura de 25 °C e ao nível do mar, o óleo lubrificante e o mel apresentam viscosidade elevada em comparação com a água. Portanto, a água escoou mais facilmente que esses materiais.

Vamos fazer

REGISTRE EM SEU CADERNO

O volume dos gases pode ser alterado?

Material

- 1 saco plástico de lixo na cor preta

Procedimento

1. Abra o saco de lixo para que entre ar nele. Certifique-se de que não esteja furado.
2. Feche-o muito bem, formando uma bolsa de ar, e deixe-o exposto ao Sol.

Analisar e concluir

1. O que você espera que aconteça?
2. Depois de algumas horas, o que ocorreu com o saco de lixo? Por quê? O resultado está de acordo com sua hipótese inicial?
3. Compare sua conclusão com a dos colegas. Há diferenças? Por quê?

24

Respostas – Vamos fazer

1. Resposta pessoal. Instrua-os a anotar suas hipóteses para serem confrontadas posteriormente.
2. Após certo tempo sob o Sol, o volume do ar contido no saco aumentará em decorrência da elevação da temperatura, que aumenta a agitação das partículas, desencadeando maior ocupação de espaço do que no início do experimento.
3. Resposta pessoal. Oriente-os a ouvir os colegas respeitando a opinião de cada um e exponha as conclusões na lousa, para que seja mais fácil comparar as diferenças.

O estado gasoso

Os gases têm **formato e volume variáveis** que dependem do recipiente que os contém. Eles ocupam todo o espaço disponível; assim, se a capacidade do recipiente aumenta, eles se **expandem**; se a capacidade diminui, eles se **comprimem**. Na imagem, o gás, comprimido no tanque, se expande ao encher o balão de festa.

De acordo com o modelo de partículas, nos gases, as partículas estão desorganizadas e muito afastadas umas das outras. A força de atração entre elas possui intensidade pequena; desse modo, as partículas de um gás têm grande liberdade de movimento, mantendo-se mais distantes umas das outras que nos líquidos e nos sólidos. Por isso, os gases podem ser expandidos ou comprimidos. Nesta etapa do estudo dos materiais, considere os termos "gás" e "vapor" equivalentes.

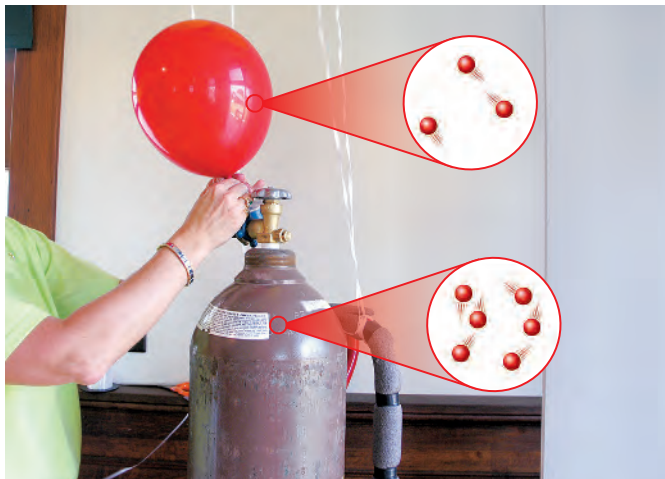


FOTO: ROBERT KYLLOSHUTTER/ISTOCK;
ILUSTRAÇÕES: PAULO MANZUQUINO DA EDITORA

Representação esquemática do modelo da organização das partículas no estado gasoso dentro do balão de festa e dentro do tanque. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Fonte: HEWITT, P. G. Física conceitual. 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

De olho no tema

Na imagem, o ilustrador procurou representar os estados físicos da matéria. Note que, por se tratar de uma ilustração de caráter artístico, ela não apresenta rigor teórico.

- O ilustrador fez uso de um recurso de humor na composição. Qual foi o entendimento dele sobre o termo "estado"? Justifique sua resposta usando elementos da imagem.
- Descreva quais elementos da natureza o artista utilizou para representar cada um dos estados físicos da matéria.
- Explique as diferenças entre os estados físicos da matéria com base nas suas características macroscópicas.



MARLON TENÓRIO

Orientações didáticas

- Se julgar oportuno, extrapole o resultado da atividade da seção **Vamos fazer** para explicar o funcionamento dos balões de ar quente. Fazendo uso do modelo de partículas, mostre que as partículas que compõem o ar aquecido pelo maçarico passam a se movimentar de maneira mais agitada, ocorrendo maior separação entre elas. Como parte do ar frio escapa para fora do balão, a porção de ar quente que fica ocupa todo o espaço interno do balão e o torna menos denso que o ar, possibilitando sua subida. Portanto, na atividade da seção **Vamos fazer** e no exemplo do balão é analisada a influência da temperatura sobre a densidade dos gases.

Respostas – De olho no tema

- O termo "estado" remete ao sentido geográfico, reforçado pela presença da rosa dos ventos e pela divisão com fios contínuos e tracejados, característica de mapas presentes na ilustração.
 - O artista utilizou elementos da natureza como rios, montanhas cobertas com neve e vapor para representar os estados físicos líquido, sólido e gasoso, respectivamente.
 - Os sólidos apresentam volume e formato definidos; os líquidos apresentam volume definido pelo formato do recipiente que os contém; e os gases têm formato e volume variáveis, ocupando todo o espaço do recipiente em que eles se encontram.
- Esse exercício de leitura inferencial de imagem integra duas fontes de informação: o conhecimento prévio acerca dos estados físicos da matéria e a informação visual, a obra em si.

Orientações didáticas

- As mudanças de estado físico são discutidas pela abordagem da transferência de calor e mudança de temperatura. Dessa forma, retome os conhecimentos prévios dos estudantes sobre esses conceitos, trabalhados no 7º ano, pois são pré-requisitos para a compreensão sobre as mudanças de estado físico.

- Neste Tema, pode ser aplicada a **Oficina 1 – Mudanças de estado físico**, no momento que considerar mais propício.

- No início do estudo deste Tema, retome os exemplos trabalhados no **Tema 3**: o efeito da vela na dissipação do aroma dos óleos essenciais e o efeito do calor do Sol no saco plástico contendo ar. Questione os estudantes sobre o que esses dois exemplos têm em comum. Espere-se que eles destaquem o calor como uma variável comum às duas situações.

- Uma ideia muito comum que os estudantes apresentam é a de que existe troca tanto de calor quanto de frio. Essa ideia está inserida em algumas concepções equivocadas a respeito do conceito de calor e temperatura. Para auxiliá-los na ressignificação desses conceitos, recorra ao texto indicado na **Sugestão de recurso complementar**, que discute as concepções a níveis macro e microscópicos que os estudantes apresentam.

- Trabalhe a imagem “Mudanças de estado físico da água”, auxiliando os estudantes a entenderem as relações entre as mudanças físicas macroscópicas e submicroscópicas, favorecendo o desenvolvimento da habilidade **EF09CI01** da BNCC. Caso julgue relevante, associe o esquema ao ciclo da água no ambiente, relembRANDO sua importância para a manutenção da vida na Terra.



Mudanças de estado físico

A variação da temperatura pode provocar mudanças de estado físico da matéria.

Entrando na rede

Na página do PhET Interactive Simulations, disponível em: http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/states-of-matter-basics, há um simulador que pode ajudá-lo a compreender o que ocorre nas mudanças de estado físico da matéria. Acesso em: 7 ago. 2022.

A **temperatura** é a grandeza que indica o grau de agitação das partículas da matéria. Quanto maior a intensidade da agitação das partículas, maior é a temperatura de um corpo.

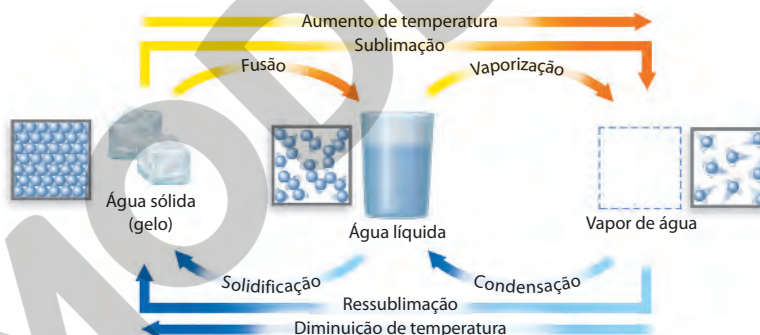
Corpos com temperaturas diferentes, quando em contato, sempre trocam energia térmica. **Calor** é o nome dado à energia transferida em razão da diferença de temperatura entre dois corpos. Essa troca sempre ocorre do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura.

A influência da temperatura

O estado físico de um corpo depende da temperatura e da pressão a que ele está submetido.

Para que um corpo mude de estado físico, é necessário alterar a intensidade da agitação de suas partículas, o que pode ser feito mudando a pressão ou, de maneira mais comum, fornecendo ou retirando energia térmica do corpo. Dessa forma, tanto o aumento como a diminuição da temperatura podem provocar transformações nos estados físicos da matéria.

Mudanças de estado físico da água



O vapor de água não foi representado por ser invisível. Na imagem, os quadrados são representações esquemáticas de como as partículas de água se encontram em cada estado físico. A agregação das partículas muda de acordo com o estado físico da água. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Fonte: HEWITT, P. G. Física conceitual. 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

26

Sugestão de recurso complementar

Artigo

MORTIMER, E. F.; AMARAL, L. O. F. Quanto mais quente melhor: Calor e temperatura no ensino de termoquímica. *Química Nova na Escola*, n. 7, p. 30-34, 1998.

O artigo apresenta concepções prévias de estudantes em relação aos conceitos de calor e temperatura. Disponível em: <http://qnesc.sbgq.org.br/online/qnesc07/aluno.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2022.

Mudanças que ocorrem com o aumento da temperatura

As mudanças de estado físico que ocorrem com o aumento da temperatura são: fusão, vaporização e sublimação.

Fusão é a mudança do estado sólido para o estado líquido. Ocorre, por exemplo, na indústria metalúrgica quando os metais são fundidos.

Vaporização é a mudança do estado líquido para o estado gasoso. Essa transformação pode ocorrer de duas maneiras distintas: pela evaporação e pela ebulição.

- **Evaporação** é um processo que ocorre de forma lenta, principalmente na superfície do líquido, sem o surgimento de bolhas. Um exemplo é quando a água da roupa molhada no varal evapora.
- **Ebulição** é um processo rápido que ocorre em todas as partes do líquido, com formação de bolhas de vapor. Quando isso acontece, dizemos que o líquido está fervendo.

Sublimação é a mudança direta do estado sólido para o estado gasoso, sem passar pelo estado líquido. É observada facilmente no caso de alguns sólidos constituídos por um material que sublima à pressão ambiente, como o gelo-seco, que é o gás carbônico em estado sólido, a temperatura inferior a $-78\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Mudanças que ocorrem com a diminuição da temperatura

A diminuição da temperatura pode provocar a condensação, a solidificação e a ressublimação.

Condensação é a mudança do estado gasoso para o estado líquido. Por exemplo, o vapor de água que existe em nossa respiração condensa-se quando é esfriado. Observamos essa condensação quando expiramos em um dia frio e vemos formar a névoa branca que sai de nossa boca.

Solidificação é a mudança do estado líquido para o estado sólido. Por exemplo, quando a água líquida transforma-se em gelo ao ser colocada no congelador.

Ressublimação é a mudança do estado gasoso diretamente para o estado sólido. Algumas substâncias que podem ressublimar à pressão ambiente são o iodo e a naftalina.

Temperatura de fusão e temperatura de ebulição

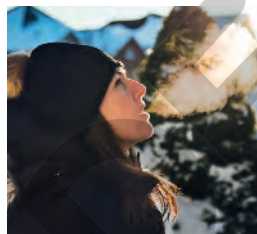
A **temperatura de fusão** é aquela em que ocorre a mudança do estado sólido para o líquido e equivale à temperatura de solidificação. A temperatura de fusão da água “pura”, ao nível do mar, é $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Nesse caso, água “pura” é aquela que não tem nenhum outro material dissolvido nela. Do início ao fim da fusão de determinada quantidade de água pura, essa temperatura não se altera.

A **temperatura de ebulição** é aquela em que ocorre a mudança do estado líquido para o gasoso e equivale à temperatura de condensação. A temperatura de ebulição da água “pura”, ao nível do mar, é $100\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Em temperatura ambiente, o gelo-seco sublima, passando diretamente para o estado gasoso.

PHOTO RESEARCHERS/SCIENCE SOURCE/FOTORENA



A névoa que se vê na foto é formada por minúsculas gotas de água que estavam presentes na forma de vapor no ar expirado e condensaram.

CAVAN IMAGES/BETTY IMAGES

Orientações didáticas

- Ao mencionar a fundição dos metais sob altas temperaturas, explique que alguns desses materiais, como o mercúrio, podem se apresentar no estado líquido à temperatura ambiente e à pressão atmosférica ao nível do mar.
- A condensação pode ser observada quando, num dia muito frio, a superfície interna de uma janela fica embaçada ou quando se retira uma garrafa de água da geladeira e ela fica úmida. Na superfície oposta à que está em contato com o frio (ou seja, o lado de dentro da janela ou o lado de fora da garrafa de água) vai se formar uma camada de gotículas de água. As gotículas são provenientes da condensação do vapor de água, que, em razão da diminuição de temperatura, retornou ao estado líquido.
- Ao abordar os diferentes exemplos de mudança de estado físico, recorra ao modelo de partículas, de modo que os estudantes relacionem os aspectos macroscópicos ao estado de agitação e organização das partículas, favorecendo o trabalho com a habilidade **EF09CI01** da BNCC. Para auxiliá-los nesta abordagem, é possível explorar o simulador indicado no quadro **Entrando na rede**.

Sugestão de recurso complementar

Material de apoio

ZECHIM, M. J. C. *Caderno pedagógico de atividades práticas e experimentais para uma aprendizagem significativa de conceitos físicos em Ciências*. Bandeirantes: Universidade Estadual do Paraná, 2008.

O caderno apresenta atividades práticas com materiais acessíveis que contribuem para o aprendizado significativo dos estudantes.

Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1874-6.pdf>. Acesso em: 7 jul. 2022.

Orientações didáticas

• A fim de tornar mais claro o conceito de temperatura de ebulição diante do fenômeno de evaporação, proponha as seguintes questões aos estudantes: “Por que as roupas molhadas secam quando estendidas no varal?” e “A água atinge 100 °C quando exposta ao Sol?”. Esclareça que a ebulição é decorrente do aquecimento até que o material atinja uma temperatura específica (temperatura de ebulição); a evaporação ocorre em baixa velocidade e é um processo que depende da volatilidade do material e das condições ambientes (temperatura, umidade do ar, incidência de vento etc.).

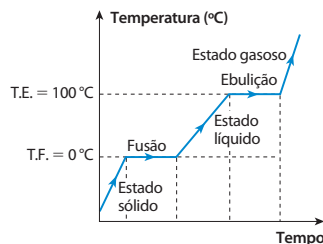
• Os gráficos “Aquecimento da água pura (ao nível do mar)” e “Resfriamento da água pura (ao nível do mar)” auxiliam os estudantes a entender a variação da temperatura da água nos diferentes estados físicos e como a temperatura se comporta durante a mudança de estado físico. As várias inclinações se devem às diferenças de calor específico da água nos três estados físicos representados, além do calor latente de fusão e de vaporização. Neste nível de ensino, é suficiente comentar com os estudantes que a transferência de calor acontece de maneira diferente para cada estado físico, já que a agregação das partículas em cada estado muda.

• Para a atividade proposta na seção **Vamos fazer**, certifique-se de que a água e o álcool estejam inicialmente à temperatura ambiente. Apesar de a água solidificar-se após algumas horas no congelador, o objetivo de observar os resultados após 24 horas é para que os estudantes não considerem que o álcool 40% não congelou porque ficou tempo insuficiente no congelador. Estimule-os a registrar suas descobertas e a comparar seus resultados. Explore as características dos materiais questionando aos estudantes se seria possível identificar a água e o álcool sem resfriá-los e caso os copos não estivessem identificados. Para o mesmo volume de água e de álcool, medindo a massa e pesquisando o valor da densidade desses materiais, pode-se verificar que o álcool é menos denso, portanto o copo com álcool 40% terá massa menor. A atividade auxilia no desenvolvimento da **competência específica 3** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, prevista pela BNCC.

As temperaturas de fusão e de ebulição são propriedades específicas da matéria que podem ser usadas para identificar diferentes materiais. Por exemplo, para diferenciar sólidos visualmente semelhantes como o cloreto de sódio (principal componente do sal de cozinha) e o carbonato de sódio (utilizado na fabricação do vidro), verificamos, ao nível do mar, a temperatura de fusão do cloreto de sódio, que é 801 °C, e a do carbonato de sódio, que é 851 °C.

Os gráficos a seguir representam as mudanças de estado físico da água pura, ao nível do mar, em processo de aquecimento e de resfriamento.

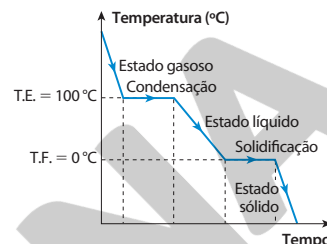
Aquecimento da água pura (ao nível do mar)



A fusão e a solidificação ocorrem na temperatura de fusão (T.F.), e a ebulição e a condensação, na temperatura de ebulição (T.E.).

Fonte: Gráficos elaborados com base em LIDE, R. D. (ed.). CRC Handbook of Chemistry and Physics. 90. ed. (CD-ROM Versão 2010). Boca Raton: CRC Press/Taylor and Francis, 2009.

Resfriamento da água pura (ao nível do mar)



Vamos fazer

REGISTRE EM SEU CADERNO

Líquidos distintos solidificam-se a temperaturas diferentes?

Material

- 2 copos descartáveis de plástico
- Copo medidor
- 200 mL de água da torneira
- 200 mL de álcool 40%
- Congelador de uma geladeira
- 2 pedaços de fita-crepe e caneta

ATENÇÃO

Apesar de o álcool 40% ser comercializado em muitos estabelecimentos tanto na forma de gel quanto na forma líquida, ele pode entrar em combustão se levado próximo a uma fonte de calor. Certifique-se de que não haja fontes de calor próximas ao álcool 40% durante a realização da atividade. Não ingerir esse produto.

Procedimento

1. Com o auxílio do copo medidor, colete 200 mL de água da torneira.

2. Transfira a água para um copo de plástico e identifique-o com a fita-crepe e a caneta.
3. Com o copo medidor seco, colete 200 mL de álcool 40%.
4. Transfira o álcool para outro copo de plástico e identifique-o.
5. Coloque os copos no congelador.
6. Espere no mínimo 24 horas para observar o aspecto dos líquidos.

Analisar e explicar

1. Quanto tempo você deixou os copos descartáveis no congelador? Ao final desse tempo, algum dos líquidos mudou de estado físico? Se sim, qual(is)?
2. Faça uma pesquisa e identifique as temperaturas de fusão da água e do álcool 40%. Sabendo que a temperatura alcançada por congeladores domésticos está aproximadamente entre -15 °C e -20 °C, as informações obtidas na pesquisa são coerentes com o resultado da atividade?

28

Respostas – Vamos fazer

1. Resposta pessoal. Espera-se que os copos sejam deixados pelo menos 24 horas no congelador. Esse tempo é suficiente para garantir o congelamento da água da torneira e evidenciar que o álcool 40% não congela a essa temperatura. Espera-se que apenas a água da torneira tenha mudado para o estado sólido.

2. Ao nível do mar, a água da torneira funde a aproximadamente 0 °C. Nas mesmas condições, o álcool 40% funde a -118 °C, muito abaixo da temperatura do congelador, o que é coerente com os resultados esperados da atividade.

A influência da pressão

Além da temperatura, a **pressão** também influencia as mudanças de estado físico.

Vamos utilizar a água pura para exemplificar o efeito da pressão nas mudanças de estado físico.

A pressão atmosférica diminui à medida que aumenta a altitude. Na tabela a seguir, apresentamos os valores aproximados da altitude de três municípios em relação ao nível do mar, da pressão atmosférica nesses locais e das respectivas temperaturas de ebulição da água pura.

Pressão atmosférica e temperatura de ebulição da água em alguns locais*			
Local	Altitude em relação ao nível do mar (m)	Pressão atmosférica aproximada (atm)	Temperatura aproximada de ebulição da água (°C)
Rio de Janeiro	0	1,00	100
São Paulo	760	0,92	98
Brasília	1 200	0,86	96

*Valores aproximados de altitude, pressão atmosférica e temperatura de ebulição da água. A pressão de 1 atmosfera (1 atm) equivale a 101 325 Pa (pascal). O pascal é a unidade de pressão no SI.

Fontes: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Anuário estatístico do Brasil*. v. 77. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/20/aeb_2017.pdf; EARL, B. L. The direct relation between altitude and boiling point. *Journal of Chemical Education*. v. 67 (1). 1990. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed067p45>. Acessos em: 7 ago. 2022.

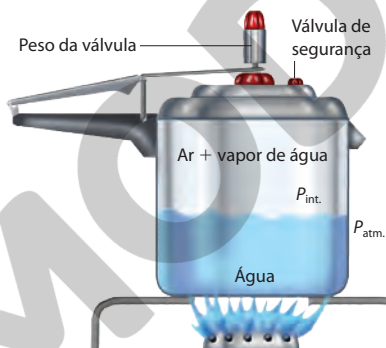
Note, com base nos dados dessa tabela, que as variações da altitude estão relacionadas às mudanças nos valores de temperatura de ebulição da água.

Saiba mais!

COMO FUNCIONA A PAINELA DE PRESSÃO?

Os alimentos cozinham mais rapidamente na panela de pressão porque eles atingem temperaturas maiores do que em uma panela comum. Dentro da panela, sob maior pressão – a pressão interna ($P_{int.}$) é maior que a pressão atmosférica ($P_{atm.}$) –, a temperatura de ebulição ultrapassa os 110 °C. Nesse tipo de panela, o vapor formado só pode escapar por um orifício central na tampa, sobre o qual se assenta uma válvula. Com o aumento da pressão, o peso é levantado, liberando vapor e equilibrando a pressão interna. Se não houvesse a válvula de escape, o aumento da pressão faria a panela explodir. Dessa forma, para utilizar uma panela de pressão de maneira segura, é necessário limpar regularmente a válvula de segurança, os orifícios do peso da válvula e respeitar o volume máximo suportado pela panela.

Funcionamento de uma panela de pressão



Representação esquemática do aquecimento da água em uma panela de pressão. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

De olho no tema

Na natureza, a água passa por diferentes mudanças de estado físico.

- Qual é o termo utilizado para descrever o derretimento das geleiras em água líquida?
- E para descrever a mudança de estado físico da água dos rios que vira vapor?
- O que significa dizer que o gelo sublimou?
- Considere um aparato de vidro, constituído por dois bulbos ligados por um tubo, totalmente vedado e contendo um pouco de álcool. Se você segurar esse aparato com as mãos pela na parte de baixo, o que deve acontecer?



FABIO YOSHITO MATSUURA
MOSAICO FOTOGRAFIA

Orientações didáticas

- Peça aos estudantes que interpretem a tabela que apresenta a pressão atmosférica e a temperatura de ebulição da água em diferentes locais. Auxilie-os a relacionar a altitude do município em relação ao nível do mar, a pressão atmosférica e a temperatura de ebulição da água. Explique o comportamento das partículas que constituem a água em diferentes altitudes e como isso interfere na temperatura de ebulição. Esclareça que a pressão atmosférica de determinado local não é constante e pode se alterar, por exemplo, com as variações climáticas causadas pela movimentação das massas de ar. Uma atmosfera (1 atm) é a pressão que a atmosfera terrestre exerce ao nível do mar.

- Explícite o funcionamento da panela de pressão, mostrando por que ela torna o cozimento dos alimentos mais rápido. Aproveite para discutir questões relacionadas à segurança, como verificar se a válvula não tem nenhuma obstrução antes de usar a panela, não mexer na válvula durante o cozimento dos alimentos e esperar que a pressão interna diminua para abri-la após o seu uso.

Respostas – De olho no tema

- Fusão.
- Vaporização.
- Significa que a água passou diretamente do estado sólido para o estado gasoso, sem passar pelo estado líquido.
- Ao encostar a mão na parte de baixo do aparato, o gás contido se aquece e expande. Com o aumento da pressão, o álcool sobe. Esse aparato é conhecido por ebulidor de Franklin.

Respostas – Atividades

1. a) Estado gasoso. b) Estado líquido. c) Estado sólido.
2. a) A diminuição da temperatura é resultado da diminuição da movimentação das partículas, que se aproximam umas das outras, aumentando a força de atração entre elas. b) Com o frasco aberto, o perfume pode passar do estado líquido para o estado gasoso, e, nesse estado, as partículas preenchem todo o espaço disponível. Assim, as partículas constituintes do perfume alcançam lugares distantes difundindo-se pelo espaço.
3. Figura B. Quanto maior a temperatura de um corpo, maior é a movimentação de suas partículas; nesse caso, representada na ilustração pelos vetores mais compridos.
4. Sublimação.
5. a) Esta é a primeira vez que o elemento **refutador** aparece nas atividades argumentativas do livro, por isso é importante dar-lhe destaque e auxiliar os estudantes.

Dado que a intensidade da chama é a mesma, assim como a temperatura inicial da água, **conclui-se** que a água provavelmente (**qualificador**) entrará em ebulição primeiro em São Paulo, já que (**garantia**) a cidade do Rio de Janeiro está ao nível do mar, enquanto São Paulo está a 760 m de altitude. Isso porque (**apoio**) a pressão atmosférica diminui à medida que aumenta a altitude e, quanto menor a pressão atmosférica, menor a temperatura de ebulição da água. Esse resultado é esperado, a não ser que (**refutador**) as amostras não sejam idênticas, se houver materiais dissolvidos diferentes isso pode fazer variar a temperatura de ebulição das amostras. b) Não, pois no interior desse tipo de panela a pressão não depende da pressão atmosférica.

6. A temperatura de fusão é 50 °C, e a de ebulição, 150 °C. As temperaturas de transição de fase são representadas por um patamar constante em um intervalo de tempo.

7. A liofilização é um processo de desidratação empregado para aumentar a durabilidade dos alimentos. Nele, o alimento é congelado e depois submetido ao vácuo, o que facilita a sublimação da água. Com isso, a água congelada passa diretamente para o estado gasoso, sem alterar as propriedades nutritivas do alimento. Essa atividade favorece o trabalho com a **competência geral 5** da Educação Básica e com a **competência específica 6** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, previstas pela BNCC.



Atividades ▶ TEMAS 3 E 4

REGISTRE EM SEU CADERNO

ORGANIZAR

1. Um material pode apresentar diferentes propriedades dependendo do estado físico em que se encontra. Determine qual estado físico (sólido, líquido ou gasoso) está relacionado às situações descritas a seguir.
 - a) Ar comprimido-se dentro de uma seringa tampada quando o êmbolo é empurrado para dentro.
 - b) Parafina derretida sendo despejada em uma forma para fazer vela.
 - c) Diamante sendo usado para cortar metais como o ferro.
2. Com base no modelo de partículas, explique os fatos a seguir.
 - a) O vapor de água, com a diminuição da temperatura, transforma-se em água líquida.
 - b) Ao abrir um frasco com perfume, mesmo a certa distância, percebe-se rapidamente sua fragrância.

ANALISAR

3. As figuras A e B representam o mesmo gás em duas temperaturas diferentes. Os vetores representam a intensidade, o sentido e a direção da velocidade das partículas. Quanto maior o comprimento dos vetores, maior é a agitação das partículas.



(Imagem sem escala; cores-fantasia.)

4. A naftalina é comercializada como inseticida na forma de esferas sólidas que diminuem de tamanho com o passar do tempo. O vapor de naftalina é nocivo tanto para os insetos como para os humanos; por isso, ela sempre deve ser utilizada conforme a indicação do fabricante.
 - Qual é a mudança de estado físico que justifica a diminuição do tamanho da esfera de naftalina com o passar do tempo?

30

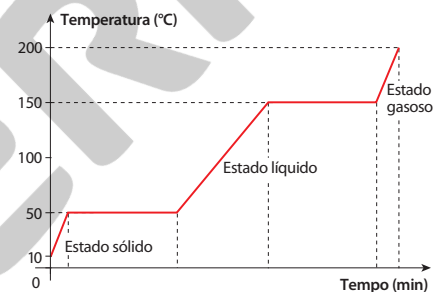
5. Consulte a tabela “Pressão atmosférica e temperatura de ebulição da água em alguns locais” para responder às questões a seguir.

- a) Considerando chamas com a mesma intensidade e amostras de água com o mesmo volume e a mesma temperatura inicial, em qual cidade, Rio de Janeiro ou Brasília, a água entrará em ebulição mais rapidamente? Responda com um **argumento científico** contendo os elementos: **dado, conclusão, qualificador, apoio, garantia e refutador**.
- b) Se nessas duas cidades forem usadas panelas de pressão para aquecer a água, o tempo para que a água pura entre em ebulição será diferente? Justifique sua resposta.

6. Considere o gráfico abaixo.

- Quais são as temperaturas de fusão e de ebulição do material? Explique sua conclusão.

Curva de aquecimento de determinado material



COMPARTILHAR

7. A liofilização é um processo empregado pela indústria alimentícia na desidratação de alguns alimentos. Em grupo, pesquisem sobre esse processo em fontes confiáveis. Identifiquem quais passagens de estados físicos ocorrem na liofilização e como elas são feitas. Informem-se sobre outros tipos de indústria que também utilizam a liofilização. Reúnam todas as informações obtidas em um mural composto de imagens e pequenos textos e o exponham em sua escola, nas redes sociais, em blogs e em outras mídias, após aprovação do professor.



Pensar Ciência

A luta de uma cientista

Uma das mais importantes cientistas do século XX foi a química e biofísica inglesa Rosalind Franklin (1920-1958). Rosalind, com suas pesquisas nos anos 1940 e 1950, foi pioneira na compreensão do formato e do funcionamento da molécula de DNA, chegando a antecipar algumas concepções do inglês Francis Crick e do estadunidense James Watson, considerados os “pais” do DNA.

Desde o princípio, Rosalind sofreu oposição à sua carreira. Seu pai não aceitava que uma mulher tivesse formação acadêmica. Por causa da mentalidade da sociedade da época, mulheres não eram bem-vistas nas áreas das Ciências. Assim, para despontar na carreira científica, ela teve de enfrentar a resistência da sociedade e de colegas cientistas.

James Watson, Francis Crick e Maurice Wilkins receberam, em 1962, o Prêmio Nobel por seus trabalhos com a molécula de DNA. Rosalind, que havia morrido de câncer no ovário quatro anos antes, aos 37 anos de idade, não foi sequer mencionada.

Independentemente do gênero, todos temos a mesma capacidade intelectual, mas cada indivíduo tem formas diferentes de entender a natureza. Essa diversidade ajuda a Ciência a conseguir mais e melhores respostas para seus questionamentos.



Rosalind Franklin atuando em seu laboratório (1955).

UNIVERSAL HISTORY ARCHIVE/UNIVERSAL IMAGES GROUP/GETTY IMAGES

Orientações didáticas

- A seção **Pensar Ciência** busca estimular a troca de ideias sobre a participação feminina na Ciência. É importante ouvir a opinião dos estudantes e incentivar a argumentação e a reflexão embasadas em dados e no respeito a todas as pessoas. Essa abordagem permite mobilizar as **competências gerais 7 e 9** da Educação Básica e as **competências específicas 4 e 5** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, previstas pela BNCC. Ao promover a reflexão sobre a participação das mulheres nos diversos setores da sociedade, trabalha-se o TCT – **Educação em Direitos Humanos**.

- A fim de contribuir com o processo de geração de inferências, sugerimos trabalhar a atividade 1 dessa seção antes da leitura do texto. Essa é uma ação preliminar que pode conduzir os estudantes a desenvolverem uma leitura mais aprofundada e uma melhor compreensão do texto a ser lido.

Respostas – Pensar Ciência

1. É provável que os estudantes conheçam ou já tenham ouvido falar de mais nomes de cientistas homens do que de cientistas mulheres. Caso isso tenha acontecido, pergunte a eles por que acham que houve essa diferença e se algo deveria ser feito para mudar esse cenário.

2. Antes que os estudantes iniciem esta atividade, peça-lhes para pesquisar o significado de “reparação histórica”. Depois, durante a mediação do debate, oriente-os a ouvir os colegas com atenção e a interagir com os demais de forma respeitosa.

▶ ATIVIDADES

REGISTRE EM SEU CADERNO

1. Cite as mulheres cientistas que você conhece. Cite também os homens cientistas. Há diferença na quantidade de nomes mencionados entre os gêneros?
2. A importância da pesquisa de Rosalind Franklin não foi devidamente reconhecida em sua vida. Porém, como forma de reparação histórica em reconhecimento à importância de seu trabalho para o estudo da vida, a Agência Espacial Europeia (ESA) batizou com seu nome o robô da Missão ExoMars, que buscará por registros de vida antiga em Marte. Em grupos, pesquisem outro exemplo de reparação histórica na Ciência, ou no ensino de Ciência, para uma mulher, para um grupo de mulheres ou para as mulheres em geral.
 - Depois, compartilhem as descobertas com o restante da turma e, sob a orientação do professor, façam um debate sobre a importância das reparações históricas para a Ciência e para a sociedade.

Sugestão de recurso complementar

Artigo

MARASCIULO, M. “Mulheres eram consideradas sem cérebro”, diz física que revolucionou astronomia. *Galileu*, 15 jul. 2022.

O texto conta brevemente a história de Jocelyn Bell Burnell (1943-), que descobriu os pulsares em 1967. Alguns anos depois, dois homens foram premiados com o Nobel de Física por essa descoberta, e o nome da pesquisadora nem sequer foi mencionado. Como reparação histórica, em 2018 ela recebeu o prêmio *Breakthrough* de Física, considerado um Nobel alternativo.

Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Sociedade/noticia/2022/07/mulheres-eram-consideradas-sem-cerebro-diz-fisica-que-revolucionou-astronomia.html>. Acesso em: 13 ago. 2022.

Orientações didáticas

• A seção **Atitudes para a vida** traz a discussão a respeito do descarte correto de resíduos, especificamente de medicamentos fora da validade. Essa é uma oportunidade de os estudantes perceberem que podem colaborar com a conservação do ambiente estando atentos às atitudes que tomam em seu cotidiano, como o descarte adequado de medicamentos. Assim, ao avaliar os impactos ambientais do descarte incorreto de medicamentos e buscar agir para promover mudanças individuais e coletivas, recorrendo aos conhecimentos de Ciências da Natureza, os estudantes terão subsídios para desenvolver as **competências gerais 2, 4, 9 e 10** da Educação Básica e as **competências específicas 3 e 8** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, previstas pela BNCC.

• É provável que os estudantes tenham conhecimentos sobre a reciclagem e o descarte adequado de materiais como o lixo eletrônico. Retome esses conhecimentos para introduzir a discussão sobre o descarte correto de medicamentos, possibilitando assim a geração de inferências enquanto leem o texto desta seção.

• Peça aos estudantes que pesquisem como deve ser feito o descarte de medicamentos vencidos em seu município. Devido à falta de uma regulamentação federal para o assunto, existem municípios que, por força de lei, determinam que qualquer farmácia receba esse tipo de material e encaminhe para o descarte correto. Em outros locais, as unidades de saúde recebem o material. Existem ainda iniciativas de empresas, como redes de farmácias, que fazem o recolhimento e providenciam o descarte correto.

• Explique à turma que, no momento em que a validade do remédio expira, não existe mais garantia da qualidade do produto. Além de não produzir o efeito esperado do medicamento, seu uso pode até mesmo causar efeitos indesejáveis e inesperados no organismo.



Atitudes para a vida

REGISTRE EM SEU CADERNO

Descarte de medicamentos no lixo comum pode contaminar o meio ambiente

O hábito de manter em casa uma pequena farmácia nos momentos de necessidade pode ser útil, mas também causa problemas. Quando o prazo de validade dos medicamentos chega ao fim, [...] o descarte do fármaco no lixo comum leva à contaminação do meio ambiente.

[...]

Se o medicamento está vencido, o correto é descartá-lo. Porém, isso deve ser feito de forma especial, para que não haja contaminação do solo nem da água. De acordo com a doutoranda em Biologia, Gabrielle Rabelo Quadra, o risco é real.

“Esse material pode ir para um aterro sanitário, formar o chorume e chegar ao subsol, contaminando o lençol freático. Se for para o esgoto não tratado, o fármaco chega direto ao meio ambiente. Caso o esgoto seja tratado, as estações não são feitas para remover fármacos completamente, e fica um resíduo. Isso pode ser prejudicial a animais e a seres humanos.”

[...]

Fonte: Descarte de medicamentos no lixo comum pode contaminar o meio ambiente. UFJF Notícias, 15 mar. 2017. Disponível em: <https://www2.ufjf.br/noticias/2017/03/15/descarte-de-medicamentos-no-lixo-comum-pode-contaminar-o-meio-ambiente/>. Acesso em: 7 ago. 2022.



Coletor para medicamentos vencidos.

DANIEL CYMBALISTAPULSAR IMAGENS

Reprodução proibida. Art. 184 da Código Penal e Lei 5.610 de 19 de fevereiro de 1968.

32

Sugestão de recurso complementar

Artigo

ANDRADE, E. D. Prazo de validade dos medicamentos. *Implant News*, 20 set. 2020.

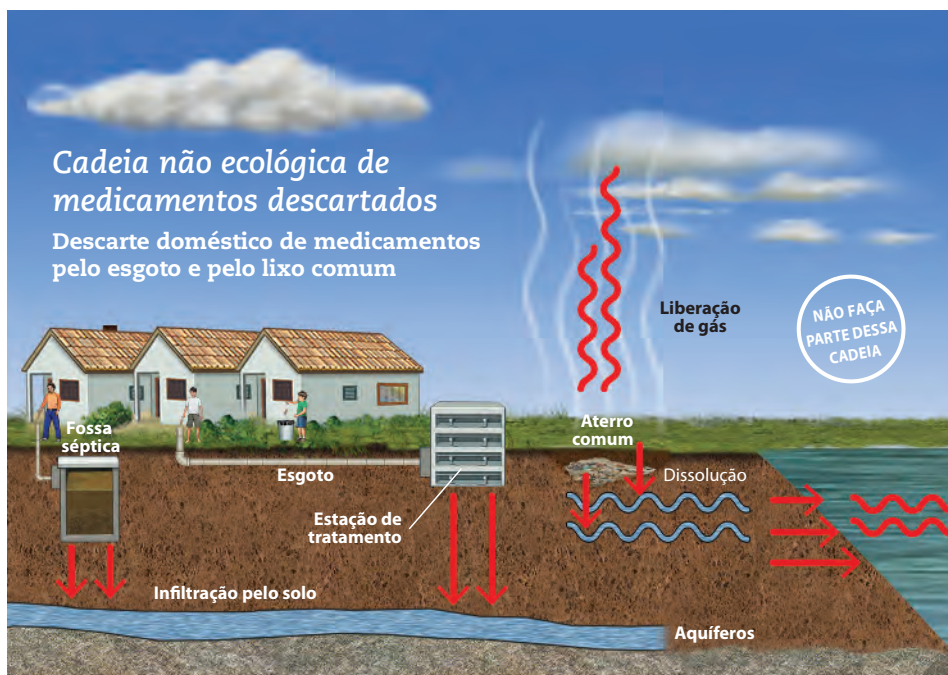
O texto traz informações importantes sobre o prazo de validade dos medicamentos.

Disponível em: <https://revistaimplantnews.com.br/prazo-de-validade-dos-medicamentos/>.

Acesso em: 12 ago. 2022.

Cadeia não ecológica de medicamentos descartados

Descarte doméstico de medicamentos pelo esgoto e pelo lixo comum



Os medicamentos descartados de maneira inadequada podem atingir muitos corpos de água e passam a ser poluentes muito prejudiciais.

Fonte: BRASIL HEALTH SERVICE. O problema ambiental: cadeia não ecológica de medicamentos descartados. Programa descarte consciente. Disponível em: <https://www.descarteconsciente.com.br/o-problema-ambiental>. Acesso em: 7 ago. 2022.

TROCAR IDEIAS SOBRE O TEMA

Em grupo, discutam as seguintes questões:

1. A responsabilidade pelo descarte correto de medicamentos deve ser somente dos fabricantes desses produtos?
2. Como podemos contribuir para evitar a contaminação do ambiente pelos medicamentos?

COMPARTILHAR

3. Forme um grupo com mais dois colegas. Cada integrante do grupo deverá entrevistar os familiares responsáveis e anotar as respostas dadas às perguntas indicadas a seguir.
 - I. De que maneira os medicamentos vencidos ou que não foram usados são descartados?
 - II. Você acha que os medicamentos descartados diretamente no lixo ou na rede de esgoto podem contaminar a água de rios e lagos?

Compartilhem com os demais colegas as respostas obtidas nas entrevistas. Em seguida, discutam suas opiniões diante das respostas coletadas. Propõem medidas que poderiam ajudar a minimizar o problema do descarte incorreto de medicamentos. Elaborem um documento contendo os prejuízos da contaminação de rios e lagos, a importância de conservar a natureza em prol da nossa saúde e as propostas da turma. Esse documento poderá ser divulgado à comunidade em formato impresso ou digital após aprovação do professor.

▶ COMO EU ME SAÍ?

- Contribuí com a discussão coletiva?
- Usei conhecimentos que já tinha para obter soluções aos questionamentos propostos?
- Se fosse explicar por que aplicar conhecimentos prévios a novas situações é importante, eu diria...

33

Respostas – Atitudes para a vida

1. O fabricante deve se responsabilizar pelo recolhimento e destruição ou pela reciclagem do material vencido. No entanto, cabe ao consumidor levar os medicamentos vencidos aos postos de coleta.
2. Não descartar os medicamentos de maneira incorreta e instruir aqueles com quem convivemos a agir da mesma forma.
3. Por meio da entrevista e do compartilhamento das respostas obtidas, a atividade possibilita aos estudantes o levantamento e a análise de dados. Espera-se que os estudantes compreendam a importância de participar ativamente de ações para a conservação do ambiente, tanto com atitudes individuais, como o descarte correto de medicamentos como com atitudes coletivas, comunicando à outras pessoas a importância dessas ações e propondo medidas para minimizar os problemas ambientais da comunidade.

Orientações didáticas

- Verifique o entendimento do que foi lido por meio da inferência, ou seja, os novos elementos e conceitos gerados a partir das fontes de informações (conhecimentos prévios e o conteúdo do texto). Avalie as respostas dos estudantes individualmente e, depois, trabalhe novamente com toda a turma aquelas em que notou mais dificuldades. Faça com eles a interpretação do conteúdo dessas atividades, ressaltando e discutindo os erros mais comuns.

- Antes de orientar os estudantes a fazer uma leitura silenciosa do texto, verifique os conhecimentos da turma sobre o efeito estufa e o Acordo de Paris. Explique que existem encontros e conferências internacionais com o objetivo de que os países façam acordos para resolver problemas ambientais de âmbito mundial, como o aquecimento global. A necessidade desses eventos se deve às negociações e ao convencimento que deve ser feito para que os países não assumam posturas individualistas e concordem em rever aspectos políticos e econômicos para o bem comum. As atividades dessa seção favorecem o desenvolvimento das **competências gerais 6 e 7** da Educação Básica e das **competências específicas 3 e 4** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, previstas pela BNCC.

- Faça com os estudantes a leitura do mapa "Variação da temperatura em °C nas diferentes regiões do planeta entre 1971 e 2021". Repare que, apesar de a temperatura média do planeta ter aumentado nesse período, pode-se verificar no mapa que em algumas regiões a temperatura diminuiu. No entanto, os maiores aumentos foram registrados, entre outras regiões, no Ártico, o que provocou o derretimento de geleiras.

- De forma interdisciplinar com o componente curricular Língua Portuguesa, trabalhe com o gênero textual reportagem. A análise dos mapas pode ser trabalhada de forma interdisciplinar com os componentes curriculares Geografia e História.



Compreender um texto

Aumento do nível do mar e aquecimento global: como evitar o pior cenário?

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) é um órgão responsável por publicar relatórios os quais compilam os últimos estudos sobre as mudanças climáticas que afetam o planeta, em todas as esferas e cenários.

De acordo com as projeções da primeira parte do relatório, publicada em 2021, a temperatura média na América do Sul, por exemplo, deve subir mais rápido que a média do planeta.

Os cientistas acreditam que um aumento de 1,5°C acima dos níveis pré-industriais será alcançado até 2040, podendo ultrapassar os 2°C até o fim do século 21. Considerando que o tratado firmado no Acordo de Paris prevê a manutenção da temperatura média global neste século abaixo de 2°C – sendo 1,5°C o limite ideal –, é preciso urgentemente que medidas mais drásticas sejam adotadas para reduzir a emissão de gases do efeito estufa. Apesar das evidências científicas e dos eventos climáticos extremos terem acontecido com cada vez mais frequência (ondas de calor, incêndios, chuvas intensas e secas prolongadas), as iniciativas dos governos e das grandes empresas parecem não estar à altura da urgência da ação, e assim as emissões de gases-estufa continuam a crescer.

Variação da temperatura em °C nas diferentes regiões do planeta entre 1971 e 2021

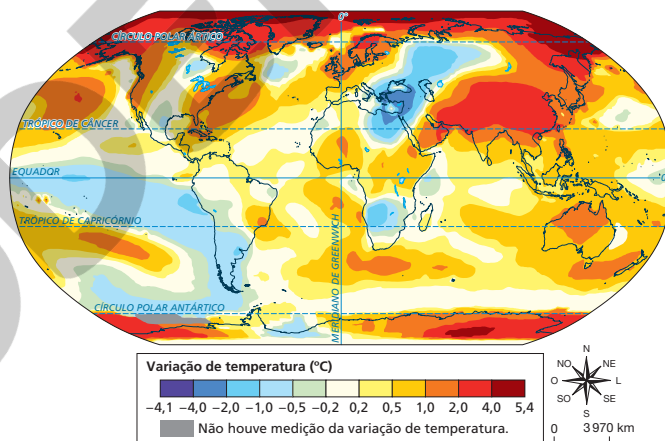


Gráfico mostrando as variações de temperatura no planeta entre 1971 e 2021.

Fonte: NASA. GISS Surface Temperature Analyses. Global Maps from GHCN (v4). Goddard Institute for Space Studies. Disponível em: <https://data.giss.nasa.gov/gistemp/maps/>. Acesso em: 7 ago. 2022.

ANDERSON DE ANDRADE PIMENTEL/ARQUIVO DA EDITORA

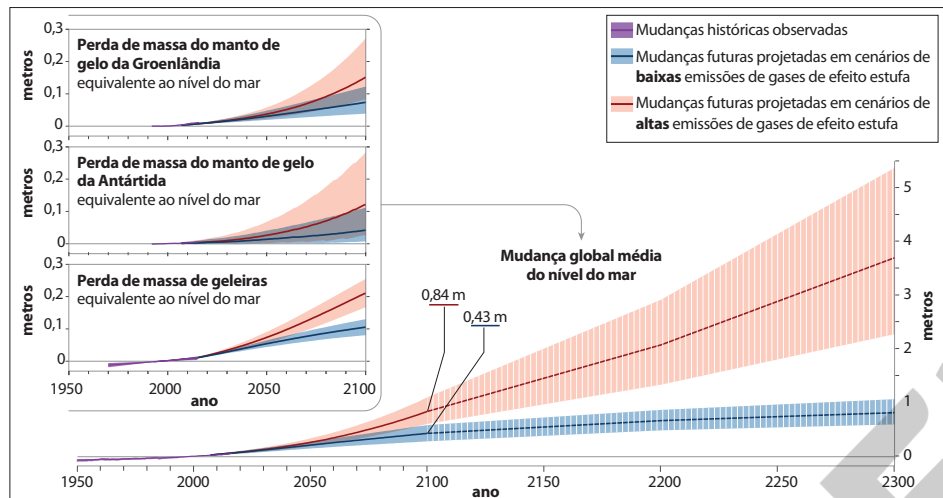
Reprodução proibida. Art. 184 da Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Outro fenômeno analisado pelos cientistas, devido ao aquecimento, é o derretimento de geleiras, acarretando o aumento do nível do mar.

Segundo o relatório, as mudanças projetadas em um cenário positivo estimam um aumento do nível do mar de 43 cm até 2100. Já em um cenário mais adverso a elevação do nível do mar chegaria a 84 cm.

Fontes: OPPENHEIMER, M. et al. Sea Level Rise and Implications for Low-Lying Islands, Coasts and Communities. In: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate, 2019. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/srocc/chapter/chapter-4-sea-level-rise-and-implications-for-low-lying-islands-coasts-and-communities/>; ABRAM, N. et al. Framing and Context of the Report. In: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate, 2019. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/srocc/chapter/chapter-1-framing-and-context-of-the-report/>. Acessos em: 7 ago. 2022.

Mudanças pretéritas e futuras no oceano



Gráficos sobre as mudanças históricas observadas e modeladas no oceano e na criosfera desde 1950, e mudanças futuras projetadas em cenários de baixas e altas emissões de gases de efeito estufa.

Fonte: BRASIL. O oceano e a criosfera em um clima em mudança. Um Relatório Especial do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima. [Tradução realizada pelo Governo do Brasil], p. 12, 2019. Disponível em: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/3/2020/11/SROCC_SPM_Português.pdf. Acesso em: 7 mar. 2022.

ATIVIDADES

REGISTRE EM SEU CADERNO

OBTER INFORMAÇÕES

1. Qual foi a maior variação de temperatura entre 1971 e 2021 medida no território brasileiro?
2. Quais contribuições cada um de nós pode dar para a redução da emissão dos gases de efeito estufa?

INTERPRETAR

3. Analisando o gráfico, o que deve acontecer com o nível médio dos oceanos até 2100?

REFLETIR

4. Pesquise se há consenso sobre as causas do aquecimento global no meio científico e em outros setores da sociedade. Caso não haja consenso em algum desses setores, quais são os argumentos para explicar os dados apresentados pelo texto? Você considera esses argumentos válidos?
5. Em sua opinião, por que alguns países se recusam a assumir compromissos para a redução de seus poluentes?

35

Orientações didáticas

- O gráfico, resultante de registros históricos e das projeções realizadas pelo IPCC, mostra o aumento do nível do mar decorrente da perda de massa de gelo da Groenlândia e da Antártida. É importante que os estudantes compreendam que no gráfico há duas projeções, para cenários de altas e para cenários de baixas emissões de gases de efeito estufa.

Respostas – Compreender um texto

1. Entre 1 °C e 2 °C.
2. Diminuir o consumo de energia em nossa moradia, andar a pé ou de bicicleta, reduzir o consumo, reutilizar materiais e reciclar são algumas atitudes que podem contribuir para a redução da emissão desses gases.
3. O nível dos oceanos deverá aumentar até o final deste século em decorrência de fatores como o derretimento das geleiras.
4. Atualmente há consenso na comunidade científica de que o aquecimento global deve-se a causas antrópicas, resultado das emissões de gases de efeito estufa pelos seres humanos. Entretanto, alguns setores da sociedade contestam essa visão ou, até mesmo, a própria ocorrência do aquecimento global. Estimule os estudantes a refletir sobre a confiabilidade das fontes de informação que eles encontraram durante suas pesquisas e oriente-os sobre os critérios para considerar uma fonte confiável ou não. Com relação aos argumentos encontrados, caso apontem causas não antrópicas do aquecimento global ou sua inexistência, é provável que se trate de argumentos falaciosos por basearem-se em dados desatualizados, incompletos ou incorretos. Estimule e oriente os estudantes a conferir esses argumentos utilizando dados científicos atualizados.
5. A base da economia de alguns países está estabelecida em processos produtivos altamente poluentes, e um dos argumentos utilizados por líderes dessas nações é o de que a redução de poluentes resultaria na diminuição da produtividade e do desenvolvimento econômico.

Sugestões de recursos complementares

Artigo

JUNGES, A. L.; MASSONI, N. T. O consenso científico sobre aquecimento global antropogênico: considerações históricas e epistemológicas e reflexões para o ensino dessa temática. *Revista brasileira de pesquisa em educação em ciências*, Porto Alegre. v. 18, n. 2, p. 455-491, ago. 2018.

O artigo discute a abordagem do aquecimento global no ensino de Ciências e a cautela necessária ao se tratar esse tema como controverso no meio científico.

Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/204774>.

Site

NASA. IPCC AR6 Sea Level Projection Tool. *Sea level change: observations from space*.

A página (em inglês) disponibiliza uma ferramenta de visualização que mostra os dados sobre o aumento futuro do nível do mar em qualquer lugar do oceano ou da costa.

Disponível em: https://sealevel.nasa.gov/data_tools/17.

Acessos em: 12 ago. 2022.

Objetivos da Unidade

- Compreender o que são teorias e modelos.
- Ampliar a percepção espacial do mundo atômico e molecular de maneira genérica por meio de representações, como esquemas e modelos.
- Conhecer as contribuições de Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr para a compreensão da estrutura da matéria.
- Reconhecer a construção do conhecimento científico como um empreendimento que se dá ao longo da história e conta com esforços de diferentes pesquisadores.
- Inferir informações sobre algo que não se pode enxergar com base em dados indiretos obtidos experimentalmente.
- Identificar as características das partículas subatômicas próton, elétron e nêutron.
- Ter noções de escala de tamanhos do nível macroscópico ao submicroscópico.
- Representar elementos químicos utilizando símbolo, número atômico e número de massa.
- Diferenciar átomos e íons; cátions e ânions.
- Conhecer a evolução do conceito de elemento químico.
- Relacionar o conceito de isótopo aos conceitos de átomo e elemento químico.
- Compreender a distribuição eletrônica em camadas, reconhecendo a camada de valência.
- Conhecer o formato da tabela periódica, a maneira como ela é organizada e o nome de alguns de seus principais grupos.
- Conhecer as principais características das ligações químicas: iônica, covalente e metálica.
- Relacionar as ligações químicas à formação de substâncias.
- Compreender algumas dificuldades ao construir representações de modelos atômicos.
- Discutir a respeito das dificuldades enfrentadas pelas mulheres na Ciência ao longo da história e em cargos de liderança, adotando posicionamento que promova e valorize a diversidade de indivíduos.



A estrutura da matéria

Do que é feito o ar atmosférico?

O ar é uma mistura de diversos gases, como o gás oxigênio, o gás nitrogênio, o gás carbônico, o gás argônio e outros em menores quantidades. Além dos gases, a atmosfera também apresenta em sua composição vapor de água e materiais sólidos como a poeira.

Os gases atmosféricos, além da borracha e do tecido que compõem os balões que aparecem nas imagens, são exemplos de matéria.



Balões de ar quente colore o céu de Boituva no estado de São Paulo, região conhecida pela prática de balonismo. (Boituva, 2020.)

JOÃO PRUDENTE/PULSAR IMAGENS

36

Tema contemporâneo transversal (TCT) em foco nesta Unidade

- **Ciência e Tecnologia:** Apresentar aos estudantes como a ciência é construída, destacando a contribuição de diferentes estudiosos para a formulação de modelos atômicos.

Habilidade da BNCC em foco nesta Unidade

- **EF09CI03:** Identificar modelos que descrevem a estrutura da matéria (constituição do átomo e composição de moléculas simples) e reconhecer sua evolução histórica.



Balões preenchidos com gás hélio flutuam no ar.

Começando a Unidade

1. Se não podemos enxergar o ar que respiramos, por que é correto afirmar que ele é feito de matéria?
2. Existe alguma diferença entre um átomo de oxigênio e o gás oxigênio presente no ar?

Por que estudar esta Unidade?

De que é feita a matéria? Ao longo da História, os seres humanos vêm buscando responder a essa pergunta. Hoje sabemos, com base em resultados experimentais, que toda matéria é constituída por átomos, os quais, ligados entre si ou não, formam todos os materiais conhecidos. O átomo de oxigênio, por exemplo, é um dos mais abundantes na biosfera terrestre. Ele forma compostos presentes no ar que respiramos, na água que bebemos, no solo em que pisamos e em materiais que utilizamos.

GABRIEL TALIMANI/ISTOCK/GETTY IMAGES

37

Orientações didáticas

- A compreensão de que gases incolores – como os presentes no ar atmosférico – são constituídos de matéria é uma das primeiras barreiras que deve ser transposta no estudo da matéria. A abertura da Unidade traz uma discussão que auxilia a abordagem desse assunto.
- Considere realizar um experimento simples para demonstrar que o ar tem massa. Providencie dois balões de borracha, encha-os e feche-os. Cole em um deles dois pedaços de fita adesiva, formando um “X”. Amarre em cada um dos balões um pedaço de barbante e prenda-os em cada extremidade de uma vareta de madeira. Em seguida, amarre outro pedaço de barbante no centro da vareta e peça a um estudante que segure a extremidade desse barbante, equilibrando o sistema. Perfure o balão no centro das fitas adesivas. Os estudantes observarão que, com a saída de ar desse balão, ocorre o desequilíbrio do sistema, que pende para o lado do balão ainda cheio. Peça aos estudantes que levantem hipóteses de por que isso ocorre, auxiliando-os a perceber que, embora o ar seja invisível, ele possui massa, portanto é constituído de matéria.
- Nesta Unidade, optou-se por um enfoque introdutório dos conceitos de estrutura da matéria, que serão abordados, com aprofundamento, no Ensino Médio. Pergunte aos estudantes se eles sabem do que nós somos feitos. Caso julgue necessário, retome a definição de matéria e seus estados físicos. Em seguida, apresente o conceito de átomo, deixando claro que toda matéria é formada por essas partículas, independentemente das suas propriedades e características.

Respostas – Começando a Unidade

1. Resposta pessoal. Apesar de invisível, o ar tem massa e ocupa lugar no espaço, o que comprova que é constituído de matéria.
2. A intenção dessa pergunta é introduzir os conceitos de átomo e de substância química, para que sejam construídos de acordo com os conceitos químicos ao longo desta Unidade. O gás oxigênio é uma molécula composta de dois átomos de oxigênio.

Orientações didáticas

- Nesta Unidade são apresentados os três níveis que compõem o conhecimento químico: o fenomenológico (as propriedades macroscópicas das substâncias, por exemplo); o teórico (as teorias para a estrutura da matéria que explicam essas propriedades); e o representacional (os símbolos utilizados para representar as substâncias). Procure deixar clara essa organização e sempre mencionar esses termos quando passar de um nível para outro.

- O estudo da composição da matéria pode ser iniciado perguntando qual é a menor parte da matéria e se, na opinião dos estudantes, é possível visualizá-la. Explique que, de acordo com a Teoria atômica, toda matéria é composta de átomos, os quais não podem ser visualizados por causa de seu tamanho. Ao longo da história, diversos cientistas tentaram explicar a natureza da matéria elaborando modelos e teorias com base em resultados experimentais. Essa abordagem favorece o desenvolvimento da **competência específica 1** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, prevista pela BNCC, que reconhece o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico. Além disso, ao estudar a evolução histórica dos modelos atômicos, mobiliza-se a habilidade **EF09CI03**.

- Deixe claro que inicialmente o modelo de Dalton não foi aceito por toda a comunidade científica porque, entre outros fatores, ainda não existiam instrumentos necessários para a obtenção de dados experimentais que pudessem confirmar suas proposições. Somente no final do século XIX, com a obtenção de novos resultados, o modelo de Dalton passou a ocupar pouco a pouco uma posição relevante para os químicos.

- Você pode criar três estações de estudo e dividir a turma entre elas. Em cada estação, distribua textos, vídeos e perguntas sobre um dos modelos atômicos. Determine um prazo para o estudo na estação e, em seguida, divida os integrantes de cada estação em dois grupos menores para que eles ensinem sobre o que aprenderam aos integrantes das outras estações. Ao final da discussão entre os grupos, cada estação irá eleger um integrante para apresentar o modelo atômico e as respostas acordadas pelo grupo. Procure avaliar nesse processo se as dúvidas foram sanadas e se há concepções equivocadas sobre os modelos atômicos, corrigindo-as.



Modelos atômicos

Teoria e modelo

No estudo das Ciências, a elaboração de teorias e modelos auxilia na compreensão dos fenômenos que nos cercam. De maneira simplificada, podemos dizer que uma **teoria** é uma explicação bem fundamentada e amplamente testada de forma independente para um fenômeno observado. Já os **modelos** são uma representação parcial de objetos ou fenômenos que podem auxiliar na compreensão e na construção de uma teoria.

Até o momento, para explicar a matéria e algumas de suas propriedades, usa-se o **modelo de partículas**. Partícula é um termo geralmente utilizado para designar qualquer pequena porção de matéria, como um grão de areia, mas, em Ciência, quando falamos em modelo de partículas, estamos nos referindo a um mundo invisível a olho nu, ou seja, às menores partículas que formam a matéria. Nesta Unidade, você vai conhecer algumas delas e as principais teorias e os modelos desenvolvidos para explicar a matéria.

O questionamento a respeito do que constitui a matéria é muito antigo. Uma das primeiras explicações de que se tem registro para essa questão foi dada por filósofos gregos, há mais de 2300 anos. Segundo eles, a matéria era constituída por partículas extremamente pequenas e indivisíveis, chamadas **átomos**, palavra de origem grega que significa indivisível. Desde então, muitos cientistas pesquisam e procuram explicar a estrutura dos átomos.

Os modelos atômicos não são definitivos, pois, com o desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia, novos resultados experimentais têm sido empregados no aperfeiçoamento da representação dos átomos. Como detalhado a seguir, cada modelo apontou novos aspectos capazes de explicar seu comportamento e suas características.

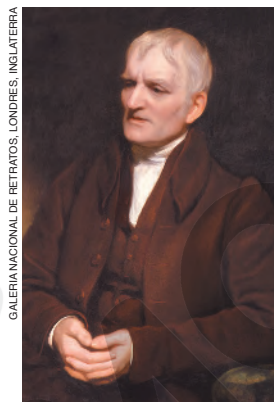
Modelo atômico de Dalton

Alinhado a algumas das ideias dos filósofos gregos atomistas e influenciado pela teoria corpuscular newtoniana, em 1808, o químico e meteorologista inglês John Dalton (1766-1844) propôs uma teoria para explicar a constituição da matéria. Segundo a teoria newtoniana, a matéria seria composta de diversos tipos de partículas organizadas de forma hierárquica. Assim, para Dalton, a matéria seria formada por substâncias, entendidas na época como tipos de matéria com propriedades bem definidas, e as substâncias seriam compostas de átomos, partículas **máscas** e indivisíveis, que não podiam ser criadas nem destruídas.

A criação de modelos atômicos tem como objetivo ajudar na compreensão da composição da matéria.

Glossário

Máscas: compacta, sem partes ocultas ou agregadas.

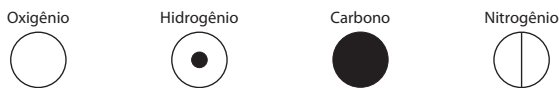


GALERIA NACIONAL DE RETRATOS, LONDRES, INGLATERRA

Dalton desenvolveu símbolos para representar os elementos químicos conhecidos na época. (PHILLIPS, Thomas. *John Dalton*, 1835. Óleo sobre tela. 91,4 cm x 71,4 cm.)

No modelo de Dalton, a diferença entre os tipos de átomo estaria na sua massa e no seu tamanho. Assim, ele propôs que um conjunto de átomos com a mesma massa e o mesmo tamanho constituiria um **elemento químico**. Dalton os distinguiu com símbolos na forma de desenhos.

Símbolos atômicos de Dalton



Alguns exemplos dos símbolos atômicos elaborados por Dalton. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Fonte: FILGUEIRAS, C. A. L. Duzentos anos da teoria atômica de Dalton. *Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 20, p. 38-44, nov. 2004. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc20/v20a07.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2022.

As contribuições de Thomson

No final do século XIX, diversos cientistas se voltavam ao estudo de descargas elétricas em gases rarefeitos, isto é, gases em baixa pressão. Os resultados encontrados apontavam a descoberta de uma nova partícula.

O físico inglês Joseph John Thomson (1856-1940) realizou vários experimentos relacionados a essa partícula que possuía carga negativa e publicou os resultados de seu trabalho em 1897. Thomson utilizou em seus experimentos diversos gases e o resultado encontrado era o mesmo, ou seja, a partícula era um componente universal do átomo. Ele chamou essas partículas de corpúsculos e, posteriormente, elas foram renomeadas para **elétrons**.

Os elétrons são partículas que constituem os átomos e, portanto, o modelo de átomo indivisível e indestrutível de Dalton não era capaz de explicar a existência dessas partículas.

Pela sua descoberta, Thomson ganhou o Prêmio Nobel de Física em 1906.

Modelo atômico de Rutherford

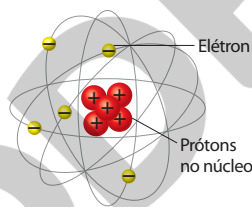
Ernest Rutherford (1871-1937), físico neozelandês, foi estudante de pesquisas coordenadas por Thomson e especializou-se em estudos relativos à estrutura do átomo. Rutherford concordava com as ideias de Thomson em relação à estrutura do átomo, porém os experimentos de seu grupo de pesquisa o levaram a conclusões diferentes.

As observações de Rutherford e de outros pesquisadores contribuíram para a elaboração de um novo modelo atômico, segundo o qual as partículas com cargas elétricas positivas, chamadas de **prótons**, ficavam no centro do átomo, formando um **núcleo** denso, enquanto os elétrons, de massa muito menor que a dos prótons, estariam girando em torno do núcleo, descrevendo órbitas na região conhecida como **eletrosfera**.

Note que o átomo deixa de ser concebido como uma esfera maciça – há espaços vazios em seu interior. Além disso, para explicar a neutralidade elétrica dos átomos, foi proposto que o número de cargas positivas seria igual ao número de cargas negativas.

Pela sua descoberta, Rutherford ganhou o Prêmio Nobel de Química em 1908.

Modelo atômico de Rutherford



Representação esquemática de um átomo com base nos estudos de Rutherford. As linhas em cinza representam as órbitas descritas pelos elétrons (esferas amarelas). Os prótons (esferas vermelhas) compõem o núcleo atômico. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Fonte: SPANGENBURG, R.; MOSER, D. K. *Niels Bohr: atomic theorist*. New York: Chelsea House, 2008.

Orientações didáticas

- Ressalte que as ilustrações de modelos atômicos que aparecem em livros tratam-se de representações e não do modelo atômico propriamente dito. Isso porque os modelos atômicos de Rutherford e Bohr, por exemplo, baseiam-se somente em cálculos matemáticos.

- Para explicar a natureza elétrica da matéria, pergunte aos estudantes se eles já observaram fios de cabelo sendo atraídos por algum objeto plástico, como um pente. Isso ocorre porque o atrito do plástico com os fios de cabelo causa um desequilíbrio entre as cargas positivas e negativas dos átomos, devido à remoção ou à adição de elétrons no material, ocorrendo, então, a atração eletrostática. Esse exemplo pode auxiliar a compreensão de cargas elétricas e do modelo atômico de Rutherford.

- As dimensões atômicas podem ser melhor compreendidas por meio da descrição do experimento de Ernest Rutherford. Ele foi estudante de pesquisas coordenadas por Thomson e se especializou em radioatividade e estrutura do átomo. Em um de seus experimentos, Rutherford utilizou uma amostra de polônio, elemento químico radioativo emissor de partículas alfa (partícula de carga elétrica positiva), para produzir um feixe de partículas alfa e incidir em uma fina lâmina de ouro. Ele observou que grande parte dessas partículas atravessou diretamente a lâmina, porém algumas foram desviadas. Assim, as observações experimentais levaram Rutherford e sua equipe a propor um novo modelo atômico, no qual os prótons estariam localizados no núcleo (uma região central na estrutura atômica), e os elétrons estariam ao seu redor. Com isso, o átomo apresentaria a maior parte de sua estrutura sem preenchimento, o que explicaria um dos resultados de seu experimento.

- A compreensão dos diferentes modelos atômicos exige capacidade de abstração dos estudantes (elaboração de modelos mentais), o que pode representar um obstáculo à aprendizagem. Assim, sugere-se dar destaque às imagens e à construção de modelos tridimensionais, semelhantes àqueles sugeridos na seção **Explore**, para auxiliar a compreensão. O uso pedagógico da tecnologia também pode ser uma alternativa favorável para esse fim. As sugestões de simulações indicadas no livro do estudante do site PhET Interactive Simulations, no final deste Tema, são, além de ferramentas virtuais, objetos de ensino. Elas permitem ao estudante visualizar fenômenos submicroscópicos como se ele estivesse observando átomos.

- Sugerimos a leitura do artigo indicado na **Sugestão de recurso complementar**, que aborda as dificuldades de ensino e aprendizagem dos modelos atômicos.

Sugestão de recurso complementar

Artigo

MELO, M. R.; LIMA NETO, E. G. Dificuldades de ensino e aprendizagem dos modelos atômicos em Química. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 35, n. 2, maio 2013.

O artigo analisa as incompreensões acerca dos modelos atômicos, tanto por quem aprende quanto por quem ensina.

Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_2/08-PE-81-10.pdf. Acesso em: 14 ago. 2022.

Orientações didáticas

- Ressalte que, anteriormente à proposta de Rutherford, o cientista alemão Robert Bunsen (1811-1899) já tinha verificado experimentalmente que elementos químicos diferentes, quando expostos ao fogo, produzem cores diferentes. Ao falar sobre o teste de chama, mencione que ele funciona de acordo com os mesmos princípios dos fogos de artifício.

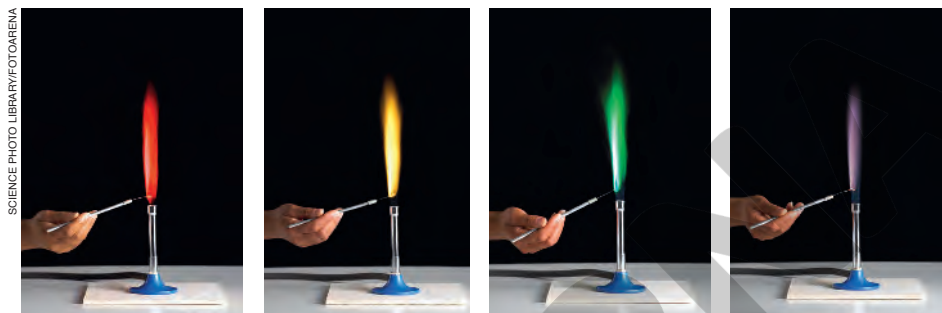
- Ao finalizar a explicação do modelo de Rutherford-Bohr, deixe claro que as teorias científicas nunca podem ser consideradas definitivas, pois são constantemente modificadas e aperfeiçoadas à medida que a Ciência e a Tecnologia evoluem e novos resultados experimentais são obtidos. Explique que o modelo de Rutherford-Bohr não foi o último proposto por cientistas e que, com base nele, surgiram outras teorias até o modelo atômico atual (quântico), que não será estudado no momento por exigir conhecimentos avançados de Física e de Matemática para esse nível de ensino. Ressalte a evolução histórica do modelo atômico. As observações experimentais analisadas por Thomson, Rutherford e Bohr são exemplos de como isso ocorre na história da Ciência, porque permitiram descrever a estrutura dos átomos com crescentes níveis de complexidade, evidenciando a existência de partículas subatômicas que não estavam presentes no modelo de Dalton. Para enriquecer essa abordagem e levar os estudantes a compreender como a Ciência é, de fato, desenvolvida, leia o artigo indicado na **Sugestão de recurso complementar**, sobre as controvérsias científicas acerca da teoria atômica. Essas formas de abordagem favorecem o desenvolvimento da **competência específica 1** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental e da habilidade **EF09CI03**, previstas pela BNCC.

- A leitura dos conteúdos desse Tema e as atividades a ele relacionadas propiciam o desenvolvimento do TCT – **Ciência e Tecnologia** – ao apresentar e explorar com os estudantes a evolução histórica dos modelos atômicos, a contribuição de diferentes cientistas e a (re)formulação de modelos e teorias.

Modelo atômico de Rutherford-Bohr

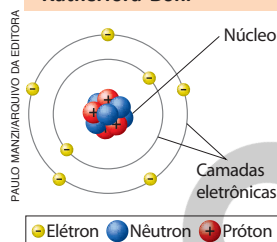
O modelo atômico de Rutherford ganhou várias contribuições de outros cientistas, entre eles o físico dinamarquês Niels Bohr (1885-1962). Bohr propôs suas ideias com base em experimentos nos quais era realizada a queima de substâncias contendo diferentes elementos químicos em que se observava luz de diferentes cores. Ele associou cada cor a determinada quantidade de energia.

Bohr considerou que os átomos apresentam elétrons distribuídos em camadas ao redor do núcleo, as quais possuem diferentes níveis de energia. Dessa forma, ao absorver energia, os elétrons dão “saltos” para camadas mais distantes do núcleo e, ao voltarem à camada original, liberam luz com uma cor característica daquele elemento.



Elementos químicos diferentes emitem cores distintas quando submetidos ao teste da chama.

Modelo atômico de Rutherford-Bohr



Representação esquemática do átomo elaborado com base nas propostas de Rutherford e Bohr. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Fonte: Ilustração elaborada com base em PETRUCCI, R. H. et al. *General Chemistry: principles and modern applications*. 10. ed. Toronto: Pearson, 2011.

De acordo com seus resultados experimentais, Bohr complementou o modelo atômico de Rutherford com os seguintes aspectos:

- os elétrons giram em torno do núcleo, formando camadas ou órbitas circulares;
- cada uma dessas camadas (ou órbitas) possui um nível de energia e pode comportar um número máximo de elétrons;
- ao absorver certa quantidade de energia, o elétron “salta” para uma camada mais energética. Ao retornar à sua camada original, libera a mesma quantidade de energia na forma de luz.

Outra importante contribuição para o modelo de Rutherford-Bohr foi a do físico inglês James Chadwick (1891-1974), que comprovou experimentalmente a existência de uma partícula eletricamente neutra, o **nêutron**, prevista teoricamente por Rutherford. Assim, prótons e nêutrons formariam o **núcleo**, e a **eletrosfera** seria organizada em camadas de energia nas quais se localizam os elétrons.

No núcleo está concentrada praticamente toda a massa de um átomo, pois a massa de um próton ou a de um nêutron é cerca de 1 800 vezes maior que a de um elétron.

A evolução dos modelos atômicos, porém, não parou no modelo de Rutherford-Bohr; outros foram propostos, sempre em busca de uma melhor explicação para os fenômenos observados. Para os fenômenos que estudaremos, entretanto, consideraremos os modelos de Dalton e de Rutherford-Bohr, conforme a necessidade.

40

Sugestão de recurso complementar

Artigo

PEREIRA, L. S.; SILVA, J. L. P. B. Uma história do antiatomismo: possibilidades para o ensino de química. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 40, n. 1, 2018.

O artigo aborda as controvérsias da teoria atômica.

Disponível em: http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc40_1/05-HQ-28-17.pdf. Acesso em: 14 ago. 2022.

É possível descobrir o formato de um objeto dentro da caixa sem ter de abri-lo?

Material

- 1 caixa de sapato lacrada contendo um objeto de formato desconhecido
- 1 caixa de sapato
- Objetos com diferentes formatos (esférico, cúbico, cilíndrico, entre outros)

Procedimento

1. Cada grupo receberá uma caixa de sapato lacrada contendo um objeto desconhecido, outra caixa de sapatos para fazer testes e objetos de diferentes formatos.
2. Inclinem a caixa de sapatos lacrada de um lado para o outro e verifiquem como o objeto se moverá dentro da caixa.
3. Repitam o procedimento anterior com a outra caixa de sapatos escolhendo um objeto de cada vez e comparando os resultados com a caixa de sapatos lacrada.
4. Chacoalhem levemente a caixa de sapatos lacrada e repitam o mesmo movimento para a outra caixa de sapatos utilizando diferentes objetos, um por vez. Comparem os resultados.
5. Realizem outros movimentos ou testes com as caixas de sapatos de forma que a caixa de sapatos lacrada não seja danificada e que não seja possível visualizar o objeto que está dentro.
6. Discutam, em grupo, o provável formato do objeto desconhecido e as justificativas que os levaram a chegar a esse resultado.
7. Sob orientação do professor, compartilhem os procedimentos, os resultados e a conclusão com os seus colegas de sala.

Analisar e discutir

1. Os testes realizados são suficientes e adequados para afirmar com certeza o formato do objeto? A qual elemento do **argumento científico** essa questão faz referência?
2. A que conclusões o grupo chegou a respeito do formato do objeto contido na caixa de sapatos lacrada? Responda com um **argumento científico** contendo os elementos: **Dados (D)**: são as informações obtidas no experimento; **Conclusão (C)**: consiste na resposta à questão, ou seja, qual é o formato do objeto; **Garantia (G)**: é o que faz a conexão, a ponte entre os dados e a conclusão; **Apoio (A)**: é o conhecimento teórico básico que apoia o argumento, por exemplo as características de objetos de diferentes formatos (cubo, cilindro, esfera etc); **Qualificador (Q)**: é o grau de certeza que você atribui ao seu argumento científico (provavelmente, com certeza, talvez etc.); **Refutação (R)**: especifica as condições/possibilidades em que a conclusão poderá não ser verdadeira.
3. É possível descobrir outras informações sobre o objeto desconhecido, como sua massa e seu tamanho? Em caso positivo, que procedimentos você realizaria para descobrir essas informações?
4. Qual é a importância da divulgação dos procedimentos adotados pelo grupo e da apresentação dos resultados e da conclusão?

De olho no tema

1. Qual foi a contribuição dos experimentos realizados por Thomson?
2. Com base no modelo atômico de Rutherford-Bohr, explique por que substâncias contendo elementos químicos diferentes emitem cores distintas no teste da chama.
3. Entre os modelos atômicos estudados, algum deles pode ser considerado definitivo? Justifique sua resposta.

41

Respostas – De olho no tema

1. Com base nos seus experimentos, Thomson verificou que os átomos são formados por partículas negativas – os elétrons.
2. Os elétrons absorvem energia da chama e saltam para camadas (órbitas) de maior energia. Quando os elétrons retornam às camadas de energia menor (órbitas mais próximas do núcleo), ocorre a liberação de energia na forma de luz. Os átomos de diferentes elementos químicos apresentam níveis de energia distintos. Por essa razão, a luz emitida é característica de cada elemento.
3. Espera-se que os estudantes compreendam que os modelos atômicos evoluem com base em novos estudos e dados experimentais; portanto, nenhum deles pode ser considerado definitivo.

Orientações didáticas

• Prepare previamente a caixa com o objeto desconhecido que os estudantes precisarão analisar. Podem ser utilizadas tanto as caixas de sapato quanto as de papelão. Só é importante que as caixas sejam idênticas e que não seja possível visualizar o objeto dentro da caixa lacrada. O lacre pode ser feito com fita adesiva ou isolante.

• Sugere-se que sejam produzidas diferentes caixas contendo objetos com diferentes formatos (esférico, cilíndrico, cúbico, entre outros) e que cada grupo tenha a oportunidade de realizar testes com cada um deles. As caixas lacradas podem ser numeradas para facilitar a identificação e a exposição dos resultados e das conclusões. Cada grupo pode ser responsável por apresentar uma ou mais caixas, dependendo do número de grupos.

• Oriente os estudantes a expor de forma respeitosa opiniões contrárias às de outro grupo e promova o debate com base nos testes realizados, nos dados obtidos e nas argumentações dadas.

• Não deixe que os estudantes visualizem o objeto desconhecido em qualquer uma das caixas, mesmo após a conclusão da atividade. Correlacione essa atividade com a proposição de modelos atômicos.

• A atividade do **Vamos fazer** estimula a curiosidade intelectual, a argumentação científica, a cooperação entre os estudantes e o exercício da empatia, possibilitando o desenvolvimento das **competências gerais 2, 4, 7 e 9** da Educação Básica previstas pela BNCC.

Respostas – Vamos fazer

1. Resposta pessoal. É esperado que os estudantes reconheçam haver algum grau de incerteza na identificação do formato do objeto e que isso impacte a **conclusão** do argumento científico. O elemento do argumento científico a que se faz referência é o **qualificador**.

2. Resposta pessoal. Para analisar esta atividade, observe se os estudantes apresentam argumentos científicos com os seis elementos pedidos: **dados, garantia, apoio, qualificador, conclusão e refutador**. Se algum desses elementos não estiver presente, instigue os estudantes a complementarem seus argumentos com o elemento que estiver faltando. Para esta atividade, o **qualificador** ganha destaque e importância.

3. Resposta pessoal. Se julgar necessário, colete as hipóteses e propostas dos testes que poderiam ser realizados e promova, em outra aula, a ampliação da atividade incentivando os estudantes a obterem outros dados além do formato do objeto.

4. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes percebam que essas são práticas comuns da Ciência e do fazer Ciência.

Orientações didáticas

• Introduza o Tema perguntando para a turma se todos os átomos existentes são iguais, ou seja, se eles apresentam a mesma quantidade de prótons, nêutrons e elétrons. Conduza a discussão de modo que os estudantes tentem elaborar hipóteses sobre o que poderia diferenciar os átomos entre si. Essa discussão pode ser útil para explicar os conceitos de elemento químico e número atômico, centrais nesse Tema.



O átomo

Os átomos de um mesmo elemento químico podem apresentar diferentes números de elétrons e de nêutrons.

A estrutura atômica

De maneira simplificada, as principais partículas do átomo estão distribuídas em duas regiões: o núcleo, formado por nêutrons e prótons, e a eletrosfera, onde os elétrons (e^-) se movem continuamente em torno do núcleo. A quantidade de prótons existente no núcleo de um átomo é denominada **número atômico**, representado pela letra Z . Átomos que possuem o mesmo número atômico pertencem ao mesmo elemento químico.

A soma do número de prótons (p) ao de nêutrons (n) de um átomo determina seu **número de massa**, representado pela letra A .

$$A = p + n$$

O tamanho do núcleo de um átomo é de 10 mil a 100 mil vezes menor que o tamanho total do átomo. Embora muito menor, é no núcleo que se concentra praticamente toda a massa de um átomo.

O próton e o elétron têm carga elétrica de mesmo valor, mas contrária: a carga dos prótons é positiva, e a dos elétrons, negativa; os nêutrons são partículas sem carga elétrica (neutros).

Nos átomos, o número de prótons e de elétrons é igual. Nesse caso, as cargas elétricas de mesma intensidade e de sinais contrários são neutralizadas e tornam os átomos eletricamente neutros. Se o número de prótons e de elétrons for diferente, então são formados **íons**.

A eletrosfera

Na eletrosfera de um átomo, os elétrons estão distribuídos em níveis de energia ou camadas eletrônicas. Para os elementos químicos conhecidos, na condição ambiente de temperatura e pressão (25 °C e 1 atm), os elétrons se distribuem em até sete camadas, cada uma delas representada por uma letra maiúscula que, em ordem alfabética, vão de K a Q. A camada K corresponde ao nível eletrônico mais próximo do núcleo, e a camada Q, ao mais afastado. Cada uma dessas camadas comporta um número máximo de elétrons da seguinte maneira:

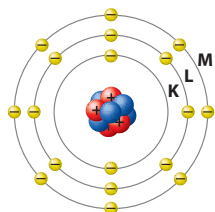
$K = 2 e^-$	$L = 8 e^-$	$M = 18 e^-$	$N = 32 e^-$
$O = 32 e^-$	$P = 18 e^-$	$Q = 8 e^-$	

Entrando na rede

Na página do PhET Interactive Simulations, disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/build-an-atom/latest/build-an-atom_pt_BR.html há um simulador que permite montar átomos e íons, adicionando prótons, nêutrons e elétrons. Acesso em: 16 ago. 2022.

A última camada ocupada por elétrons em um átomo é chamada de **camada de valência**.

Distribuição eletrônica



● Elétron ● Nêutron ● Próton

Representação esquemática da distribuição das camadas eletrônicas do átomo de argônio, que possui 18 prótons e 18 elétrons. A camada M é a camada de valência do argônio. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

PAULO MANZI/ARQUIVO DA EDITORA

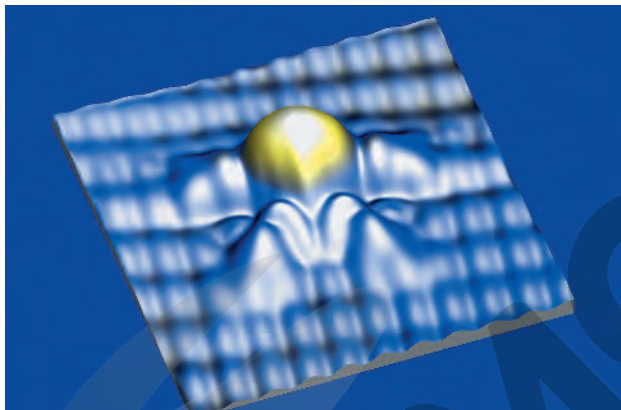
Fonte: Ilustração elaborada com base em PETRUCCI, R. H. et al. *General Chemistry: principles and modern applications*. 10. ed. Toronto: Pearson, 2011.

Saiba mais!

IMAGENS DE ÁTOMOS

A teoria atômica ajuda a compreender o comportamento da matéria, mas não comprova a existência do átomo. No entanto, a técnica de microscopia eletrônica de varredura por tunelamento (STM, sigla do inglês *scanning tunneling microscope*) mostra imagens de átomos geradas por computador a partir de sinais elétricos.

Diferentemente dos microscópios de luz, o STM não utiliza lente de vidro para a visualização. Ele apresenta uma ponta metálica muito fina que, ao se aproximar do material a ser analisado, sem tocá-lo, faz uma varredura da sua superfície por meio de uma corrente elétrica reconhecendo o formato e as dimensões dos átomos. Isso é bem diferente de uma foto, ou seja, o STM não fotografa o átomo, ele apenas interpreta suas dimensões e seu formato, gerando uma imagem computadorizada.



DRS A. YAZDANI D.J. HORNBAKER/SCIENCE PHOTO LIBRARY/FOTOARENA

Imagem que mostra supostamente o átomo de manganês (em amarelo) e átomos de gálio (em azul). Essa imagem não é uma fotografia dos átomos, e sim uma interpretação dos dados feita com base nas teorias aceitas atualmente. (Imagem obtida com microscópio eletrônico de tunelamento, colorizada artificialmente e ampliada cerca de 40 milhões de vezes.)

Orientações didáticas

- No texto do quadro **Saiba mais!** é apresentado o fato de que mais importante do que buscar uma suposta verdade em Ciência (como a existência ou não de átomos) é o potencial de um modelo explicar certos eventos (como a teoria atômica).
- Aproveite para comentar com a turma que algumas técnicas de microscopia, como a mencionada no quadro, permitem uma análise da posição dos átomos em um material, o que é de grande relevância para pesquisas em diferentes áreas, como a nanotecnologia.

Orientações didáticas

• Explore, com os estudantes, a sequência de imagens para auxiliá-los a compreender melhor as dimensões de microrganismos e de um átomo. Convém destacar que, com exceção da primeira imagem da sequência, todas as demais são ilustrações em cores-fantasia (e sem rigor teórico-científico) que ajudam os estudantes na visualização dos fenômenos descritos pelo texto. A sequência de imagens é um recurso utilizado nas mídias sociais pelo público jovem, mas também está presente em outros meios de comunicação. Chame a atenção para algumas informações dessa sequência de imagens: a escala das formas não visíveis a olho nu e as informações apresentadas nas legendas.

• Se possível, proponha uma atividade com o professor de Matemática para auxiliar nas conversões das dimensões citadas na sequência de imagens e para correlacionar essa temática a assuntos tratados naquele componente curricular.

• Se houver disponibilidade, peça aos estudantes que pesquisem as características das doenças causadas pelos microrganismos citados. Sugira que busquem métodos de prevenção, além do uso de preservativo masculino, que podem evitar o contágio. Pergunte a eles se a forma de prevenção pode ser relacionada às dimensões mostradas na sequência de imagens e, se sim, qual é a relação.

A escala dos átomos

Para entender quão pequena é a dimensão dos átomos, vamos comparar alguns tamanhos, começando com um preservativo masculino. O uso de preservativo é o único método que oferece dupla proteção, pois bloqueia tanto os micrométricos espermatozoides quanto os patógenos nanométricos causadores das IST.

1 milímetro (mm) = 1 000 micrometros (μm)

1 micrometro (μm) = 1 000 nanometros (nm)

1 nanometro (nm) = 1 000 picometros (pm)



Representações artísticas meramente ilustrativas em cores-fantasia. Valores e proporções aproximados para fins didáticos.



Representações artísticas meramente ilustrativas em cores-fantasia. Valores e proporções aproximados para fins didáticos.

Fonte consultada: BÓ, M. C. *Degradação de preservativos masculinos de borracha natural*. 2017. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Polímeros) – Instituto de Macromoléculas, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 287 f.

De olho no tema

1. Conhecendo apenas o número atômico de um átomo, é possível saber quantos elétrons há em sua eletrosfera? Explique sua resposta.
2. O elemento químico mais comum na atmosfera é o nitrogênio. Considerando que ele possui distribuição eletrônica: K = 2 e⁻, L = 5 e⁻, qual é o número atômico desse elemento químico?
3. Usando as escalas das imagens, calcule o tamanho, em nanômetros, de uma bactéria da gonorreia, de uma bactéria da clamídia, de um vírus da aids e de um vírus da hepatite B.
4. Analise as informações do infográfico e responda: qual é o tamanho de um vírus HIV medido na mesma unidade utilizada para os átomos mostrados na última imagem do infográfico?

Orientações didáticas

- A grafia “nanômetro” é aceita atualmente, mas, de acordo com o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro), tende a ser gradualmente substituída, em publicações oficiais, por “nanometro”. A grafia “picômetro” também deve ser evitada, utilizando-se em seu lugar “picometro”. O Inmetro, seguindo as diretrizes dos órgãos que regulamentam o Sistema Internacional de Unidades, recomenda que as unidades de medida derivadas – como o nanometro é do metro – mantenham a sílaba tônica da unidade original. Nanometro e picometro devem ser lidas como paroxítonas, e não como proparoxítonas, e, por isso, não devem ser acentuadas. O Instituto indica, no entanto, que, por serem consagrados pelo uso, continuarão sendo aceitos quilômetro, hectômetro, decâmetro, decímetro, centímetro e milímetro.

- Retome o quadro **Saiba mais!** do **Tema 2** “Imagens de átomos” e relembre os estudantes que os átomos não podem ser fotografados, mas que é muito comum representá-los como objetos concretos e até de forma artística, como nessa sequência de imagens. Convide o professor de Arte para um trabalho sobre a representação artística em Ciências e sua importância em publicações científicas. O objetivo é que os estudantes saibam diferenciar fotografias de representações.

Respostas – De olho no tema

1. Sim, porque o número atômico é igual ao número de prótons que existe no núcleo de um átomo. Como um átomo é eletricamente neutro, o número de elétrons é igual ao número de prótons.
2. O átomo de nitrogênio apresenta 7 elétrons e 7 prótons, conseqüentemente, seu número atômico é igual a 7.
3. Use uma régua para medir o diâmetro do patógeno, em centímetro, e multiplique esse valor pelo equivalente ao da escala. Assim, os tamanhos aproximados são: bactéria da gonorreia = 750 nm; bactéria da clamídia = 215 nm; vírus da aids = 140 nm; vírus da hepatite B = 40 nm.
4. Considerando o cálculo de tamanho do vírus realizado na questão anterior (140 nm), que a unidade utilizada na escala do grafeno é o picometro e que 1 nm = 1 000 pm, o tamanho do vírus é 140 000 pm.

Orientações didáticas

- Peça aos estudantes que consultem a tabela periódica presente no final do Tema 4 e verifiquem que os números atômicos não se repetem: cada número se refere a um elemento químico diferente. Destaque que um elemento químico é um conjunto de átomos que apresenta o mesmo número atômico (Z), evitando que os estudantes formem o conceito de que um elemento químico é apenas um átomo. Aproveite para comentar a existência dos isótopos e como representá-los adequadamente.

- É interessante que os estudantes notem que, apesar de o nome dos elementos químicos poder variar conforme o idioma, o símbolo de cada elemento é universal. Caso julgue oportuno, peça aos estudantes que pesquisem o nome de alguns elementos químicos em diferentes idiomas e apresentem suas pesquisas à turma. Para contextualizar esta atividade, pode-se utilizar o artigo sobre o elemento químico oxigênio, indicado nas Sugestões de recursos complementares. Comente que na revista *Química Nova na Escola* havia, até 2013, uma seção chamada *Elemento químico*, que divulgava informações detalhadas sobre cada elemento químico da tabela periódica.

- O livro *Grafia química braille para uso no Brasil*, citado em Sugestões de recursos complementares, traz um exemplo de outro tipo de simbologia estabelecido para a Química.



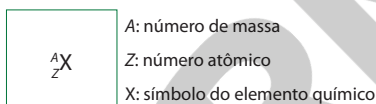
Os elementos químicos

A matéria é formada por átomos de diferentes elementos químicos. Cada elemento químico é caracterizado por um número atômico.

Atualmente, define-se **elemento químico** como o conjunto de átomos que têm o mesmo número atômico (mesmo Z). Por exemplo, o número atômico do elemento hidrogênio é 1, o que indica que todos os átomos de hidrogênio têm um único próton no núcleo.

De todos os elementos químicos conhecidos, 92 são encontrados na natureza; os demais são artificiais (produzidos em laboratório). Cada elemento químico é identificado por seu número atômico, seu nome e seu símbolo. De acordo com a União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC), ao representar um elemento químico, deve-se indicar seu símbolo, seu número atômico e seu número de massa, como no esquema abaixo.

Elemento químico

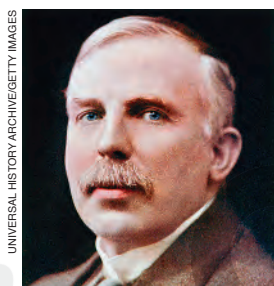


Origem do nome dos elementos químicos

Fatores diversos podem influenciar a designação de um nome para um elemento químico. Alguns exemplos são citados a seguir.

- Conceitos mitológicos ou astronômicos: hélio vem do grego *hélíos*, que significa Sol, porque foi identificado em um estudo da luz emitida pelo Sol;
- Local ou região geográfica: polônio recebeu esse nome em homenagem ao país natal da química polonesa Marie Skłodowska Curie (1867-1934), que o descobriu em pesquisas realizadas com o marido, o químico Pierre Curie (1859-1906).

O nome de um elemento químico pode variar de um idioma para outro. Por exemplo, o elemento químico oxigênio em inglês é *oxygen* e em alemão é *sauerstoff*. No entanto, o símbolo de um elemento químico é universal, ou seja, não se altera com a língua ou com o alfabeto. Ele é formado por uma letra maiúscula ou por duas letras (uma maiúscula seguida de uma minúscula) com base em seu nome de origem. Grande parte dos nomes dos elementos químicos tem origem no latim. Por isso, o símbolo do ouro, por exemplo, é Au (do latim *aurum*).



O elemento químico artificial 104 foi produzido em 1969. Somente em 1997 recebeu o nome de rutherfordóidio e o símbolo químico Rf, em homenagem a Rutherford.

46

Sugestões de recursos complementares

Livro

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (Brasil). *Grafia química braille para uso no Brasil*. 3. ed. Brasília: MEC, 2017.

Esse documento tem como um dos objetivos auxiliar os professores sobre a utilização de caracteres braille na Química.

Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=74021-quimica-braille-para-

[uso-no-brasil-pdf&category_slug=outubro-2017-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=74021-quimica-braille-para-). Acesso em: 23 ago. 2022.

Artigo

PEIXOTO, E. M. A. Oxigênio. *Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 7, maio 1998.

Nesse artigo, o autor traz informações sobre o elemento químico oxigênio, destacando sua presença e importância.

Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc07/elemento.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2022.

Os isótopos

Isótopos são átomos que pertencem a um mesmo elemento químico. Eles apresentam o mesmo número atômico, mas como cada isótopo possui diferente quantidade de nêutrons, o número de massa é diferente. A maioria dos elementos químicos naturais é formada pela mistura de isótopos em diferentes proporções.

O hidrogênio é o único elemento químico cujos isótopos têm nome específico. O isótopo que tem $A = 1$ é chamado hidrogênio; o deutério tem $A = 2$; e o trítio, $A = 3$. O número de prótons (Z) dos três isótopos é 1 porque são todos átomos do elemento químico hidrogênio, que tem um único próton no núcleo.

Os íons

Os átomos são eletricamente neutros, pois apresentam a mesma quantidade de cargas positivas (prótons) e negativas (elétrons). No entanto, elétrons podem ser removidos de um átomo ou adquiridos por ele. Nessas situações, o átomo passa a ter carga elétrica e é chamado de **íon**.

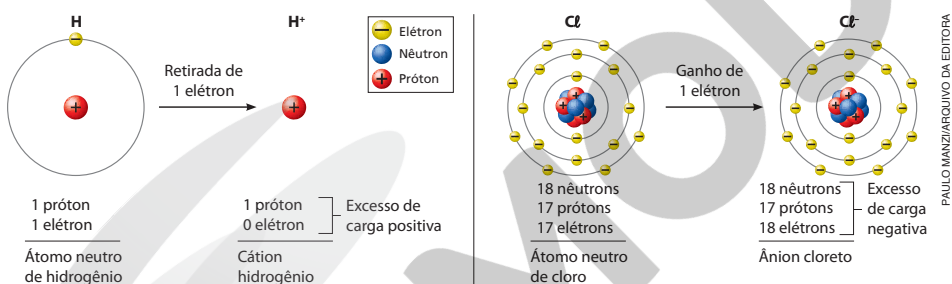
Átomos que tiveram seus elétrons removidos passam a ter mais prótons que elétrons. Dessa forma, esses átomos ficam com excesso de cargas elétricas positivas e são chamados de **cátions**. Retirar elétrons dos átomos requer que seja fornecida energia a eles, como uma descarga elétrica.

Átomos que receberam elétrons, ficando com excesso de cargas elétricas negativas, são chamados de **ânions**. Esse processo geralmente acompanha a liberação de energia pelos átomos.

A carga de um íon é indicada pelo sinal de + ou – presente no canto superior direito do símbolo do elemento químico. Por exemplo:

- se um átomo de hidrogênio, simbolizado por H, tiver um elétron removido, passará a ser o íon positivo (ou cátion) simbolizado por H^+ e denominado cátion hidrogênio;
- se um átomo de cloro, simbolizado por Cl, receber um elétron, passará a ser o íon negativo (ou ânion) simbolizado por Cl^- e chamado de ânion cloreto.

Formação de íons



Representação esquemática da formação dos íons H^+ e Cl^- . (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Fonte: Ilustração elaborada com base em PETRUCCHI, R. H. et al. *General Chemistry: principles and modern applications*. 10. ed. Toronto: Pearson, 2011.

De olho no tema

1. Em relação às partículas que os formam, em que os átomos de ferro simbolizados por $^{54}_{26}Fe$ e $^{56}_{26}Fe$ são diferentes?
2. A fluoretação das águas de abastecimento público tem como um de seus objetivos prevenir a cárie dentária entre a população. O elemento químico flúor $^{19}_9F$ é encontrado nessas águas na forma de íons fluoreto (F^-). Qual é o número de elétrons desse íon?

Orientações didáticas

• Ao discutir a formação de íons, atente-se ao fato de que muitos estudantes apresentam dificuldade em relacionar corretamente a remoção ou o ganho de elétrons à carga elétrica da espécie resultante. Para ajudá-los a compreender corretamente o processo de formação de íons, enfatize que, ao remover elétrons de um átomo, estão sendo removidas partículas com carga elétrica negativa, deixando o íon com um excesso de cargas positivas (prótons), indicado pelo sinal (+) no canto superior direito do símbolo do elemento. Do mesmo modo, quando o átomo ganha elétrons, haverá um excesso de cargas negativas e, assim, a carga do íon é indicada pelo sinal (-) no canto superior direito do símbolo do elemento químico.

• A ilustração “Formação de íons”, que representa a formação do cátion hidrogênio e do ânion cloreto, pode ser utilizada para auxiliar na compreensão da diferença entre átomo e íon. Caso ainda persistam dúvidas quanto ao correto emprego das cargas elétricas, ao escrever “prótons” e “elétrons” na lousa, indique também os sinais de suas cargas.

• Pergunte aos estudantes como eles compreendem as camadas eletrônicas. É comum que eles desenvolvam a concepção errônea de que os elétrons percorrem uma espécie de trilho ou de trajeto contínuo, como as órbitas dos planetas; explique que cada linha é somente uma representação do nível de energia dos elétrons, e não algo concreto.

Respostas – De olho no tema

1. Ambos apresentam 26 prótons, mas o primeiro tem 28 nêutrons, enquanto o segundo, 30, ou seja, são isótopos. Levando em conta que os átomos são eletricamente neutros, ambos apresentam 26 elétrons.
2. O íon fluoreto apresenta 10 elétrons, enquanto o átomo de flúor apresenta 9 elétrons.

Respostas – Atividades

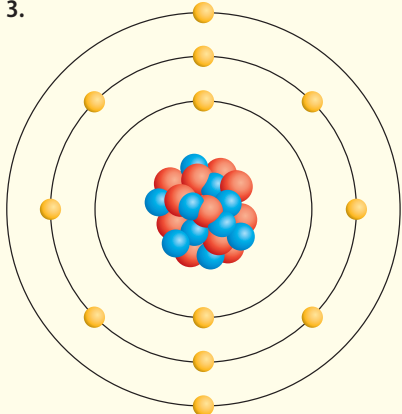
1. Modelo de Dalton: partículas indivisíveis e indestrutíveis.

Modelo de Rutherford: um núcleo de carga positiva com elétrons de carga negativa orbitando ao seu redor.

As representações esquematizadas estão associadas, respectivamente, aos modelos atômicos de Rutherford-Bohr (a) e de Dalton (b).

2. 15 elétrons.

3.



(Imagem sem escala; cores-fantasia.)

4. a) Ambos pertencem ao mesmo elemento químico, pois têm o mesmo número de prótons. No entanto, o cátion sódio tem um elétron a menos em relação ao átomo. Nenhuma informação foi dada quanto à quantidade de nêutrons.

b) O cátion de sódio apresenta uma camada a menos que o seu átomo.

5. Espera-se que os estudantes associem a evolução dos modelos atômicos ao longo da História em decorrência do aperfeiçoamento dos equipamentos científicos, da busca por explicações para alguns fenômenos naturais e das contribuições de diversos cientistas ao longo do tempo.

6. a) II, pois o número de prótons é igual ao de elétrons. b) I, pois o número de prótons é maior que o número de elétrons. c) III, pois o número de prótons é menor que o número de elétrons.

7. As descrições devem evidenciar que, na primeira imagem, os átomos estão neutros; na segunda, é fornecida energia a um dos átomos que, como consequência, na terceira imagem, tem um de seus elétrons removido. Estimule os estudantes a exercitar o próprio estilo de ilustração e texto, o que pode ser feito com o auxílio dos professores de Arte e de Língua Portuguesa.



Atividades ▶ TEMAS 1 A 3

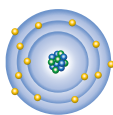
REGISTRE EM SEU CADERNO

ORGANIZAR

1. Leia abaixo as propostas de modelos atômicos apresentadas por diferentes cientistas e corrija-as, se necessário. Depois, associe as propostas às representações esquemáticas a seguir.

- *Modelo de Dalton*: partículas divisíveis e indestrutíveis.
- *Modelo de Rutherford*: um núcleo de carga negativa com elétrons de carga positiva orbitando ao seu redor.
- *Modelo de Rutherford-Bohr*: um núcleo com partículas positivas e partículas neutras, com elétrons distribuídos em níveis energéticos orbitando ao redor do núcleo.

a)



b)



(Imagens sem escala; cores-fantasia.)

2. Indique a quantidade de elétrons em um átomo que apresenta 15 prótons e 16 nêutrons.

3. A distribuição eletrônica do átomo de magnésio é:

$$K = 2e^- \quad L = 8e^- \quad M = 2e^-$$

- Faça a representação desse átomo mostrando a distribuição de seus elétrons nas camadas eletrônicas.

ANALISAR

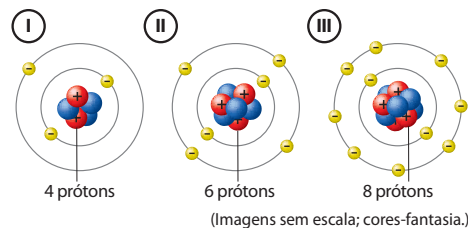
4. Leia e responda.

O equilíbrio hídrico do corpo humano depende da concentração de alguns íons, como os de sódio. No entanto, eles não podem ser obtidos a partir do sódio metálico, pois seu contato com a pele ou as mucosas pode causar graves queimaduras.

- Em relação às partículas que os formam, o que há em comum e o que há de diferente entre o átomo de sódio e o cátion sódio?
- Considerando o modelo atômico de Rutherford-Bohr, qual é a diferença entre o número de camadas do átomo de sódio e de seu cátion?

5. A evolução dos modelos atômicos contribuiu para a construção do conhecimento sobre a estrutura atômica. Por que, ao longo da história da Ciência, foram propostos modelos diferentes para explicar o átomo?

6. Analise as figuras e responda às questões.



4 prótons

6 prótons

8 prótons

(Imagens sem escala; cores-fantasia.)

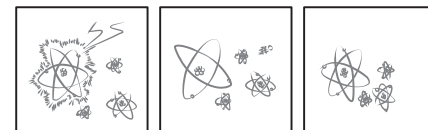
- Qual figura representa um átomo? Justifique.
- E um cátion? Justifique.
- E qual representa um ânion? Justifique.

COMPARTILHAR

7. Um *storyboard* é uma forma de contar uma história por meio de quadros com desenhos e descrições dispostos em sequência. Os *storyboards* foram desenvolvidos no início do cinema de animação, na década de 1930. Um exemplo é dado a seguir.



Os quadros ilustrados a seguir representam a formação de um íon a partir de um átomo, mas não estão necessariamente em sequência. Construa um *storyboard* com base nesses quadros redesenhando-os na sequência correta e insira outros para completar a história. Utilize seu estilo nos desenhos e acrescente descrições que expliquem da maneira mais precisa possível o processo que se dá em cada cena.



Os *storyboards* podem fazer parte de uma exposição organizada pelo professor.

48

Sugestão de recurso complementar

Artigo

OKI, M. C. M. O conceito de elemento, da Antiguidade à Modernidade. *Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 16, nov. 2002.

O texto traz a história do desenvolvimento e da construção do conceito de elemento químico.

Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc16/v16_A06.pdf. Acesso em: 14 ago. 2022.



Elementar, meu caro cientista!

O pensador grego Empédocles (490-430 a.C.) acreditava que toda matéria era formada por uma mistura de elementos principais: terra, água, ar e fogo em diferentes proporções. Para o filósofo, ao misturar esses elementos em proporções diferentes era possível obter todos os materiais que existem na natureza. Apesar de essa proposta ter sido aceita por alguns filósofos gregos, nem todos tinham a mesma concepção a respeito da composição da matéria. Assim, por volta de 400 a.C., a filosofia atômica foi proposta. Segundo ela, a matéria seria constituída por pequenas partículas indivisíveis, os átomos.

Somente a partir do século XVII, estudiosos como o inglês Robert Boyle (1627-1691) começaram a realizar experiências utilizando o método científico para estudar a composição da matéria. Com base em resultados experimentais, Boyle propôs que “elementos seriam certos corpos primitivos e simples, perfeitamente puros de qualquer mistura, que não fossem constituídos por nenhum outro corpo, ou uns pelos outros”.

Durante o século XVIII, Antoine Lavoisier (1743-1794) aprimorou essa ideia e, com base nela, identificou elementos químicos, entre eles o oxigênio, o bromo, o hidrogênio e o nitrogênio. Nessa época, ainda não havia distinção clara entre elementos químicos e substâncias.

O conceito de elemento foi por muito tempo motivo de debates e de revisões à medida que novas tecnologias e conceitos iam surgindo, especialmente os ligados à Física, que foram trazendo novas teorias, como a do modelo atômico com suas partículas e subpartículas. O conceito de elemento passa, então, a se basear em algo que não pode ser visto ou percebido pelos sentidos: o número de prótons de um átomo.



Gravura que retrata Lavoisier (de casaco vermelho) apresentando a outros cientistas o experimento que revelou a composição do ar, em 1776. (Obra de Louis Figuier, 1874.)

ATIVIDADES

REGISTRE EM SEU CADERNO

1. Ao longo de seu histórico escolar, você estudou diferentes conceitos. Como você definiria a palavra “conceito”? Chegue a um consenso com a turma.
2. Consulte um dicionário e verifique a definição de “elemento”. Existe uma única definição correta? Explique.
3. Podemos dizer que conceitos científicos mudam? A troca de ideias sobre um conceito pode ajudar no desenvolvimento da Ciência?
4. Leia a frase a seguir, converse com seus colegas e responda à questão.

“A história da Ciência é formada por um extenso debate sobre conceitos que se contrapõem, se justificam ou se complementam.”

- O texto “Elementar, meu caro cientista!” pode ser usado para afirmar ou para negar essa frase? Explique.

Orientações didáticas

- A abordagem desta seção a respeito do conceito de elemento químico permite trabalhar a **competência geral 1** da Educação Básica e a **competência específica 1** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, previstas pela BNCC, e a leitura inferencial.

- Aproveite a temática e discuta com a turma a questão da linguagem científica. A atividade deve ser conduzida auxiliando os estudantes a refletir sobre os diferentes significados que uma palavra pode adquirir, dependendo da situação em que é empregada, o que evidencia que a linguagem está submetida a contextos históricos e sociais.

Respostas – Pensar Ciência

1. Resposta pessoal. Os conceitos são princípios passíveis de ser questionados, sobre os quais as teorias científicas se baseiam. O conceito de elemento químico, por exemplo, é estruturante, ou seja, é um conceito que embasa a elaboração de novas teorias e novos métodos. Após responderem à questão, se julgar pertinente, peça que consultem a aceção dessa palavra no dicionário.

2. Resposta pessoal. Há diferentes acepções para o termo, dependendo do contexto em que ele é usado. Espera-se que os estudantes concluam que não é possível saber o significado do termo empregado sem conhecer o contexto em que ele está sendo usado.

3. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes concordem que conceitos evoluem e que debates científicos enriquecem as visões de conceitos, ideias, teorias e outros componentes do conhecimento humano. A divergência de ideias favorece o progresso da Ciência e de qualquer outra área do conhecimento.

4. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes compreendam que o texto corrobora essa ideia, trazendo um exemplo de debate sobre o termo “elemento”, conceito que passou por diferentes definições ao longo do tempo.

Orientações didáticas

- Retome o modelo de Dalton para mostrar que, no século XIX, era a massa relativa que caracterizava um elemento químico, e não o número atômico. Relembre também que ainda não estava clara a compreensão das diferenças entre elemento químico e substância.
- Esclareça que reatividade pode ser entendida como a capacidade que um átomo apresenta de se combinar (se ligar) com outros átomos. Com base nesse conceito, explique que, em geral, os gases nobres não se combinam com outros átomos. Ressalte que isso ocorre apenas sob condições especiais.
- A fim de justificar a organização dos elementos químicos na tabela periódica, comente que alguns dos elementos químicos que eram conhecidos apresentavam propriedades em comum. As propostas de organização dos elementos feitas pelos cientistas Julius Lorthing Meyer e Dmitry I. Mendeleev se assemelham com a atual tabela periódica dos elementos. Comente que, nos dias atuais, a forma mais utilizada pelos químicos é a que dispõe os elementos em períodos e grupos, como ocorre na tabela oficial da IUPAC (União Internacional de Química Pura e Aplicada). Apresente alguns dos aspectos que norteiam a organização da tabela periódica atual, tais como a ordem crescente do número atômico, os metais de transição ao centro da tabela, os gases nobres e outras propriedades que julgar relevantes.
- Explique que, apesar de o elemento hidrogênio estar localizado no grupo 1, ele não faz parte do grupo dos metais.
- Halogênios (do grego *hals*, sal) significa "que dão origem a sais". Os sais serão estudados em outra Unidade.



A tabela periódica

A classificação periódica dos elementos

No início do século XIX, como vários elementos químicos já eram conhecidos, surgiu a necessidade de organizá-los com base em suas propriedades e características. Várias formas de organização foram propostas ao longo da História e contaram com a colaboração de diversos cientistas.

Em 1869, trabalhando de maneira independente, dois cientistas – Julius Lothar Meyer (1830-1895), na Alemanha, e Dmitry I. Mendeleev (1834-1907), na Rússia – sugeriram um sistema de classificação para os cerca de sessenta elementos químicos conhecidos na época. Organizando os elementos em ordem crescente de massa atômica e agrupando-os de acordo com suas propriedades, esses cientistas observaram que havia uma **periodicidade** entre algumas de suas características. Com base nessa organização, surgiu a primeira tabela periódica. Nela, os elementos químicos eram dispostos em linhas horizontais e na ordem crescente de massa atômica.

Esses estudos são a base da **tabela periódica** atual. Nela, os elementos químicos estão dispostos em uma **ordem crescente de números atômicos**, mantendo o agrupamento em relação às suas propriedades como proposto anteriormente.

Na tabela periódica atual, os elementos químicos estão dispostos em sete linhas horizontais e em colunas (numeradas de 1 a 18). Nas linhas, denominadas **períodos**, encontramos os elementos que apresentam o mesmo número de camadas eletrônicas nas quais seus elétrons estão distribuídos. As colunas, conhecidas como **grupos** ou **famílias**, reúnem elementos com o mesmo número de elétrons na camada de valência. Nos grupos, estão organizados elementos cujas propriedades químicas são semelhantes.

Classificação com base nas propriedades físico-químicas

Além de organizar os elementos químicos de acordo com seu número atômico, a tabela periódica também os dispõe levando em conta suas propriedades físicas e químicas. Seguindo essa classificação, eles podem ser classificados em três grupos: metais, não metais e gases nobres.

Os elementos químicos são organizados em ordem crescente de número atômico na tabela periódica.

Glossário

Periodicidade: propriedade que se caracteriza por um padrão regular de repetição.

50

Sugestão de recurso complementar

Livro

KEAN, S. *A colher que desaparece: e outras histórias reais de loucura, amor e morte a partir dos elementos químicos*. Rio de Janeiro: Zahar, 2011.

Uma colher feita de gálio, um metal sólido a uma temperatura ambiente, mas que ao ser utilizado para agitar um chá ou café quente derreteria. Assim como essa curiosidade, o autor conta diferentes histórias envolvendo os elementos químicos da tabela periódica.

Os **metais**, com exceção do mercúrio (Hg), são sólidos em condição ambiente (temperatura de 25 °C e pressão de 1 atm) e, em geral, apresentam elevadas temperaturas de fusão e de ebulição. Os metais também têm brilho, são bons condutores de calor e de corrente elétrica.



A prata (A) é sólida em condição ambiente e utilizada para diferentes finalidades. O mercúrio (B) é líquido na mesma condição.

Os **não metais** podem ser sólidos, líquidos ou gases em condição ambiente. Em geral, apresentam baixas temperaturas de fusão e de ebulição e são maus condutores de calor e eletricidade.



O enxofre (A) é encontrado na natureza como um sólido de cor amarela, chamado enxofre rómbico. O nitrogênio (B) existe na forma de gás nitrogênio de cor esbranquiçada. O bromo (C) é encontrado no estado líquido com cor avermelhada.

Os **gases nobres** são encontrados no estado gasoso em condição ambiente. Entre suas características, vale citar sua grande estabilidade, ou seja, baixa tendência de se combinar com outros elementos. Apenas os gases nobres (grupo 18) encontram-se isolados na natureza. Todos os demais se unem a átomos do mesmo elemento químico ou de elementos químicos diferentes, formando as **substâncias**.

Os elementos do grupo 1 da tabela periódica são chamados **metais alcalinos**. Os do grupo 2 são denominados **metais alcalinoterrosos**. Os elementos dos grupos 3 a 12 são chamados **metais de transição**. Os elementos dos grupos 13, 14 e 15 não recebem um nome específico, motivo pelo qual esses grupos são chamados, respectivamente, de **grupo do boro**, **grupo do carbono** e **grupo do nitrogênio**. Os elementos do grupo 16 são os **calcogênios** e os do grupo 17 são os **halogênios**. Os **lantânídeos** e os **actinídeos** fazem parte do grupo 3.

Orientações didáticas

• Para que os estudantes entendam a importância da organização dos elementos químicos na construção da tabela periódica atual, peça que formem grupos e escolham pelo menos seis elementos químicos presentes na tabela, sendo três de um mesmo período e três de um mesmo grupo. Explique que uma das propriedades observadas na organização dos elementos na tabela é o raio atômico, distância média do elétron mais externo até o núcleo. Outra propriedade igualmente importante é a densidade. Ambas são consideradas propriedades periódicas. Após essa explanação, peça aos estudantes que pesquisem os raios atômicos e as densidades dos elementos escolhidos pelo grupo. Para auxiliar na realização dessa atividade e deixá-la mais lúdica, avalie a possibilidade de levar para a sala de aula, ou ainda de consultar com os estudantes, na biblioteca da escola, o livro *Os elementos: uma exploração visual dos átomos conhecidos no Universo*, indicado na seção **Fique por dentro**, ao final do livro do estudante. Esse livro apresenta fotos de diferentes objetos, muitos de uso cotidiano, constituídos pelos diferentes elementos químicos representados na tabela periódica, além de informações como o raio atômico e a densidade dos elementos. Comente que quando o livro foi publicado, a tabela periódica não tinha a mesma quantidade de elementos químicos que tem atualmente. Incentive-os a continuar essa atividade utilizando outros elementos químicos, principalmente os recém-descobertos, localizando-os na tabela, a fim de perceberem a periodicidade dessas propriedades.

• O hidrogênio (H) pode ser classificado entre os elementos do grupo 1, pois sua distribuição eletrônica se assemelha à dos elementos do grupo 1. No entanto, as propriedades do hidrogênio não podem ser correlacionadas com nenhum dos grupos representativos da tabela periódica.

De olho no tema

1. No século XIX, buscava-se classificar os elementos de acordo com suas massas atômicas. Atualmente, utilizamos o número atômico. Consulte a tabela periódica a seguir e verifique se os dois critérios conduzem a resultados diferentes. Explique sua conclusão.
2. Indique o elemento que apresenta número atômico igual a 8 e três elementos químicos com propriedades similares às dele.
3. Quais são os gases nobres e por que eles recebem esse nome?

Respostas – De olho no tema

1. Sim. Alguns elementos mudam de posição quando a tabela periódica é ordenada pelas massas atômicas.
2. O oxigênio. Os elementos químicos com propriedades similares às dele são enxofre, selênio, telúrio e polônio.
3. Os gases nobres são elementos químicos pertencentes ao grupo 18. Eles recebem esse nome por apresentarem baixa reatividade e estarem isolados na natureza.

Orientações didáticas

• A tabela periódica deve ser apresentada como fonte de consulta, e não como algo a ser memorizado; portanto, lembre os estudantes de que eles devem tê-la sempre à mão. Informe-os de que, mesmo sem esse objetivo, ao longo do estudo da Química, acabamos naturalmente memorizando alguns dados ali presentes.

• Na tabela periódica, há informações sobre número e massa atômicos, símbolo, nome e distribuição eletrônica dos elementos químicos conhecidos. Essa simplificação visa destacar informações trabalhadas até o momento.

• Comente com a turma que o elemento químico lítio foi descoberto por um brasileiro. José Bonifácio de Andrada e Silva (1763-1838), também conhecido como “pai da liberdade”. Além de lutar pelos direitos dos negros e indígenas no Brasil, ele destacou-se por sua pesquisa em Química na Suécia, onde descobriu a existência do mineral.

TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS QUÍMICOS

ANDERSON DE ANDRADE PIMENTEL/ARQUIVO DA EDITORA

Número atômico		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Símbolo		H		He		Li		Be		B		C		N		O		F		Ne		Na		Mg		Al		Si		P		S		Cl		Ar																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Nome		Hidrogênio		Hélio		Lítio		Berílio		Boro		Carbono		Nitrogênio		Oxigênio		Flúor		Neônio		Alumínio		Magnésio		Alumínio		Silício		Fósforo		Enxofre		Argônio																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Massa atômica		1,0		4,0		6,9		9,0		10,8		12,0		14,0		16,0		19,0		20,2		27,0		24,3		28,1		31,0		32,1		35,5		39,9																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Fr	Ra	Rb	K	Ca	Sc	Y	Zr	Hf	Ta	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Po	At	Rn	Xe	Kr	Br	Se	As	Ge	Ga	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Zr	Hf	Ta	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Po	At	Rn	Xe	Kr	Br	Se	As	Ge	Ga	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Zr	Hf	Ta	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Po	At	Rn	Xe	Kr	Br	Se	As	Ge	Ga	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Zr	Hf	Ta	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Po	At	Rn	Xe	Kr	Br	Se	As	Ge	Ga	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Zr	Hf	Ta	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Po	At	Rn	Xe	Kr	Br	Se	As	Ge	Ga	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Zr	Hf	Ta	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Po	At	Rn	Xe	Kr	Br	Se	As	Ge	Ga	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Zr	Hf	Ta	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Po	At	Rn	Xe	Kr	Br	Se	As	Ge	Ga	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Zr	Hf	Ta	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Po	At	Rn	Xe	Kr	Br	Se	As	Ge	Ga	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Zr	Hf	Ta	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Po	At	Rn	Xe	Kr	Br	Se	As	Ge	Ga	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Zr	Hf	Ta	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Po	At	Rn	Xe	Kr	Br	Se	As	Ge	Ga	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Zr	Hf	Ta	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Po	At	Rn	Xe	Kr	Br	Se	As	Ge	Ga	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Zr	Hf	Ta	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Po	At	Rn	Xe	Kr	Br	Se	As	Ge	Ga	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Zr	Hf	Ta	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Po	At	Rn	Xe	Kr	Br	Se	As	Ge	Ga	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Zr	Hf	Ta	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Po	At	Rn	Xe	Kr	Br	Se	As	Ge	Ga	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Zr	Hf	Ta	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Po	At	Rn	Xe	Kr	Br	Se	As	Ge	Ga	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Zr	Hf	Ta	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Po	At	Rn	Xe	Kr	Br	Se	As	Ge	Ga	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Zr	Hf	Ta	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Po	At	Rn	Xe	Kr	Br	Se	As	Ge	Ga	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Zr	Hf	Ta	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Po	At	Rn	Xe	Kr	Br	Se	As	Ge	Ga	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Zr	Hf	Ta	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Po	At	Rn	Xe	Kr	Br	Se	As	Ge	Ga	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Zr	Hf	Ta	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Po	At	Rn	Xe	Kr	Br	Se	As	Ge	Ga	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Zr	Hf	Ta	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Po	At	Rn	Xe	Kr	Br	Se	As	Ge	Ga	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Zr	Hf	Ta	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Po	At	Rn	Xe	Kr	Br	Se	As	Ge	Ga	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Zr	Hf	Ta	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Po	At	Rn	Xe	Kr	Br	Se	As	Ge	Ga	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Zr	Hf	Ta	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Po	At	Rn	Xe	Kr	Br	Se	As	Ge	Ga	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Zr	Hf	Ta	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Po	At	Rn	Xe	Kr	Br	Se	As	Ge	Ga	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Zr	Hf	Ta	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Po	At	Rn	Xe	Kr	Br	Se	As	Ge	Ga	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Zr	Hf	Ta	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Po	At	Rn	Xe	Kr	Br	Se	As	Ge	Ga	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Zr	Hf	Ta	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Po	At	Rn	Xe	Kr	Br	Se	As	Ge	Ga	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Zr	Hf	Ta	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Po	At	Rn	Xe	Kr	Br	Se	As	Ge	Ga	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Zr	Hf	Ta	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Po	At	Rn	Xe	Kr	Br	Se	As	Ge	Ga	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Zr	Hf	Ta	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Po	At	Rn	Xe	Kr	Br	Se	As	Ge	Ga	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Zr	Hf	Ta	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Po	At	Rn	Xe	Kr	Br	Se	As	Ge	Ga	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Zr	Hf	Ta	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Po	At	Rn	Xe	Kr	Br	Se	As	Ge	Ga	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Zr	Hf	Ta	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Po	At	Rn	Xe	Kr	Br	Se	As	Ge	Ga	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Zr	Hf	Ta	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Po	At	Rn	Xe	Kr	Br	Se	As	Ge	Ga	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Zr	Hf	Ta	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Po	At	Rn	Xe	Kr	Br	Se	As	Ge	Ga	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Zr	Hf	Ta	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Po	At	Rn	Xe	Kr	Br	Se	As	Ge	Ga	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Zr	Hf	Ta	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Po	At	Rn	Xe	Kr	Br	Se	As	Ge	Ga	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Zr	Hf	Ta	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Po	At	Rn	Xe	Kr	Br	Se	As	Ge	Ga	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Zr	Hf	Ta	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Po	At	Rn	Xe	Kr	Br	Se	As	Ge	Ga	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Zr	Hf	Ta	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Po	At	Rn	Xe	Kr	Br	Se	As	Ge	Ga	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Zr	Hf	Ta	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Po	At	Rn	Xe	Kr	Br	Se	As	Ge	Ga	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Zr	Hf	Ta	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Po	At	Rn	Xe	Kr	Br	Se	As	Ge	Ga	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Zr	Hf	Ta	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Po	At	Rn	Xe	Kr	Br	Se	As	Ge	Ga	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Zr	Hf	Ta	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Po	At	Rn	Xe	Kr	Br	Se	As	Ge	Ga	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Zr	Hf	Ta	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Po	At	Rn	Xe	Kr	Br	Se	As	Ge	Ga	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Zr	Hf	Ta	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Po	At	Rn	Xe	Kr	Br	Se	As	Ge	Ga	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Zr	Hf	Ta	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Po	At	Rn	Xe	Kr	Br	Se	As	Ge	Ga	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Zr	Hf	Ta	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Po	At	Rn	Xe	Kr	Br	Se	As	Ge	Ga	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Zr	Hf	Ta	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Po	At	Rn	Xe	Kr	Br	Se	As	Ge	Ga	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Zr	Hf	Ta	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Po	At	Rn	Xe	Kr	Br	Se	As	Ge	Ga	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Zr	Hf	Ta	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Po	At	Rn	Xe	Kr	Br	Se	As	Ge	Ga	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Zr	Hf	Ta	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Po	At	Rn	Xe	Kr	Br	Se	As	Ge	Ga	Zn	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V	Ti	Zr	Hf	Ta	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd</

Ligações químicas

Atualmente, são conhecidos mais de 80 milhões de substâncias. A grande maioria é formada por diferentes combinações de elementos químicos. Nem toda combinação é capaz de produzir uma substância. Isso ocorre quando a substância formada apresenta menos energia do que os átomos isolados que lhe deram origem.

As combinações entre os átomos dos elementos químicos ocorrem por meio de **ligações químicas**. Para que elas sejam formadas é necessário que os átomos se aproximem. Após essa aproximação, dependendo das características dos átomos, eles podem perder ou ganhar elétrons ou, ainda, compartilhar essas partículas. É importante ressaltar que os elétrons da camada mais externa da eletrosfera, a camada de valência, são os responsáveis pela formação das ligações químicas.

A proporção com que os átomos se combinam também é importante, e isso depende do número de elétrons na camada de valência. Observa-se que, em boa parte das substâncias, os átomos que as formam adquirem configurações eletrônicas semelhantes às dos gases nobres: todos os gases nobres apresentam 8 elétrons na camada de valência, exceto o hélio, que apresenta 2 elétrons. Note a distribuição eletrônica de gases nobres na tabela a seguir.

Distribuição eletrônica para os gases nobres							
	K	L	M	N	O	P	Q
² He	2						
¹⁰ Ne	2	8					
¹⁸ Ar	2	8	8				
³⁶ Kr	2	8	18	8			
⁵⁴ Xe	2	8	18	18	8		
⁸⁶ Rn	2	8	18	32	18	8	
¹¹⁸ Og	2	8	18	32	32	18	8

Ao realizar experimentos para estudar as ligações químicas, o físico-químico estadunidense Gilbert Lewis (1875-1946) e o físico alemão Walther Kossel (1888-1956) notaram, em 1916, a tendência de alguns átomos em adquirir oito elétrons na camada de valência ao se combinarem com outros átomos.

Como essa configuração é característica dos gases nobres, eles propuseram a **teoria do octeto**, segundo a qual um grande número de átomos adquire estabilidade eletrônica quando apresentam oito elétrons na sua camada de valência.

A união entre átomos é chamada ligação química e pode ser classificada em iônica, covalente ou metálica.

Orientações didáticas

- Para que os estudantes consigam diferenciar os conceitos de átomos de elemento químico, faça o seguinte questionamento: “Quantos e quais elementos químicos formam a água?”. Alguns estudantes podem responder que a água é formada por três elementos químicos, caso eles saibam que a fórmula química da água é H₂O. Caso seja necessário, retome esses conceitos e explique que a água é formada por três átomos (e não três elementos), sendo dois átomos do elemento químico hidrogênio e um átomo do elemento químico oxigênio. Em seguida, explique que a maior parte dos átomos dos elementos químicos naturais está combinada com átomos de outros elementos por meio de ligações químicas. Isso ocorre porque, de maneira geral, os átomos tendem a se unir para atingir a estabilidade energética. Sempre que possível, procure mostrar aos estudantes que eventos que ocorrem em nível macroscópico podem ser explicados pelas interações que ocorrem em nível atômico.

- É importante que os estudantes compreendam a regra do octeto (será detalhada no Ensino Médio), pois ela consegue explicar a formação de grande número de substâncias. Deixe claro que átomos se unem para adquirir estabilidade energética e que, em vários casos, isso ocorre quando eles passam a apresentar oito elétrons na sua camada de valência.

- Por meio da descrição histórica da evolução do modelo atômico, da apresentação das principais partículas que constituem o átomo e de quais formas os átomos se unem para formar moléculas, é possível desenvolver a habilidade **EF09CI03**.

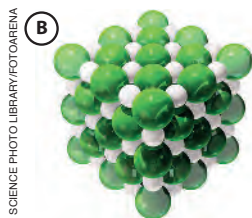
Orientações didáticas

- Para iniciar o estudo das ligações iônicas, recomenda-se retomar o conceito de íons e explicar que cátions e ânions apresentam cargas opostas e, por isso, tendem a se ligar devido à atração eletrostática.

- Enfatize que as ligações iônicas ocorrem, em geral, entre átomos de metais e não metais. Verifique se os estudantes conseguem identificar átomos que pertencem a esses dois grupos. Sugerimos voltar à tabela periódica para que eles possam diferenciá-los.

- Ao discutir as ligações iônicas do NaCl e do CaCl_2 , proponha aos estudantes que comparem as eletrosferas dos íons envolvidos com as dos átomos dos gases nobres $_{10}\text{Ne}$ (neônio) e $_{18}\text{Ar}$ (argônio), respectivamente. Chame a atenção deles para o número de elétrons da camada de valência. Comente que a distribuição eletrônica será estudada com mais detalhes no Ensino Médio.

- Ajude os estudantes a interpretar a ilustração “Ligação iônica”. Peça a eles que verifiquem o número de elétrons na camada de valência dos átomos, antes e depois da ligação iônica. Verifique se eles compreendem por que são necessários dois Cl^- para se ligar ao Ca^{2+} .



(A) Cristais de cloreto de sódio – NaCl (imagem obtida com microscópio eletrônico, colorizada artificialmente e ampliada cerca de 90 vezes). (B) Representação esquemática do retículo cristalino do cloreto de sódio. Os íons sódio (esfera branca) e cloro (esfera verde) alternam-se formando um arranjo que pode se expandir em todas as direções, desde que os cátions e os ânions se alternem.

A ligação iônica

A ligação iônica resulta da atração entre cátions e ânions que se mantêm fortemente unidos pela atração entre suas cargas elétricas de sinais contrários. Em geral, a ligação iônica ocorre entre átomos de metais e não metais.

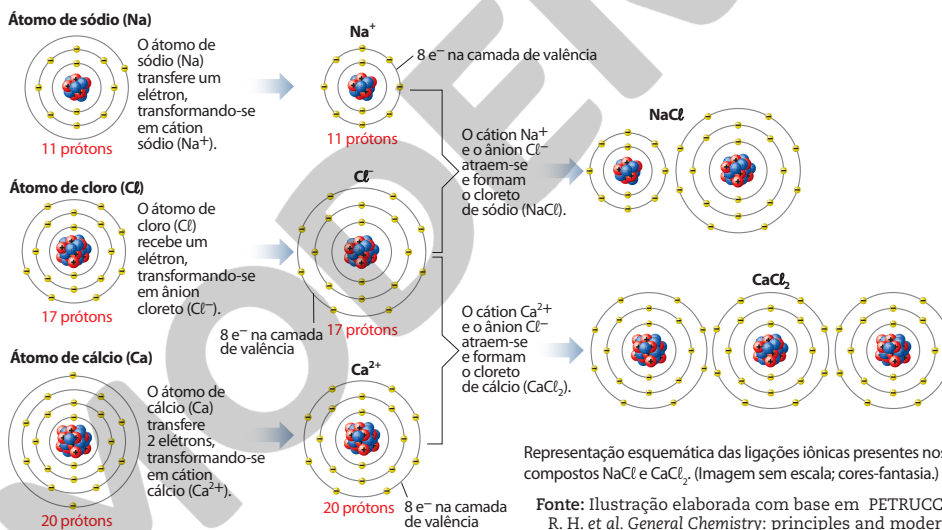
Substâncias formadas por íons são chamadas **substâncias iônicas** ou **compostos iônicos**. Cátions se ligam a ânions em uma proporção que resulta em compostos sem carga (eletricamente neutros).

Por exemplo, o cloreto de sódio, principal componente do sal de cozinha, é formado pela ligação iônica entre íons de sódio, Na^+ , e de cloro, Cl^- . A ligação entre esses íons é representada pela **fórmula química** NaCl . Em uma fórmula química, sempre aparecem os símbolos e a proporção do número de átomos dos elementos químicos presentes na ligação formada.

No caso do NaCl , como os íons Na^+ e Cl^- têm cargas elétricas de mesma intensidade, eles se atraem na proporção de um para um (1 : 1), gerando um composto eletricamente neutro. Em nível submicroscópico, a atração entre os íons gera estruturas com formas geométricas bem definidas e chamadas de **retículos cristalinos**.

Em outros casos, a proporção é diferente, como ocorre no cloreto de cálcio, CaCl_2 . Nessa substância, a atração é entre cátions Ca^{2+} e ânions Cl^- . Para formar um composto estável, esses íons se atraem na proporção de 1 : 2, ou seja, um cátion Ca^{2+} para dois ânions Cl^- . Essa proporção se deve ao fato de o cálcio transferir dois elétrons e cada íon cloro receber apenas um elétron, adquirindo configuração de gás nobre.

Ligação iônica



54

Sugestões de recursos complementares

Artigos

DUARTE, H. Ligações químicas: ligação iônica, covalente e metálica. *Cadernos temáticos de Química Nova na Escola*, n. 4, maio 2001.

O artigo traz uma abordagem completa sobre ligações químicas que pode embasar melhor suas explicações. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/04/ligacoes.pdf>.

FERNANDEZ, C.; MARCONDES, M. E. R. Concepções dos estudantes sobre ligação química. *Química Nova na Escola*, n. 24, nov. 2006.

O artigo aborda as dificuldades conceituais que estudantes apresentam sobre o tema “ligações químicas”. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc24/af1.pdf>.

Acessos em: 14 ago. 2022.



Modelos atômicos

Você estudou que os conhecimentos sobre a estrutura do átomo foram aperfeiçoados ao longo do tempo e com o desenvolvimento da Ciência. Para esta atividade, forme um grupo de 3 ou 4 estudantes e separe, além dos materiais indicados a seguir, a tabela periódica. Vocês construirão modelos atômicos para os átomos de hidrogênio e de carbono.

Material

- Pedaçõs de fio de arame
- Massa de modelar de diferentes cores

Procedimento

1. Primeiro, usem a massa de modelar para fazer uma bola e representar o átomo de hidrogênio de acordo com a teoria de Dalton. Façam outra bola de tamanho diferente para representar o átomo de carbono. Considerem, para o hidrogênio, $A = 1$ e, para o carbono, $A = 12$.
2. Consultem a tabela periódica para saber quantos elétrons os átomos de hidrogênio e de carbono possuem.
3. Construa representações dos átomos de acordo com o modelo atômico de Rutherford e, em seguida, façam o mesmo com base no modelo de Rutherford-Bohr. Usem pedaços de arame para construir as órbitas e fixá-las ao núcleo.

Analisar e interpretar

1. Qual foi o critério que vocês usaram para definir o tamanho relativo entre os átomos de carbono e de hidrogênio?
2. O modelo atômico de Rutherford que vocês construíram reflete a proporção entre as dimensões do tamanho do núcleo, que é de 10 mil a 100 mil vezes menor que o tamanho total do átomo? Expliquem a resposta.
3. Quais seriam as dificuldades que vocês encontrariam se precisassem fazer o mesmo trabalho para o átomo de iodo?

ATENÇÃO

Cuidado ao manusear os fios de arame.

Orientações didáticas

• A proposta desta seção **Explore** é estimular os estudantes a construir seus modelos atômicos. A manipulação desses modelos apresenta vantagens ao aprendizado, além de ser uma oportunidade para trabalhar o conceito de proporção e revelar por que a maioria dos modelos apresentados em livros didáticos encontra-se fora de escala. Oriente os grupos a ficarem atentos às adaptações em seus modelos, de modo que consigam montar os átomos com todas as partículas. O desafio proposto por essa atividade favorece o desenvolvimento das **competências específicas 3 e 6** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, previstas pela BNCC.

- Nas atividades propostas, enfatize a importância da descrição e da apresentação correta das informações a respeito dos modelos construídos. As atividades 2 e 3 podem ajudar a discutir possíveis problemas e dificuldades na execução da montagem, mostrando qual é o limite para a simplificação dos modelos sem que isso prejudique a compreensão dos conceitos.
- Em parceria com o professor de Arte, incentive-os a produzir representações artísticas com outros materiais, sempre levando em consideração os aspectos conceituais da Química. Em seguida, avalie a criatividade e a precisão conceitual das representações construídas. Os resultados podem ser apresentados em uma mostra escolar, se possível, aberta à comunidade.



DANIEL ZEPPO/ARQUIVO DA EDITORA

Respostas – Explore

1. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes representem o átomo de carbono maior que o do hidrogênio, usando critérios de número de massa e de camadas eletrônicas, conforme o modelo atômico a que eles se referem.
2. Resposta pessoal. Para fazer uma representação que obedeça às proporções, seria necessário um espaço muito grande, o que torna inviável a construção de um modelo proporcional.
3. Resposta pessoal. Para o modelo de Dalton, não haveria dificuldade, bastaria aumentar o tamanho da esfera. Para os modelos de Rutherford e Rutherford-Bohr, seria difícil representar os prótons do núcleo e distribuir os 53 elétrons na eletrosfera.

Orientações didáticas

• Esta seção **Atitudes para a vida** visa despertar nos estudantes a percepção de que a persistência é uma característica fundamental ao fazer ciência e também à vida. Em ambos os casos, depara-se com dificuldades, e a melhor estratégia é pensar em alternativas para superá-las, a fim de alcançar os objetivos estipulados. Converse com a turma sobre a persistência de Marie Curie na conclusão de suas tarefas, enfatizando que ela não desistia com facilidade. Como muitos fatores podem alterar os resultados de um experimento, dificilmente se chega ao resultado esperado na primeira tentativa. Por isso, os cientistas devem ser capazes de analisar um problema e desenvolver estratégias para resolvê-lo.

• Alguns estudantes costumam desistir da resolução de problemas quando a resposta não é imediata. Enfatize que não desistir com facilidade e analisar o problema sob diferentes pontos de vista pode levá-los a concluí-la com sucesso.

• Outro aspecto importante nessa seção é a dificuldade adicional enfrentada pelas mulheres para serem cientistas, sobretudo na época em que viveu Marie Curie. A Ciência, assim como tantos outros meios sociais, era e ainda é ocupada majoritariamente por homens, principalmente em posições de destaque. Além da misoginia, Marie Curie também enfrentou xenofobia. Se julgar pertinente, aborde esses conceitos de forma a sensibilizar os estudantes para esses temas, infelizmente tão presentes na sociedade contemporânea. Até 2021, foram entregues prêmios para 58 mulheres, de um total de 975 laureados, entre 1901 e 2021. Dessa forma, as atividades desta seção favorecem o trabalho com as **competências gerais 1 e 9** da Educação Básica, previstas pela BNCC.



Atitudes para a vida

REGISTRE EM SEU CADERNO

Marie Curie



58

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

Sugestões de recursos complementares

Site

Fatos sobre o prêmio Nobel.

A página traz informações como idade, nacionalidade e parentesco sobre os vencedores do Nobel de 1901 até o presente. Página em inglês.

Disponível em: <https://www.nobelprize.org/prizes/facts/nobel-prize-facts/>. Acesso em: 14 ago. 2022.

Filme

RADIOACTIVE. Direção: Marjane Satrapi. Produção de Tim Bevan, Eric Fellner e Paul Webster. Inglaterra, 2019. (103 min).

O filme mostra tanto a vida pessoal de Marie Curie quanto seu árduo trabalho de pesquisas que impactou o mundo.



Fonte: ZENPENCILS. Marie Curie: nosso lugar feliz. 29 jun. 2016. Disponível em: <https://zenpencils.com/comic/204-marie-curie/>. Acesso em: 16 ago. 2022.

TROCAR IDEIAS SOBRE O TEMA

1. Após a morte de seu marido em 1906, Marie Curie assumiu o cargo de professora de Física Geral na universidade em que trabalhavam. Foi primeira vez que uma mulher ocupou esse posição. Converse com seus colegas e registre as opiniões sobre a participação das mulheres em nossa sociedade, principalmente em cargos de liderança.
2. Marie Curie nasceu na Polônia e, em 1891, aos 24 anos, mudou-se para a França para estudar Física e Matemática na universidade. Converse com seus colegas sobre as dificuldades que ela deve ter encontrado por ser uma mulher estrangeira querendo se tornar cientista em pleno século XIX.
3. Para atingir progressos científicos, Marie Curie enfrentou dificuldades, como trabalhar em um local sem estrutura e equipamentos adequados.

Converse com seus colegas sobre como ela precisou ser persistente durante toda a sua vida para atingir seus objetivos.

4. Você já foi persistente ao enfrentar dificuldades para resolver problemas? De que forma?

▶ COMO EU ME SAÍ?

- Identifiquei dificuldades e preconceitos que Marie Curie sofreu durante sua vida?
- Identifiquei características e atitudes que tornam uma pessoa persistente?
- Pensei em maneiras de me tornar mais persistente aplicando alguma dessas características?
- Ser persistente pode ser útil na minha vida, pois...

59

Sugestões de recursos complementares

Artigos

CAVENAGHI, C. Por mais mulheres em cargos de liderança. *Exame invest*, 23 mar. 2022.

A reportagem apresenta os resultados de uma pesquisa sobre a ocupação de cargos de liderança por mulheres no Brasil e no mundo, além de depoimentos e algumas reflexões sobre o tema.

Disponível em: <https://exame.com/invest/opina/por-mais-mulheres-em-cargos-de-lideranca/>.

HRYNIEWICZ, L. G. C.; VIANNA, M. A. Mulheres em posição de liderança: obstáculos e expectativas de gênero em cargos gerenciais. *Cadernos Ebape.br*, Rio de Janeiro, v. 16, n. 3, jul./set. 2018.

O artigo apresenta um estudo de caso com 15 mulheres que ocupam cargos de liderança e traz reflexões sobre obstáculos e expectativas sobre as mulheres na sociedade.

Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cebape/a/Wwqj4gNdm8k8jcGRjCFxvqm/?lang=pt>.

Acessos em: 23 ago. 2022.

Respostas – Atitudes para a vida

1. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes verifiquem que ainda há menor ocupação dos cargos de liderança pelas mulheres em relação aos homens. Oriente-os a debater as causas e possíveis soluções para esse problema. Se considerar oportuno, disponibilize os artigos indicados nas **Sugestões de recursos complementares** para auxiliar no embasamento das discussões.

2. Resposta pessoal. Pode-se traçar um paralelo com o que acontece hoje, em que as mulheres não são tratadas de forma igualitária no ambiente de trabalho e que existem ambientes profissionais que ainda são predominantemente masculinos. Existe também a xenofobia em muitos países, principalmente contra aqueles que vêm de países menos desenvolvidos. No século XIX, é provável que esses problemas citados fossem ainda mais presentes.

3. Resposta pessoal. Começando por enfrentar os preconceitos discutidos na questão anterior, vimos que, mesmo superando algumas dessas dificuldades, Marie Curie ainda trabalhou em condições muito precárias, mostrando que todas as suas descobertas precisaram, entre outras coisas, de muita persistência.

4. Resposta pessoal. Desenvolver essa habilidade tem como objetivo mostrar ao estudante como ele pode desenvolver maneiras para persistir e enfrentar as dificuldades quando existe um objetivo estabelecido.

Orientações didáticas

- O estilo literário do texto desta seção e a presença da foto das amostras reais dos elementos químicos podem contribuir para a construção de uma nova percepção da tabela periódica.
- Nesta seção você também pode desenvolver um trabalho de montagem de uma tabela periódica como no Science Museum de Londres (ou as tabelas interativas presentes nos Institutos de Química da Universidade de São Paulo e da Universidade Federal de Viçosa). Para os elementos cuja aquisição seja difícil ou dispendiosa, os estudantes podem imprimir fotos. Mas também pode ser interessante para o aprendizado pedir à turma que procure saber que pessoas podem adquirir esses materiais e quanto eles custam, aproximadamente.
- É possível desenvolver uma conversa a respeito da importância dos museus e das coleções tanto para a comunidade científica quanto para a população em geral. Caso julgue interessante, peça aos estudantes que pesquisem museus de Ciências nas proximidades da escola ou da cidade e tragam para sala informações a respeito. As atividades dessa seção proporcionam o desenvolvimento das **competências gerais 2 e 3** da Educação Básica e da **competência específica 3** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, previstas pela BNCC.
- Para incentivar os estudantes a construir o conhecimento acerca dos temas tratados nesta Unidade, recomende a leitura do livro indicado nas **Sugestões de recursos complementares**. O artigo, também indicado, pode ser outra ferramenta de fácil acesso, com linguagem clara para os estudantes e informações relevantes sobre a tabela periódica.



Compreender um texto

O Jardim de Mendeleev

Em 1945 foi reaberto o Science Museum, em South Kensington [Londres] (estivera fechado durante grande parte da guerra), e vi pela primeira vez a gigantesca tabela periódica ali exposta. A estrutura da tabela ocupava toda uma parede no patamar superior; era um gabinete feito de madeira escura com noventa e tantos cubículos, cada qual com a inscrição do nome, peso atômico e símbolo químico de seu elemento. E em cada cubículo havia uma amostra do próprio elemento (pelo menos daqueles que haviam sido obtidos em sua forma pura e que podiam ser expostos com segurança). Intitulava-se “Classificação periódica dos elementos – segundo Mendeleev”.

Minha primeira visão foram os metais, dúzias deles em todas as formas possíveis: bastões, nacos, cubos, filamentos, folhas, discos, cristais. A maioria era cinzenta ou prateada, alguns tinham um leve toque de azul ou rosa. Uns poucos tinham superfícies com um pálido brilho amarelado, e por fim havia as cores vivas do cobre e do ouro.

No canto superior direito ficavam os metaloides, os elementos não metálicos – o enxofre em espetaculares cristais amarelos e o selênio em cristais vermelhos translúcidos –, o fósforo, como cera de abelha descorada, mantido em água, e o carbono, em minúsculos diamantes e brilhante grafite preta. Havia o boro, um pó pardacento, e o silício encrespado e cristalino, com um intenso brilho negro como grafite ou galena.

GUILHERME QUEIROZ/FOTARENA



Tabela periódica com amostras reais dos elementos, que pode ser visitada na Sala Mendeleev, no campus da Universidade Federal de Viçosa (MG).

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

60

Sugestões de recursos complementares

Livro

ABDALLA, M.C.B. *O discreto charme das partículas elementares*. 2. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.

A autora apresenta uma harmoniosa e estimulante reconstrução da história das partículas elementares, desde as primeiras descobertas até o nascimento da teoria quântica.

Artigo

TOMA, H. E. AITP 2019 – Ano internacional da tabela periódica dos elementos químicos. *Química Nova*, v. 42, n. 4, 2019.

O artigo coloca a tabela periódica como uma grande conquista da Ciência, trazendo informações e curiosidades sobre sua organização e seus elementos químicos.

Disponível em: <http://static.sites.s bq.org.br/quimicanova.s bq.org.br/pdf/v42n4a13.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2022.

À esquerda estavam os álcalis e os metais alcalinoterrosos [...], todos (exceto o magnésio) em banhos protetores de nafta. Espantei-me com o lítio, no canto superior, que de tão leve flutuava na nafta, e também com o céσιο, mais abaixo, que formava uma poça cintilante sob a nafta. O céσιο, eu sabia, tinha um ponto de fusão baixíssimo, e aquele era um dia quente de verão. Mas eu não havia percebido plenamente, nos pedacinhos parcialmente oxidados que vira, que o céσιο puro era dourado – de início emitia apenas um lampejo, um clarão dourado, parecendo iridescente nos tons áureos; e então, olhado de um ângulo inferior, ele era de um dourado puro, fazia pensar em um mar de ouro ou mercúrio dourado.

Havia outros elementos que até então haviam sido para mim apenas nomes (ou, o que é quase tão abstrato, nomes associados a algumas propriedades físicas e pesos atômicos), e agora, pela primeira vez, eu os via concretos, em toda a sua diversidade. Naquele primeiro vislumbre sensorial, vi a tabela como um suntuoso banquete, uma gigantesca mesa servida com oitenta e tantos pratos diferentes. [...]

Fonte: SACKS, O. *Tio Tungstênio: memórias de uma infância química*. São Paulo: Companhia das Letras, 2002.

ATIVIDADES

REGISTRE EM SEU CADERNO

OBTER INFORMAÇÕES

1. Qual é o assunto principal do texto?

INTERPRETAR

2. O autor do texto cita que a tabela periódica do museu apresentava amostras que poderiam ser expostas com segurança. Que tipo de elemento não pode ser exposto com segurança em um museu?
3. Os metais expostos na tabela apresentavam os mais diversos formatos. Como cita o autor, eram bastões, nacos, cubos, filamentos, folhas, discos e cristais. Por que os metais podem ser moldados de tantas formas?
4. O autor menciona que ficou espantado com o lítio que de tão leve flutuava na nafta. Esse trecho, no entanto, apresenta uma imprecisão do ponto de vista conceitual. Explique que imprecisão ele cometeu e reescreva a frase com a terminologia adequada.

PESQUISAR

5. O elemento fósforo, citado no texto, não tem nenhuma relação com o composto presente na ponta dos palitos que usamos em casa. Ele precisa ser guardado em água porque entra em combustão facilmente. Pesquise por que usamos o nome “palito de fósforo”, se esse composto não está presente nos palitos.
6. Se você observar atentadamente os elementos da tabela periódica, notará que o nome de alguns deles são homenagens a pessoas importantes, como o elemento químico Mendelévio, que presta homenagem ao cientista russo Mendeleev. Em grupos de três estudantes e sob orientação do professor, escolha um elemento químico que tenha seu nome derivado de um cientista, escreva uma pequena biografia do cientista e compartilhe com seus colegas. Não se esqueça de indicar as fontes consultadas.

Respostas – Compreender um texto

1. A visita do autor a um museu de Ciências, que contava com uma tabela periódica em que eram expostas amostras reais dos elementos.

2. Alguns elementos são radioativos. Mesmo que sejam expostos em recipientes fechados, eles continuam a emitir radiação em quantidades perigosas para o ser humano. Esses elementos só seriam inofensivos se estivessem no interior de um recipiente de chumbo, o que impossibilitaria sua visualização.

3. Porque seus átomos estão unidos por meio de ligações metálicas, o que permite o deslocamento dos átomos durante um processo de moldagem.

4. O termo “leve” não é adequado do ponto de vista conceitual para referir-se a materiais com baixa densidade. A frase pode ser reescrita como: “Espantei-me com o lítio, no canto superior, que flutuava na nafta devido a sua baixa densidade, e também [...]”.

5. O fósforo está presente na lixa em que passamos o palito para acendê-lo. Se houvesse fósforo nos palitos, não seria seguro, pois o atrito entre eles, durante o transporte, poderia causar sua combustão dentro da caixa.

6. A resposta depende do elemento químico escolhido pelos estudantes. Algumas sugestões de elementos químicos e suas respectivas homenagens: nobélio (Alfred Nobel), einstênio (Albert Einstein), roentgênio (Wilhelm Conrad Roentgen), cúrio (ao casal Pierre e Marie Curie), meitnério (Lise Meitner), entre outros.

Objetivos da Unidade

- Reconhecer a presença de transformações químicas no cotidiano e nos contextos industrial e artístico.
- Reconhecer a importância da preservação e da restauração de bens culturais.
- Distinguir mistura e substância.
- Caracterizar substâncias simples e substâncias compostas.
- Elaborar explicações para evidências de transformações químicas.
- Perceber que há transferência de energia envolvida nas reações químicas.
- Compreender os conceitos de reação química, reagente e produto.
- Representar transformações químicas na forma de modelos de partículas e na forma de equações químicas.
- Identificar diferentes tipos de reação química.
- Avaliar experimentalmente o princípio da conservação da matéria.
- Aplicar adequadamente as leis ponderais para prever quantidades de reagentes e produtos.
- Compreender o conceito de coeficiente estequiométrico e o princípio de balanceamento de equações químicas.
- Debater do ponto de vista ético questões científicas que impactam a sociedade.
- Reconhecer os impactos positivos e negativos do desenvolvimento científico e tecnológico para a sociedade.
- Valorizar a participação das mulheres na história da Ciência.

Tema contemporâneo transversal (TCT) em foco nesta Unidade

- **Saúde:** abordar a adulteração de produtos alimentícios e os riscos à saúde, e a importância dos ensaios clínicos para o desenvolvimento de novos produtos.



Transformações químicas

Preservação de bens culturais

As pinturas são exemplos comuns de expressão visual da humanidade sobre si mesma e sobre o mundo e a realidade em que vive. Muitas vezes, essas obras retratam situações e ideias importantes para determinada época da história e, por isso, são consideradas bens culturais. Entretanto, as obras de arte estão sujeitas a diversas transformações ao longo do tempo, as quais comprometem sua beleza e seus significados. Portanto, conservá-las garante que também sejam preservados registros da história da humanidade. Uma das formas de preservar esses registros é restaurar obras que estão danificadas. Entender as causas do dano, as características dos materiais utilizados na produção das obras e como eles interagem é importante para que o restauro seja bem-sucedido.



Óleo sobre tela de autoria desconhecida, de 22 cm x 30 cm, rasgada e com tinta descascando, enviada ao restaurador estadunidense Julian Baumgartner.



Começando a Unidade

1. Que aspectos e componentes de uma pintura podem evidenciar um processo de degradação ao longo do tempo?
2. Que outros tipos de bem cultural estão sujeitos a transformações ao longo do tempo? Essas transformações são apenas químicas? Se não, que outros tipos podem ocorrer? Dê exemplos.

Por que estudar esta Unidade?

O ciclo de vida de uma planta, o envelhecimento do corpo humano e o desgaste de objetos após seu uso são exemplos cotidianos de que tudo no mundo está em constante transformação. É importante identificar e compreender a estrutura da matéria e as transformações pelas quais ela pode passar.

62

Habilidades da BNCC em foco nesta Unidade

- **EF09CI02:** Comparar quantidades de reagentes e produtos envolvidos em transformações químicas, estabelecendo a proporção entre suas massas.
- **EF09CI03:** Identificar modelos que descrevem a estrutura da matéria (constituição do átomo e composição de moléculas simples) e reconhecer sua evolução histórica.



Resultado final da restauração feita por Julian Baumgartner. Repare como a cor, o traço e a textura são preservados.

BAUMGARTNER FINE ART RESTAURATION - COLEÇÃO PARTICULAR

ILUSTRAÇÃO: ORLY WANDERS/ARQUIVO DA EDITORA

À direita, representação do trabalho de restauração em progresso da obra de George Weiss (óleo sobre madeira, 33 cm x 43 cm), de uma coleção particular, executado pela equipe de Baumgartner. Note como o lado direito do quadro em restauro retoma sua cor original, perdendo a tonalidade amarelada.



(Imagens sem escala.)

63

Orientações didáticas

- Inicie a Unidade apresentando aos estudantes o vídeo ou trechos do livro indicados nas **Sugestões de recursos complementares**. Com base no vídeo ou na leitura, questione os estudantes sobre o que eles entendem por transformações químicas e qual é a possível relação entre elas e a degradação e restauração de bens culturais.

- Peça a eles que respondam às questões do **Começando a Unidade** e discutam as respostas. Pergunte sobre o papel da Ciência nessa área de atuação e como poderia ser feita a restauração química de uma obra de arte. Por exemplo: identificar a tinta que foi utilizada no momento da pintura para realizar retoques.

Respostas – Começando a Unidade

1. Espera-se que os estudantes sejam capazes de identificar e citar aspectos como cor, textura, brilho, rigidez da tela, rachaduras, entre outros.

2. Espera-se que os estudantes identifiquem bens como esculturas, monumentos, prédios arquitetônicos, livros e composições escritas, entre outros. Esses bens estão sujeitos a transformações químicas (mudanças de cor, textura, brilho, rigidez), físicas (rachadura ou desgaste mecânico) e biológicas (aparecimento de fungos e outros microrganismos). É possível ainda que eles citem outros patrimônios culturais, como a música. Nesse caso, apesar de não haver transformações químicas, físicas ou biológicas diretamente, enfatize que esse tipo de arte está sujeito a outros tipos de transformação, como as culturais, as sociológicas e as antropológicas.

Sugestões de recursos complementares

Vídeo

CURSO de conservação e restauração da FAOP. 2015. (5 min). Publicado pelo canal TOP Cultura. Vídeo destacando a interdisciplinaridade que a profissão de restaurador exige.

Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=d5Ry7MFjhLM>. Acesso em: 24 ago. 2022.

Livro

MUSEU CASA DO PONTAL (coord.). *Caderno de conservação e restauro de obras de arte popular brasileira*. Rio de Janeiro: Associação dos Amigos da Arte Popular Brasileira; Brasília: Unesco, 2008.

Nesse e-book você encontrará diversas informações sobre conservação e restauro de obras brasileiras, como a conservação preventiva, os procedimentos básicos para conservar e restaurar, entre outras.

Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000161092>. Acesso em: 9 ago. 2022.

Orientações didáticas

• Entre os requisitos prévios desta Unidade estão a compreensão de que toda matéria é formada por átomos, o reconhecimento de representações submicroscópicas do modelo de partículas e o conhecimento de que os átomos se unem por meio de diferentes tipos de ligação química, fundamentais para a definição de substância e para a abordagem do tema transformações químicas. Tendo isso em vista, inicie o Tema solicitando aos estudantes que diferenciem, com base em seus conhecimentos prévios, átomo, molécula, elemento químico, composto, componente e substância. Eles poderão ir à lousa e criar quadro com as definições e uma representação ilustrativa (fórmula química e/ou esquema figurativo) do que eles consideram ser cada um desses conceitos. Com base no quadro elaborado será possível verificar as concepções deles sobre os conceitos e os possíveis equívocos guiando a prática docente.

• Leve modelos de compostos químicos formados com materiais como palitos de churrasco e esferas de isopor. Pode-se usar esferas de cores e tamanhos diferentes para ilustrar diferentes elementos químicos. Represente os constituintes de substâncias simples e compostas, e peça aos estudantes que as analisem conforme as definições já conferidas no quadro feito por eles. Essa proposta possibilita o desenvolvimento de aspectos relacionados à habilidade **EF09CI03** da BNCC. Identifique os conceitos preliminares dos estudantes sobre essas definições e guie-os caso estejam equivocados.

• Átomos se combinam – ou não – de diversas maneiras, formando milhões de substâncias. Discuta exemplos de substâncias simples formadas por átomos isolados, como o gás hélio.

• Utilize a fotografia para destacar a importância de se conhecer os constituintes de uma obra artística e, com essa informação, fornecer condições adequadas para diminuir a exposição da obra a degradações, como umidade, temperatura, poluentes atmosféricos, entre outros. Se julgar pertinente, pergunte aos estudantes o que eles imaginam que foi feito para evitar a degradação da obra da fotografia – supõe-se que foi aplicada uma camada de um produto que impeça o processo de ferrugem.



Substâncias e misturas

Os materiais podem ser formados por uma única substância ou por misturas de substâncias.

CHICO FERREIRA/
PULSAR IMAGENS



O estado de conservação de uma obra artística está relacionado às substâncias que a constitui e às condições em que ela é armazenada e exposta ao público. Para preservar esculturas de ferro, por exemplo, devemos evitar o contato delas com a umidade para não favorecer a formação de ferrugem. Esculturas de emas feitas de ferro do artista Ivaldo Rodowanski. (Lucas do Rio Verde, MT, 2018.)

Para reverter um processo de degradação de uma obra de arte ou de qualquer objeto é importante descobrir sua composição química, ou seja, de qual(is) substância(s) ela é constituída. Os materiais encontrados na natureza ou produzidos de forma artificial pelo ser humano podem ser classificados em dois grandes grupos: os constituídos por uma única substância e aqueles formados por uma mistura de substâncias.

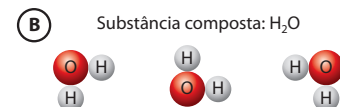
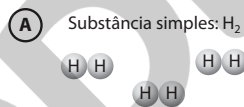
Substância

Em Química, substância é um material formado por um único tipo de componente, seja ele constituído por um único tipo de aglomerado (por exemplo, molécula) ou por átomos livres. De acordo com sua composição, as substâncias podem ser classificadas em simples ou compostas.

- **Substância simples:** é formada somente por átomos de um elemento químico. Por exemplo, a substância hélio é constituída de átomos isolados do elemento químico hélio (He), e a substância hidrogênio é formada por moléculas com dois átomos do elemento químico hidrogênio (H_2).
- **Substância composta:** é formada por átomos de dois ou mais elementos químicos. A água (H_2O) é um exemplo de substância composta. As moléculas que compõem essa substância são formadas por átomos dos elementos químicos hidrogênio e oxigênio: dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio, mais precisamente.

Substâncias simples e composta

Modelo de partículas das substâncias hidrogênio (A) e água (B). Ambas são consideradas substâncias, pois são formadas por um único componente. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)



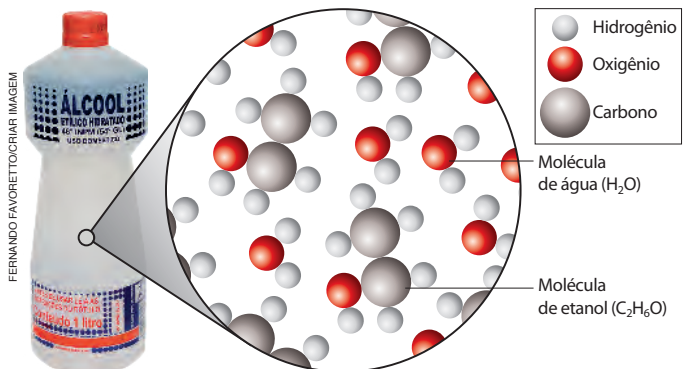
As substâncias podem ser diferenciadas uma das outras pelo conjunto de propriedades específicas, como temperatura de fusão, temperatura de ebulição, densidade, dureza etc. Para caracterizar uma substância, podemos consultar livros e tabelas que reúnem esses valores de referência, os quais foram determinados sob condições de análise específicas (como pressão e temperatura). Se uma amostra for analisada sob essas mesmas condições e apresentar valores diferentes dos valores de referência, é um indicio de que não se trata daquela substância ou de que ela está misturada a outras substâncias.

Mistura

Uma mistura é constituída de duas ou mais substâncias diferentes, sejam elas simples ou compostas. Ela é obtida ao combinar-se substâncias em qualquer proporção sem provocar alterações na estrutura de cada uma delas, ou seja, sem que elas reajam entre si.

O ar atmosférico é uma mistura de diferentes gases, como o gás oxigênio (O_2), o gás nitrogênio (N_2) e outros, em menor proporção, como o vapor de água. A proporção em volume de gás oxigênio e de gás nitrogênio praticamente não varia: 21% e 78%, respectivamente. Já a proporção de água pode variar regionalmente, por exemplo, de acordo com a estação do ano. Nos meses mais úmidos, em determinada região, há mais vapor de água disperso na atmosfera. Portanto, nas misturas (como o ar), a **proporção das substâncias** que as compõem pode variar. No entanto, a **proporção entre os átomos** que formam cada substância não muda.

Composição do álcool vendido comercialmente



O álcool vendido nos supermercados é uma mistura de água e etanol. No entanto, a proporção entre os átomos que formam as moléculas de água (dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio) e de etanol (dois átomos de carbono, seis de hidrogênio e um de oxigênio) não varia. No detalhe, representação esquemática dos átomos que compõem as moléculas de água e etanol presentes nessa mistura. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Os materiais que compõem os seres vivos, como a seiva das plantas, também são misturas. O petróleo é uma mistura de diversas substâncias. Muitos dos materiais produzidos pelo ser humano também são misturas, como as **ligas metálicas** (o aço, o bronze e o latão, por exemplo).

Glossário

Liga metálica: mistura em que um ou mais componentes são metais.

De olho no tema

Em um recipiente, há um líquido formado por moléculas do tipo I e do tipo II. As moléculas do tipo I são formadas por dois átomos A; as do tipo II são formadas por três átomos: A, B e C.

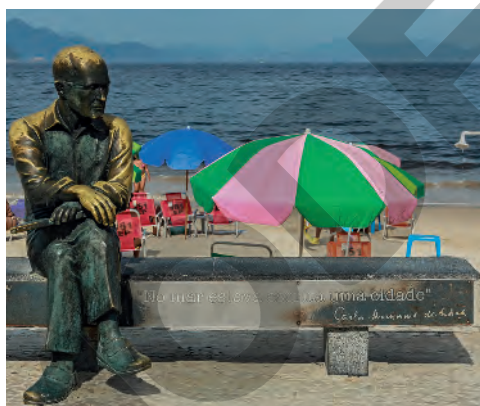
- Desenhe, de forma simbólica, o conteúdo desse recipiente, imaginando que as moléculas se encontram em igual proporção.
- Nesse recipiente, temos um exemplo de substância ou de mistura de substâncias? Justifique sua resposta.

Orientações didáticas

- Com o conceito de substância bem definido, os estudantes podem diferenciar substância de mistura. Esclareça que em uma mistura estão presentes duas ou mais substâncias; por exemplo, o ar atmosférico e muitos produtos cotidianos, como água mineral, refrigerantes e cosméticos, são misturas.

- Explore com eles a ilustração “Composição do álcool vendido comercialmente” para trabalhar o conceito de mistura, diferenciando-o do conceito de substância. Peça aos estudantes que obtenham a proporção entre os átomos de hidrogênio e de oxigênio na água (2 : 1), e entre esses elementos e o carbono no etanol (6 : 1 : 2). Enfatize que são os tipos de átomo, a quantidade deles e sua proporção que caracterizam cada substância (não consideramos, aqui, o fenômeno da isomeria), e que a proporção entre as substâncias pode variar em uma mistura. No caso do álcool vendido comercialmente, é possível encontrá-lo em diferentes proporções: 54 °GL e 70 °GL, por exemplo.

- Apresente outros exemplos de misturas, como as ligas metálicas. Um anel de ouro, por exemplo, não é formado por uma substância simples, como muitos acreditam. O ouro usado para joalheria é, na verdade, composto de uma liga metálica, geralmente com a presença de ouro, cobre, prata e zinco. É, portanto, uma mistura. Outros exemplos: o bronze é uma mistura de cobre e estanho; o latão é uma mistura de cobre e zinco.



Para comemorar o centenário do poeta brasileiro Carlos Drummond de Andrade (1902-1987), foi produzida e instalada em 2002 uma escultura de bronze dele sentado à beira-mar pelo artista Leo Santana. (Rio de Janeiro, RJ, 2021.)

Respostas – De olho no tema

a) Esperam-se esquemas de quantidades iguais de moléculas diferentes, que podem ser simbolizadas por círculos coloridos ou com padrões diferentes: as moléculas do tipo I formadas por dois círculos de mesma cor, e as do tipo II, por três círculos de cores diferentes, sendo que um deles deve ser da mesma cor usada para os átomos da molécula do tipo I (átomo A).

b) As moléculas do tipo I representam uma substância simples; as moléculas do tipo II, uma substância composta. No recipiente há um líquido composto de duas substâncias e, portanto, trata-se de uma mistura.

Orientações didáticas

- Inicie a abordagem do tema buscando identificar as concepções prévias dos estudantes sobre reações químicas. O texto indicado na **Sugestão de recurso complementar** pode contribuir para esse levantamento. Além disso, sugere-se apresentar a eles exemplos cotidianos de transformações químicas, mostrando evidências das reações; por exemplo, combustão (produção de luz e calor) e formação de ferrugem (formação de sólido e mudança de aspecto). Desse modo, aproxima-se o tema a ser estudado da realidade do estudante e favorece-se o desenvolvimento da **competência específica 3** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, prevista pela BNCC.
- Para trabalhar a representação das equações químicas, recorra ao esquema “Reação entre as substâncias enxofre e oxigênio”. Ao analisá-lo com os estudantes, ressalte o significado das palavras “reagentes” e “produto”. Identificá-los em uma reação é primordial para o entendimento do restante do conteúdo. Enfatize que, nas reações químicas, os átomos dos elementos químicos envolvidos recombina-se por meio da ruptura e da formação de novas ligações químicas, produzindo substâncias diferentes, mas mantendo o mesmo número de átomos. Além disso, explique que uma reação química pode acontecer entre reagentes que se encontram em diferentes estados físicos. No exemplo dado, um sólido (enxofre) pode reagir com o gás oxigênio, produzindo outro gás (dióxido de enxofre).



As substâncias podem se transformar em outras por meio do rearranjo de átomos.

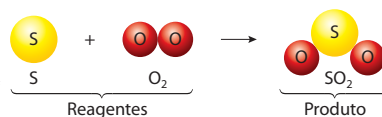
Reações químicas

Uma reação química (ou transformação química) ocorre quando as ligações químicas entre os átomos dos **reagentes** são desfeitas e um novo arranjo de átomos é formado, gerando os **produtos**, ou seja, substâncias diferentes das iniciais.

Analise a representação a seguir.

Reação entre as substâncias enxofre e oxigênio

NELSON MATEUS DA
ARQUIVO DA EDITORA



Representação esquemática da reação química entre as substâncias enxofre e oxigênio, destacando reagentes e produto. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Note que o produto formado na representação da reação química apresentada acima é uma combinação de átomos diferente da dos reagentes iniciais, porém os átomos envolvidos são os mesmos e nas mesmas quantidades. Ou seja, em todas as reações químicas ocorrem rearranjos de átomos, mas o número de átomos se mantém igual.

Durante o processo em que ligações químicas são desfeitas e novas ligações são formadas, existe uma transferência de energia entre o meio reacional e a vizinhança. A quantidade de energia transferida depende dos átomos envolvidos e é específica para cada reação química. Essa diferença de energia ocorre, portanto, em todas as reações químicas, e algumas vezes pode ser observada na forma de luz, alteração da temperatura, som, eletricidade etc.

As chamas azuis na imagem, visíveis somente no escuro (se forem iluminadas, apresentam coloração vermelha), são formadas pela queima dos gases à base de enxofre do vulcão indonésio Kawah Ijen. A queima do enxofre é resultado de sua reação com o gás oxigênio, produzindo chama e calor. (Java, Indonésia, 2014.)



SUPERJOSEPHGETTY IMAGES

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

66

Sugestão de recurso complementar

Artigo

MORTIMER, E. F.; MIRANDA, L. C. Transformações: concepções dos alunos sobre reações químicas. *Química nova na escola*, n. 2, p. 23-26, 1995.

O artigo destaca as concepções prévias dos estudantes sobre fenômenos de transformação de materiais, sugerindo alternativas para confrontá-las.

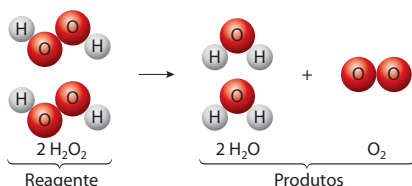
Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc02/aluno.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2022.

Alguns tipos de reação química

As reações químicas podem ser classificadas segundo as características que apresentam em comum. Por exemplo, reações em que duas ou mais substâncias interagem e formam uma única substância como produto são chamadas de **reação de síntese**. A reação química entre as substâncias enxofre e oxigênio, exemplificada anteriormente, é uma reação de síntese.

A água oxigenada, produto comercializado em farmácias, é uma solução aquosa de peróxido de hidrogênio. Essa substância se decompõe naturalmente produzindo água e gás oxigênio. Esse tipo de reação, em que uma substância se decompõe em duas ou mais substâncias, é chamado de **reação de decomposição**.

Reação de decomposição do peróxido de hidrogênio



Representação esquemática da decomposição do peróxido de hidrogênio, destacando reagente e produtos. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

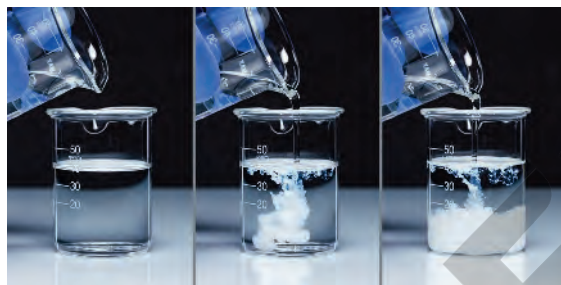
Outro tipo de reação química ocorre quando a mistura de duas substâncias líquidas ou em solução aquosa produz um material sólido, comumente chamado de precipitado. As **reações de precipitação** podem ser utilizadas para identificar a presença de determinados componentes em uma solução de composição desconhecida.

Por exemplo, a solução aquosa de cloreto de sódio (NaCl) é incolor. Se adicionarmos algumas gotas dessa solução em uma amostra desconhecida e observarmos a formação de um produto sólido de coloração branca, poderemos suspeitar que a amostra desconhecida contém íons prata (Ag^+). Se realizarmos outro teste nessa mesma amostra adicionando gotas de uma solução aquosa de iodeto de sódio (NaI), que também é incolor, e observarmos a formação de um produto sólido de coloração amarela, poderemos constatar que a amostra contém íons prata (Ag^+).

As equações químicas a seguir representam as reações químicas descritas.



A decomposição do peróxido de hidrogênio em água e gás oxigênio é acelerada na presença de luz e calor. Por isso, a água oxigenada é comercializada em frascos escuros.



Reação de precipitação entre as soluções aquosas que contêm íons de prata e cloreto de sódio. O produto sólido (precipitado) branco é o cloreto de prata (AgCl).

Orientações didáticas

- Apresente alguns dos diferentes tipos de reação química, mas esclareça que existem vários outros tipos, caracterizados de diferentes formas nos estudos das reações químicas. Aproveite para representar as transformações por meio das equações químicas, familiarizando os estudantes com essa forma de representação.

- Destaque a ilustração “Reação de decomposição do peróxido de hidrogênio” e pergunte a eles por que há duas moléculas (e não uma) representadas na posição do reagente. Espere-se que eles percebam que, para a formação dos produtos, é necessária mais de uma molécula de peróxido de hidrogênio, a fim de garantir o mesmo número de átomos antes e depois da decomposição. Ao introduzir a ideia de proporcionalidade e conservação de matéria em uma reação química, o estudante tem a oportunidade de desenvolver aspectos relacionados à habilidade **EF09CI02** da BNCC.

- Ao apresentar a reação de precipitação, discuta a diferença entre uma mistura heterogênea e a evidência de uma transformação química. No exemplo, a formação do sólido branco a partir de dois líquidos incolores evidencia a formação de uma nova substância e, portanto, a ocorrência de uma reação química.

- A fim de trabalhar novamente as noções de proporcionalidade e conservação de matéria em uma reação química, você pode fazer perguntas relacionadas a esses temas utilizando as reações exemplificadas e, com isso, oportunizar o desenvolvimento de aspectos relacionados à habilidade **EF09CI02**. Por exemplo: “Considerando uma solução aquosa de íons prata, qual seria a quantidade de sólido branco formado se misturássemos quantidades cada vez maiores de cloreto de sódio?”. Espere-se que eles sugiram que a quantidade de sólido obtida seria proporcional à quantidade de cloreto de sódio adicionada. Destaque, nesse caso, que a formação de precipitado ocorre enquanto há íons prata dissolvidos em solução aquosa.

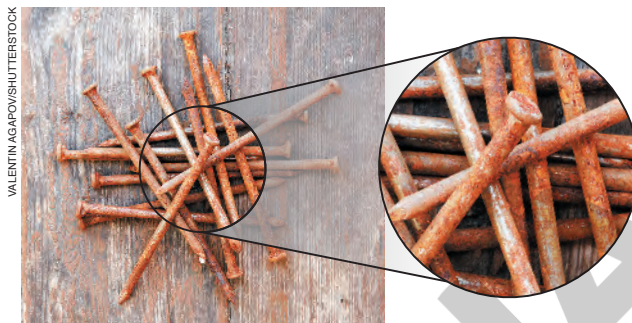
Orientações didáticas

- Ao introduzir as reações de oxirredução, pergunte aos estudantes o que eles acreditam ser a ferrugem. É possível que eles a relacionem com a deposição de algo presente no ar sobre o ferro ou sua simples decomposição. Questione-os quanto à corrosão e à mudança de cor, pedindo que formulem explicações e representem-nas com esquemas figurativos, favorecendo o desenvolvimento da **competência geral 2** da Educação Básica e da **competência específica 3** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, previstas pela BNCC. Retome com os estudantes as definições de íons e ligações químicas e reforce que um mesmo elemento químico pode existir na forma de átomo e de íon. É importante que eles percebam que nessas reações ocorre a transferência de elétrons entre diferentes átomos.

- Ao abordar a reação de combustão, defina-a como uma reação de oxidação na qual uma substância muito reativa e com alta capacidade de receber elétrons, como o gás oxigênio, reage e há liberação de luz e calor (majoritariamente na forma de fogo). Destaque que para apagar o fogo ou incêndios pode-se fazer o uso de extintores de incêndios. Os extintores à base de gás carbônico, por exemplo, diminuem a quantidade de oxigênio disponível no local aplicado e, com isso, a reação de combustão não consegue se manter e o fogo apaga. Extintores à base de água podem tanto ter essa função quanto diminuir a temperatura do local, fazendo com que a reação de combustão seja interrompida. Cada tipo de extintor de incêndio deve ser utilizado para determinado material combustível. Quando a chama atinge peças elétricas e fios elétricos desencapados, por exemplo, não se deve utilizar extintores à base de água.

Alguns materiais estão sujeitos a um tipo de reação em que há troca de elétrons entre os átomos dos reagentes para que ocorra a formação de um novo produto. Um prego de ferro, por exemplo, enferruja porque o metal na presença de umidade reage com o gás oxigênio da atmosfera e produz outras substâncias que compõem a ferrugem, o que pode ser observado pela aparência do prego.

Esse tipo de reação, chamada de **oxirredução**, pode acontecer entre diferentes materiais constituídos de átomos com tendência a doar ou receber elétrons.



Quando um prego de ferro enferruja, observamos a formação de um novo material com propriedades distintas do metal, como a cor alaranjada e a ausência de brilho.

As **reações de combustão** são reações de oxirredução que envolvem dois tipos de reagentes: o combustível (como a madeira, o carvão ou a gasolina) e o comburente (geralmente o gás oxigênio, mas pode acontecer com outras substâncias que tenham grande tendência de receber elétrons, como o gás cloro).

O ser humano faz uso desse tipo de reação desde a descoberta do fogo e para diversas finalidades, como aquecer e cozinhar alimentos, iluminar ambientes e movimentar veículos.



Em algumas situações de incêndio, pode ser utilizada água pressurizada, que age por abafamento, diminuindo a disponibilidade de gás oxigênio, e por resfriamento, dependendo da forma como é aplicada.

A massa se conserva ou se altera em uma reação química?

Para esta investigação, vamos observar o que ocorre quando um comprimido efervescente é colocado em água. Após ler o procedimento, em dupla, elabore uma hipótese sobre quais serão os resultados obtidos na atividade.

Material

- 2 comprimidos efervescentes (vitamina C ou antiácido)
- Água
- 1 garrafa plástica de 1,5 L ou de 2 L com tampa
- 1 balança digital com precisão de 0,1 g

Procedimento

1. Coloque água até a metade da garrafa.
2. Com a balança, meça e anote a massa inicial do conjunto garrafa com água, comprimido efervescente e tampa.
3. Coloque o comprimido na garrafa com a água e tampe-a imediatamente.
4. Após o término da reação, meça a massa final do conjunto e anote o resultado.
5. Repita todo o procedimento, mas agora sem tampar a garrafa.

Analisar e interpretar

1. Qual é o objetivo desta investigação?
2. Suas hipóteses iniciais foram confirmadas?
3. Explique os resultados obtidos nesta atividade prática.



Representação esquemática da segunda etapa da atividade. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

De olho no tema

A formação da ferrugem causa um impacto significativo na economia de um país. Considere que você tenha a tarefa de impedir a formação de ferrugem em um portão de ferro que está exposto ao Sol e às chuvas. O que você faria?

Orientações didáticas

• A atividade proposta na seção **Vamos fazer** possibilita aos estudantes vivenciar a ocorrência de uma reação química e observar a manutenção e a diminuição da massa na dissolução do comprimido efervescente em sistema fechado e em sistema aberto, respectivamente. Desse modo, essa atividade pode ser utilizada para introduzir os conceitos de proporcionalidade e conservação de massa, que serão abordados nos Temas subsequentes desta Unidade, favorecendo o trabalho parcial com a habilidade **EF09CI02**.

• Antes de iniciar o procedimento descrito na seção **Vamos fazer**, peça aos estudantes que respondam à atividade 1 dessa seção. Antes que eles realizem a etapa 2 do procedimento, questione a razão da pesagem antes e após a reação. A execução dessa atividade permite mobilizar a **competência específica 2** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental prevista pela BNCC, ao estimular a reflexão e a análise crítica das circunstâncias para elaboração e teste de hipóteses e propor uma solução para o resultado observado.

• Para atingir o objetivo dessa atividade prática, os estudantes devem lidar com valores pequenos de medida, situação em que o cuidado e a precisão se tornam ainda mais importantes.

• Ao fim da prática experimental, peça a eles que revejam e comentem suas previsões. É fundamental discutir com eles a diminuição de massa ocorrida na dissolução do comprimido efervescente em sistema aberto. Conduza a discussão de modo que eles percebam que a diminuição da massa ocorreu em razão da liberação de gás para o ambiente.

Respostas – Vamos fazer

1. O objetivo da atividade é verificar se ocorre a conservação da massa nessa reação química em duas condições diferentes: sistema fechado e sistema aberto.

2. Resposta pessoal. É possível que os estudantes suponham a conservação da massa em ambos os casos, sem levar em conta a perda de massa causada pela saída do gás no sistema aberto. O importante é que revejam suas hipóteses em função dos resultados obtidos.

3. Espera-se que eles relatem a conservação de massa no sistema fechado e a diminuição da massa no sistema aberto e procurem explicar as diferenças observadas pela manutenção do gás em sistema fechado e a perda dele para o ambiente no sistema aberto.

Resposta – De olho no tema

Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes respondam que devemos impedir o contato do ferro com o ar atmosférico e a água. Isso pode ser feito, por exemplo, com uso de tinta ou de zarcão.

Respostas – Atividades

1. a) Substância; b) Mistura; c) Mistura; d) Substância.

2. Mistura.

3. As ligações covalentes entre os átomos de hidrogênio na molécula H_2 e entre os átomos de oxigênio na molécula O_2 são desfeitas, e cada átomo de oxigênio se liga covalentemente a dois átomos de hidrogênio, formando a água (H_2O).

4. a) Mistura de substâncias simples. b) Mistura de substâncias simples e compostas. c) Mistura de substâncias compostas. d) Mistura de substâncias compostas. e) Substância composta. f) Mistura de substâncias simples.

5. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes percebam que a reação descrita pode ser classificada tanto como síntese quanto como reação de oxirredução. Avalie também se eles conseguiram indicar todos os elementos de um argumento científico (dado, conclusão, qualificador, apoio, garantia e refutador). A atividade favorece o trabalho com a **competência geral 7** da Educação Básica, prevista pela BNCC.

6. Oriente os estudantes sobre o tempo e a apresentação de cada grupo. Se julgar necessário, ajude-os na pesquisa em *sites* confiáveis (governamentais, de universidades, entre outros) e no uso de matérias jornalísticas e artigos para apresentar dados e a relevância da pesquisa.

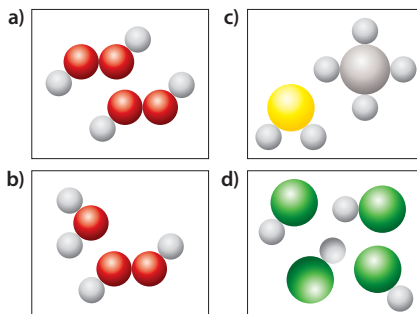


Atividades ▶ TEMAS 1 E 2

REGISTRE EM SEU CADERNO

ORGANIZAR

1. Classifique cada uma das representações abaixo em substância ou mistura.



(Imagens sem escala; cores-fantasia.)

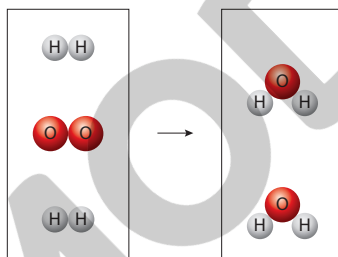
2. O cuproníquel é uma liga metálica formada por cobre (75%) e níquel (25%) que era utilizada na confecção de moedas como a da imagem abaixo.



ARTEMISA PHOTO ART / SHUTTERSTOCK

- Essa moeda é constituída por uma substância simples, uma substância composta ou uma mistura?

3. A água pode ser formada a partir da reação entre gás hidrogênio e gás oxigênio, conforme mostra a representação abaixo.

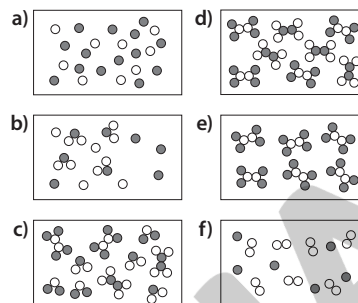


(Imagens sem escala; cores-fantasia.)

- Para que essa reação ocorra, quais ligações são rompidas e quais são formadas?

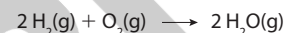
ANALISAR

4. Classifique cada uma das representações a seguir em: substância simples; substância composta; mistura de substâncias simples; mistura de substâncias compostas; mistura de substâncias simples e compostas.



(Imagens sem escala; cores-fantasia.)

5. Em um teste de sala de aula, o professor escreveu na lousa a equação de combustão do gás hidrogênio representada a seguir:



Em seguida pediu aos estudantes que classificassem essa reação em síntese, decomposição ou oxirredução. Os estudantes não chegaram a um consenso sobre a resposta. Como você classificaria essa reação? Responda utilizando um argumento científico com dado, conclusão, qualificador, apoio, garantia e refutador.

COMPARTILHAR

6. O domínio do fogo representou um importante marco na história da humanidade e teve grande impacto na relação do ser humano com os materiais ao seu redor. A falta de instrução das pessoas sobre como evitar fogo e o que fazer em casos de incêndios facilita a incidência de acidentes domésticos. O professor dividirá a turma em dois grandes grupos: um deles será responsável por destacar a importância do domínio do fogo e das reações de combustão em vários momentos da história da humanidade; o outro apresentará os cuidados que devemos ter para prevenir incêndios. O professor definirá o dia, a forma de apresentação e como cada grupo compartilhará as informações pesquisadas.

ILUSTRAÇÕES: NELSON MATSUDA/ARQUIVO DA EDITORA

ILUSTRAÇÕES: PAULO MANZI/ARQUIVO DA EDITORA

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



Transformando a química em arte

Nesta atividade, vamos explorar a criatividade e a imaginação fazendo uso de ferramentas químicas.

Material

- Tela de pintura (sem revestimento impermeabilizante)
- Objetos metálicos (ferro, cobre, alumínio, zinco etc.)
- Solução de vinagre 20% (em volume) e sal de cozinha, ou água e um comprimido de permanganato de potássio
- Recipiente retangular (assadeira ou forma)
- Luvas plásticas

Procedimento

1. Dissolva uma colher de sal de cozinha a cada 100 mL de solução de vinagre 20% (em volume) ou um comprimido de permanganato de potássio em 100 mL de água.
2. Coloque a tela dentro do recipiente. Posicione os objetos metálicos sobre ela de acordo com sua criatividade e sua imaginação.
3. Despeje a solução de vinagre e **sal de cozinha** ou de permanganato de potássio sobre as peças e aguarde por três dias, sem mexer na tela.
4. Ao fim de três dias, retire cuidadosamente os objetos e deixe a tela **secar** por mais 2 dias ou até estar totalmente seca.



Caso a solução escorra pela tela, ela ficará retida no recipiente.

Observar e analisar

1. Quais são as evidências de transformações químicas observadas ao fim da composição artística?
2. Observe e compare as obras de seus colegas. Quais diferenças podem ser observadas? Como você as explicaria?

Fonte: Elaborado com base em PALMA, M. H. C.; TIERA, V. A. O. Oxidação de metais. *Química nova na escola*, n. 18, p. 52-54, 2003. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc18/A12.PDF>. Acesso em: 6 ago. 2022.

ATENÇÃO

O permanganato de potássio pode causar irritação, por isso deve-se evitar seu contato com a pele, os olhos e as mucosas. Use luvas ao manusear essa substância, descarte-as ao final do experimento e não se esqueça de lavar as mãos após essa atividade.

Orientações didáticas

• A proposta desta seção **Explore** é abordar as transformações químicas com um viés artístico, proporcionando aos estudantes um ambiente de exploração da criatividade e de expressão de ideias e sentimentos, além da valorização de manifestações artísticas diversas. Desse modo, essa atividade pode ser trabalhada em parceria com o professor de Arte. É importante estimulá-los a trabalhar a criatividade e buscar reconhecer que a criação é um processo cognitivo e emocional. Deve-se discutir a importância das expressões artísticas nos dias de hoje e salientar que não existe obra "melhor" ou "mais bonita"; cada criação é única e reflete o estado individual no momento da confecção. Nessa atividade, o princípio é incentivar os estudantes a criar, imaginar e inovar. É aconselhável uma atividade integrada com os professores de Arte e/ou Filosofia para que sejam discutidos conceitos de arte, beleza e estética. Essa atividade conjunta pode ser realizada durante os dois dias de intervalo em que os estudantes aguardam que a tela esteja totalmente seca. Ao término das atividades, promova uma exposição e estenda o convite aos familiares dos estudantes. Por meio dessa proposta, favorece-se o trabalho com as **competências gerais 2, 3, 4 e 9** da Educação Básica previstas pela BNCC.

• A solução de vinagre 20% deve ser preparada adicionando-se 40 mL de vinagre a 160 mL de água e distribuída entre os estudantes.

Respostas – Explore

1. Resposta variável. Espera-se que tenha surgido um material colorido que se depositou sobre a tela com coloração diferente para cada metal e um certo desgaste das peças metálicas.
2. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes percebam que cada metal utilizado gera uma cor diferente. Isso acontece porque cada metal reage com a solução adicionada gerando um produto diferente.

Orientações didáticas

• Sugere-se iniciar o **Tema 3** por meio de uma abordagem histórica. Propõe-se a leitura sobre a teoria do flogisto do **Saiba mais!** Destaque que na época muitos cientistas buscavam explicar fenômenos observados (como a calcinação de metais e a combustão) utilizando em suas explicações o flogisto. Anos se passaram e a ideia do flogisto ganhou novos adeptos e mesmo após os trabalhos de Lavoisier, alguns cientistas não deixaram de acreditar no flogisto.

• Se achar pertinente, utilize trechos do artigo proposto nas **Sugestões de recursos complementares** para aprofundar esse episódio histórico e abordar o trabalho de Lavoisier.

• Essa forma de abordagem estabelecida na História da Ciência possibilita, além do trabalho com os conceitos relativos às leis ponderais, destacar a Ciência como conhecimento provisório e produto da construção humana, ou seja, sujeita a interpretações e mudanças ao longo da história, favorecendo o trabalho com a **competência geral 1** da Educação Básica e com a **competência específica 1** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, previstas pela BNCC.

• No contexto da percepção da natureza da Ciência e como uma atividade complementar, se houver disponibilidade, apresente aos estudantes o vídeo indicado nas **Sugestões de recursos complementares** e proponha uma conversa sobre a necessidade e a importância do método científico. Destaque a participação da Filosofia como impulsionadora da Ciência, demonstrando a relação integrada entre as Ciências Humanas e as Ciências da Natureza no processo de construção e interpretação do conhecimento. Questione-os se existem outras formas de fazer Ciência e quais são as vantagens e as limitações do método científico contemporâneo.



Leis ponderais

Em uma reação química, a massa se conserva. As massas dos componentes da reação seguem sempre a mesma proporção.

No fim do século XVIII, vários estudiosos se empenhavam em compreender o fenômeno das transformações químicas. Por meio de atividades experimentais controladas envolvendo diferentes reagentes e produtos, foi possível estabelecer leis que regem todas as transformações químicas com base nas **massas** das substâncias. Essas leis foram chamadas de leis ponderais (do latim *pondus*: “peso”).

Lei da conservação das massas

Para explicar as reações químicas observadas experimentalmente, diversos cientistas durante os séculos XV a XVIII assumiam que a massa empregada no início do experimento se mantinha constante ao longo de todo o processo. Como esse fato só pode ser verificado em um **sistema fechado**, ou seja, no qual não há troca de matéria entre o meio reacional e a vizinhança havia também aqueles que discordavam da conservação da massa e tinham outras hipóteses, como a teoria do flogisto.

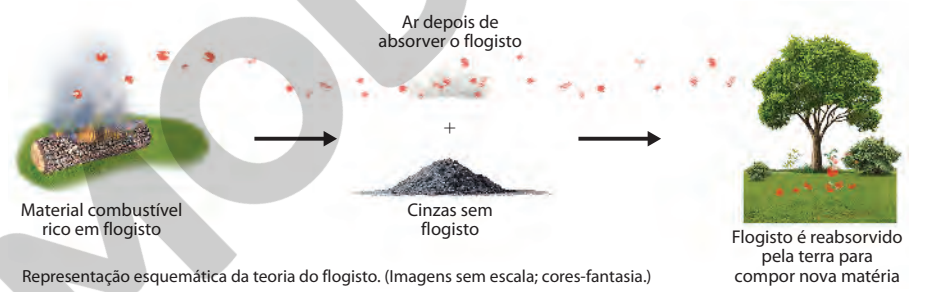
Saiba mais!

TEORIA DO FLOGISTO

Uma porção de madeira, ao queimar, resulta em um produto final com massa menor do que a inicial. Para tentar explicar esse tipo de fenômeno, em meados do século XVII, o químico e médico alemão Georg Ernst Stahl (1660-1734) desenvolveu a seguinte teoria: o flogisto, um componente fluido de todo material combustível, era consumido quando a matéria era queimada, sendo absorvido pelo ar atmosférico.

Esse flogisto livre no ar seria mais tarde reabsorvido pela terra para compor novamente a matéria.

Essa teoria foi considerada válida por muitos anos, uma vez que servia de explicação para diversas observações experimentais: a perda de massa na combustão de um material (pela perda de flogisto), o não acontecimento de uma reação de combustão quando não há presença de ar (pois o ar seria necessário para absorver o flogisto liberado na combustão) e o fato de uma reação de combustão terminar depois de algum tempo (fim do flogisto componente da matéria).



72

Sugestões de recursos complementares

Vídeo

MÉTODO científico. 2016. (6 min). Publicado pelo canal Rogério Anton.

Vídeo didático discutindo as origens e as aplicações do método científico.

Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=eRDBggKy0js>. Acesso em: 9 ago. 2022.

Artigo

PRADO, L.; CARNEIRO, M. C. O episódio histórico das teorias do flogisto e calórico: criando

interfaces entre a História e Filosofia da Ciência e o Ensino de Química na busca pela humanização do trabalho científico. *História da Ciência e Ensino – Construindo interfaces*, v. 18, p. 153-180, 2018.

Neste trabalho, os autores apresentam recortes históricos sobre algumas contribuições de Lavoisier, a teoria do flogisto e a importância da experimentação nos séculos XVII e XVIII.

Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/hcensino/article/view/36818>. Acesso em: 9 ago. 2022.

Até meados do século XVIII, nenhum cientista havia proposto experimentos que comprovassem diretamente essas hipóteses. O físico-químico russo Mikhail Lomonosov (1711-1765) foi o primeiro a observar experimentalmente que a **calcinação** de metais gerava diferentes massas de produto quando o experimento era realizado em ambientes fechados ou abertos. Entretanto, em razão de alguns equívocos e da falta de conclusões reais registradas e dirigidas à comunidade científica fora da Rússia, seus resultados acerca da conservação das massas não representaram uma grande descoberta.

Poucos anos depois, com base nos poucos registros experimentais de Lomonosov, o químico francês Antoine-Laurent Lavoisier (1743-1794) provou experimentalmente que a calcinação do mercúrio metálico gerava um produto de mesma massa do sistema inicial e que havia o consumo de algum outro componente do ar nesse processo. Mais tarde, o próprio Lavoisier descobriu e descreveu que esse componente era o gás oxigênio.

Esse mesmo achado também era observado ao aquecer outros compostos metálicos, como o estanho. Com isso, ele finalmente propôs o que hoje conhecemos como a **lei da conservação das massas**, ou **lei de Lavoisier**, que afirma que a massa total das substâncias que participam de uma reação química permanece constante ao longo de todo o processo.

Glossário

Calcinação: termo genérico que abrange diversos tipos de reação química em que um material sólido é submetido ao calor para a obtenção de um novo material.

Orientações didáticas

- Discuta com os estudantes a presença da mulher na Ciência; antigamente, pouco ou nenhum reconhecimento e incentivo era dado às mulheres cientistas, porém em muitos momentos da história elas contribuíram significativamente para o desenvolvimento científico, como foi o caso de Marie-Anne, esposa de Lavoisier.
- Ao abordar a definição da lei da conservação das massas, retome o exemplo “Reação de decomposição do peróxido de hidrogênio” do Tema 2, no qual foram necessárias duas moléculas de peróxido de hidrogênio para se decompor em água e gás oxigênio. Naquele momento, abordou-se em termos de quantidade de átomos, sem classificar essa abordagem. Entretanto, com base nos postulados de Dalton, essa percepção serve de embasamento para o fato de que, se o número de átomos envolvidos é o mesmo, a massa do sistema também será a mesma.

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

METROPOLITAN MUSEUM OF ART, NEW YORK



Lavoisier e sua esposa e assistente, Marie-Anne, que também era uma nobre química e ilustradora e participou ativamente dos experimentos de seu marido, auxiliando-o em suas conclusões científicas e representando-as na forma de importantes ilustrações. (DAVID, Jacques Louis. *Antoine-Laurent Lavoisier e sua esposa*. 1788. Óleo sobre tela, 259,7 cm x 194,6 cm.

Orientações didáticas

- Retomando o exemplo da decomposição do peróxido de hidrogênio, pergunte aos estudantes o que eles esperariam como produtos da reação, caso fossem representadas quatro moléculas de peróxido de hidrogênio na posição de reagentes (em vez de duas). Espera-se que eles intuitivamente sugiram a representação de duas moléculas de gás oxigênio e quatro moléculas de água. Com isso, eles terão deduzido o princípio da lei de Proust.

- É importante fazer a demonstração matemática do cálculo das proporções em massa e explicar que a representação dessa relação leva em consideração a massa do elemento em menor quantidade como o mínimo múltiplo comum dos demais. Assim, tem-se que o gás oxigênio é o composto de menor massa envolvida na reação. A massa inicial era 1,6 g. Portanto, a razão da proporção é definida a partir de:

$$\frac{m_{\text{Hg}}}{m_{\text{O}_2}} : \frac{m_{\text{O}_2}}{m_{\text{O}_2}} : \frac{m_{\text{HgO}}}{m_{\text{O}_2}}$$

Ou seja:

$$\frac{20 \text{ g}}{1,6 \text{ g}} : \frac{1,6 \text{ g}}{1,6 \text{ g}} : \frac{21,6 \text{ g}}{1,6 \text{ g}} \Rightarrow 12,5 : 1 : 13,5$$

- A compreensão das leis ponderais é pré-requisito para o estabelecimento da proporção entre as massas de reagentes e de produtos de uma reação química; portanto, o estudo do **Tema 3** mobiliza parcialmente a habilidade **EF09CI02**, que será complementada no **Tema 4**.

Lei das proporções definidas

Após as definições de Lavoisier acerca da conservação das massas, outro químico francês, Joseph-Louis Proust (1754-1826), realizou diversos experimentos variando apenas as quantidades em massa de reagentes. Já se sabia que as massas inicial e final permaneceriam as mesmas, mas Proust estava investigando se, ao variar as quantidades de algum reagente, poderia haver alteração no consumo de outros reagentes ou na formação dos produtos.

Por exemplo, podemos pensar na reação entre as substâncias mercúrio e oxigênio, estudada por Lavoisier. Hoje, sabe-se que o produto dessa calcinação é o óxido de mercúrio(II). Se a massa inicial de mercúrio metálico é alterada conforme os dados da tabela a seguir, a massa de gás oxigênio consumida e a massa de óxido de mercúrio(II) produzida também irão variar, mas mantendo a mesma proporção.

Experimento	Mercúrio metálico (reagente)	Gás oxigênio (reagente)	Óxido de mercúrio(II) (produto)	Proporção entre reagentes e produtos (em massa)
1	20 g	1,6 g	21,6 g	12,5 : 1 : 13,5
2	40 g	3,2 g	43,2 g	12,5 : 1 : 13,5
3	160 g	12,8 g	172,8 g	12,5 : 1 : 13,5

No caso da reação de calcinação do mercúrio, para cada **12,5 g** de mercúrio, é necessário **1 g** de gás oxigênio, gerando **13,5 g** de óxido de mercúrio(II) (proporção de **12,5 : 1 : 13,5**). Com experimentos semelhantes a esse e partindo de diferentes tipos de reagente, Proust provou que a proporção em massa entre reagentes e produtos se mantém constante e definida para toda reação química. Ou seja, ao dobrar a massa de um reagente, é necessário dobrar a massa do outro reagente para que seja formado o dobro do produto. Essa conclusão deu origem à **lei das proporções definidas**, ou **lei de Proust**.

De olho no tema

Quando a água é submetida a uma corrente elétrica, ocorre sua decomposição em gás hidrogênio e gás oxigênio. Ao realizar esse experimento, foram obtidos 2 g de gás hidrogênio e 16 g de gás oxigênio como produtos da reação. Aplicando as leis de Proust e de Lavoisier, realize as atividades a seguir.

- Calcule quantos gramas de água foram utilizados nessa reação.
- Calcule quantos gramas de gás oxigênio seriam formados caso fossem reagidos inicialmente 72 g de água. Demonstre por meio das proporções em massa.

74

Respostas – De olho no tema

a) Massa (água) = Massa (gás hidrogênio) + Massa (gás oxigênio) = 2 g + 16 g ⇒ Massa (água) = 18 g.

b)

Água (reagente)	Gás hidrogênio (produto)	Gás oxigênio (produto)	Proporção em massa
18 g	2 g	16 g	9 : 1 : 8
72 g	8 g	64 g	9 : 1 : 8

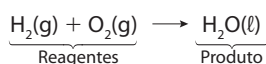
Representação e balanceamento de reações químicas

Equações químicas e balanceamento de equações

Equações químicas representam, por meio de símbolos, as transformações químicas. Nelas estão descritas as **fórmulas** químicas das substâncias que reagem, o **estado físico** em que se encontram as substâncias e a **proporção** entre aglomerados de cada substância que participa da transformação.

Considere a reação entre o gás hidrogênio, $H_2(g)$, e o gás oxigênio, $O_2(g)$, para formar água, $H_2O(l)$.

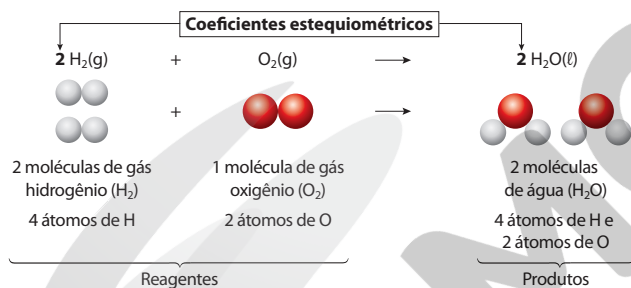
- Em uma equação química, os reagentes e os produtos são expressos por suas fórmulas e seus respectivos estados físicos – sólido (s), líquido (l) ou gasoso (g). Quando a substância ou espécie química está dissolvida em meio aquoso, utiliza-se o símbolo (aq). Reagentes são representados à esquerda de uma seta que indica o sentido da reação. Produtos são representados à direita dessa seta:



- Para que o número de átomos dos reagentes seja igual ao número de átomos dos produtos, devemos balancear a equação química. Para fazer isso, colocamos um número à frente das fórmulas dos reagentes e dos produtos, chamado **coeficiente estequiométrico**, que indica as quantidades necessárias para garantir que todos os átomos envolvidos estejam em igual quantidade em ambos os lados da equação. Quando esse número é igual a 1, não é necessário escrevê-lo.

Representação de reação química entre gás hidrogênio e gás oxigênio

PAULO MANZI/ARQUIVO DA EDITORA



A equação pode ser interpretada da seguinte maneira: a reação representada ocorre na proporção de duas moléculas de hidrogênio gasoso para cada molécula de oxigênio gasoso, formando duas moléculas de água líquida. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

As reações químicas podem ser representadas por equações químicas.

Entrando na rede

Na página do PhET Interactive Simulations, disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/balancing-chemical-equations/latest/balancing-chemical-equations_pt_BR.html, há um simulador que permite exercitar o balanceamento de equações químicas. Acesso em: 16 ago. 2022.

Orientações didáticas

No Tema 4, o estudante entrará em contato com a representação e as relações quantitativas previstas pelas equações químicas, possibilitando o desenvolvimento da habilidade **EF09CI02**. Ressalte que uma equação química deve apresentar dois aspectos: um qualitativo (ou seja, deve representar o que está ocorrendo, por meio das fórmulas e indicações de condições e estados físicos) e um quantitativo (a conservação do número de átomos, expressa pelos coeficientes estequiométricos). Se julgar necessário, converse com o professor de Matemática sobre a melhor maneira de abordar o uso de coeficientes. Ele poderá retomar a propriedade distributiva da multiplicação, que é aplicada também no balanceamento das equações químicas.

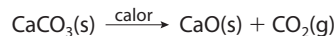
- A rigor, os coeficientes estequiométricos designam quantidades em mol. No entanto, estas são proporcionais ao número de átomos, e optamos aqui por essa abordagem para fins de simplificação. Ressalte, porém, que essa é apenas uma interpretação dos coeficientes, e que outras serão apresentadas no Ensino Médio.
- Ao apresentar a ilustração “Representação de reação química entre gás hidrogênio e gás oxigênio”, destaque as diferentes formas de representação química: equação química, modelo de partículas, nomes dos reagentes e dos produtos e fórmulas químicas. Entre essas formas de representação, destaque as fórmulas químicas e a equação química como uma linguagem universal, compreendida e utilizada em qualquer lugar do mundo.

Após introduzir o balanceamento de equações químicas, proponha à turma, como metodologia ativa de ensino, uma gamificação com este conteúdo utilizando a página do PhET Interactive Simulations, indicada no **Entrando na rede**. Nela há um jogo com três níveis de dificuldade em que o usuário deve balancear equações químicas, podendo optar por contagem de tempo. Inicialmente, considere se este será um jogo competitivo ou colaborativo. Depois, estabeleça a dinâmica e as regras com os estudantes. Por exemplo: eles podem ser organizados aleatoriamente em duplas, cada uma tendo que resolver uma quantidade determinada de balanceamentos em um tempo determinado, considerando cada acerto como um ponto. Ao final, podem ser concedidos benefícios aos ganhadores, no caso de um jogo competitivo, ou benefícios à turma toda proporcionais à quantidade de acertos, no caso de um jogo colaborativo. Se não houver disponibilidade de computador e internet, o jogo pode ser feito com as equações e os balanceamentos sendo feitos na lousa.

Orientações didáticas

- Se julgar conveniente, após a apresentação do conteúdo do **Tema 4**, solicite aos estudantes que retomem as equações químicas e seus respectivos balanceamentos dispostos no **Tema 2** e promova uma discussão para que eles compreendam a necessidade de balancear uma equação química, concluindo que os átomos não são criados nem destruídos em uma transformação química.
- Ao final deste Tema, pode ser desenvolvida a **Oficina 2 – Balanceamento automático de equações**, em que os estudantes, com base em seu conhecimento construído sobre balanceamento de equações químicas e no pensamento computacional, devem propor um algoritmo para balancear automaticamente uma equação de uma reação química.

- Quando a reação química só acontece na presença de condições específicas, como luz e calor, deve-se indicá-las em cima da seta. Por exemplo, a reação de decomposição do carbonato de cálcio sólido, $\text{CaCO}_3(\text{s})$, em cal virgem, $\text{CaO}(\text{s})$, e gás carbônico, $\text{CO}_2(\text{g})$, só acontece sob aquecimento, sendo, assim, representada pela equação:



Note que os átomos envolvidos estão na mesma quantidade em ambos os lados da equação (1 átomo de cálcio, 1 átomo de carbono e 3 átomos de oxigênio). Nesse caso, a equação química já está balanceada. Lembre-se de que, quando o coeficiente estequiométrico é igual a 1, é comum não representá-lo.

Cálculo da massa de reagentes e de produtos

A proporção estequiométrica em uma reação química se reflete na proporção da massa de reagentes e produtos. Por exemplo, a reação de 4 g de gás hidrogênio (H_2) com 32 g de gás oxigênio (O_2) produz 36 g de água (H_2O). O uso de 8 g de gás hidrogênio consome o dobro de gás oxigênio e leva à formação de uma massa de água duas vezes maior.

	2 H₂(g)	+	O₂(g)	→	2 H₂O(l)
Quantidade em massa	4 g	reage com	32 g	produz	36 g
	(x2) 8 g		(x2) 64 g		(x2) 72 g

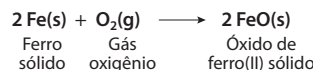
Note que a presença do coeficiente estequiométrico indica apenas a proporção em número de moléculas. A proporção em massa, entretanto, não se altera com a presença do coeficiente estequiométrico, mantendo-se sempre a mesma, como previsto pelas leis de Lavoisier e de Proust.

Conhecer a proporção entre reagentes e produtos de uma reação é importante em diversas áreas tecnológicas. Na indústria química, por exemplo, para produzir determinada substância, é interessante saber exatamente as quantidades de matérias-primas a serem empregadas para que não haja desperdício e para que se possa programar a compra e o estoque dos reagentes utilizados.

Na prática, no entanto, o controle das reações químicas é mais complexo. Nem sempre as quantidades previstas pelas proporções estequiométricas correspondem às quantidades obtidas, e fatores como temperatura e pressão podem ter influência no rendimento de uma reação, fazendo com que ele seja menor que 100%.

De olho no tema

O principal componente da palha de aço é o ferro. Após queimar uma amostra de palha de aço em um recipiente aberto, um estudante verificou que a massa inicial era menor que a massa final obtida. Considere a equação que representa a reação de combustão da palha de aço:



- Explique por que a massa final é maior que a massa inicial da amostra.

76

Resposta – De olho no tema

Na determinação da massa inicial da amostra, não é considerado o gás oxigênio presente na atmosfera. Na combustão, o ferro da amostra reage com o gás oxigênio presente no ar e forma o óxido de ferro(II) que compõe a amostra final, por isso se observa o ganho de massa.

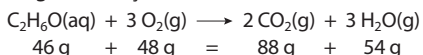


ORGANIZAR

1. A fotossíntese é um fenômeno natural representado pela reação entre o gás carbônico (CO₂) e a água (H₂O) presentes na atmosfera, produzindo gás oxigênio (O₂) e glicose (C₆H₁₂O₆). Esse processo acontece apenas com a absorção de luz solar.

- Escreva a equação química balanceada que representa a reação da fotossíntese.
- Qual é a fonte de energia necessária para que essa reação ocorra?

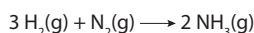
2. O etanol (C₂H₆O) é um importante combustível. No interior do motor dos automóveis, ele sofre a seguinte reação de combustão:



- De acordo com a reação química apresentada, a queima de 92 g de etanol vai produzir qual massa de gás carbônico (CO₂)?

3. Qual das reações químicas representadas a seguir não está adequadamente balanceada? Reescreva-a balanceando-a corretamente.

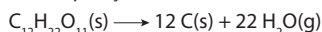
a) Síntese da amônia:



b) Combustão completa da glicose:

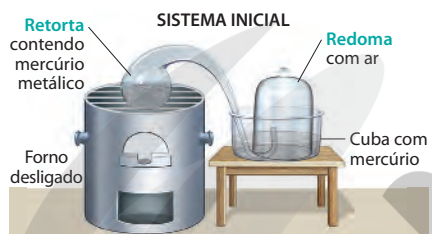


c) Decomposição da sacarose:

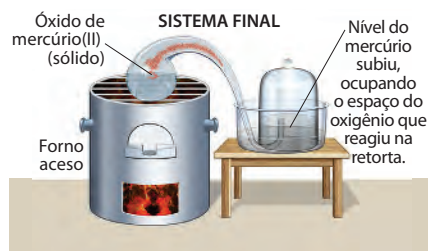


ANALISAR

4. A imagem a seguir representa o experimento de Lavoisier em que ele comprovou a conservação das massas em uma reação química entre mercúrio metálico (líquido) e gás oxigênio (O₂), formando o óxido de mercúrio(II) (HgO), que é um pó fino de coloração avermelhada.



ILUSTRAÇÕES: SELMA CAPARROZ/ARQUIVO DA EDITORA



(Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Glossário

Retorta: recipiente de gargalo fino e curvo.

Redoma: recipiente de vidro em formato de sino.

Fonte: Adaptado de ANNENBERG LEARNER, *Chemistry: challenges and solutions*, Unit 1, Section 6: Modernizing Chemistry – Antoine Lavoisier. Disponível em: <https://www.learner.org/series/chemistry-challenges-and-solutions/matter-and-the-rise-of-atomic-theory-the-art-of-the-meticulous/>. Acesso em: 6 ago. 2022.

- Qual foi a evidência de que a reação do mercúrio metálico acontecia com algum componente do ar? Como isso ia contra a teoria do flogisto?
- Ao fim do experimento, Lavoisier mediu a massa dos sistemas e concluiu que as massas se conservavam em uma reação química dentro de um sistema fechado. Essa conclusão seria a mesma para um sistema aberto? Por quê?
- Escreva a equação química balanceada e indique o estado físico dos reagentes e dos produtos.

COMPARTILHAR

5. É comum encontrarmos em livros e sites as inúmeras contribuições de Lavoisier para a Ciência, em especial para a Química, como a lei da conservação das massas e a formulação de uma nomenclatura química. No entanto, não é dado tanto destaque para sua esposa, que teve grande participação em suas pesquisas. Em grupos, pesquisem em fontes confiáveis sobre a vida de Marie-Anne Pierrette Paulze e suas contribuições para a Ciência. Sob orientação do professor, produzam uma peça teatral para divulgar sua história.

Respostas – Atividades

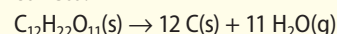
1. a) $6 \text{CO}_2(\text{g}) + 6 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \xrightarrow{\text{luz}} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{aq}) + 6 \text{O}_2(\text{g})$; b) Luz solar.

2. De acordo com a lei de conservação das massas (lei de Lavoisier):

46 g de etanol	–	88 g de gás carbônico
92 g de etanol	–	x

x = 176 g de gás carbônico.

3. A alternativa que não está corretamente balanceada é a c. Balanceamento correto:



4. a) No sistema inicial, Lavoisier colocou mercúrio metálico líquido em uma retorta, cuja extremidade estava inserida em uma redoma imersa em uma cuba contendo mercúrio líquido. Assim, a extremidade da retorta estava em contato apenas com o ar contido dentro da redoma. Ao aquecer a retorta, o mercúrio metálico reagiu com o oxigênio presente no sistema, formando o óxido de mercúrio, que se depositou sobre as paredes da retorta. À medida que o gás oxigênio da redoma era consumido na reação, o nível de mercúrio na redoma subia. Caso a teoria do flogisto estivesse correta, aconteceria o contrário: a queima do mercúrio levaria à formação do flogisto, que preencheria mais a redoma e diminuiria o nível do mercúrio. b) Não. Se o sistema fosse aberto, o mercúrio estaria em contato com o ar atmosférico e não seria possível medir a massa da quantidade de oxigênio consumida. c) $2 \text{Hg}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{calor}} 2 \text{HgO}(\text{s})$

5. Resposta pessoal. É provável que cada grupo de estudantes apresente curiosidades e novas informações sobre Marie-Anne, destacando determinados aspectos de sua vida. Por exemplo: Marie-Anne nasceu em 1758 na França. Sua mãe faleceu aos três anos de idade e seu pai a enviou a um convento, onde teve oportunidade de ter uma excelente educação. Casou-se aos 13 anos com Antoine Lavoisier – um rapaz de 28 anos que se dedicava à ciência utilizando os recursos advindos de seu trabalho como coletor de impostos. Marie-Anne se interessou pela Química, estudou e se tornou assistente de seu marido. Ela fazia anotações das observações dos experimentos e pela sua prática em artes fazia gravuras de cobre, além de pinturas e desenhos de instrumentos de laboratório. Ao contrário de seu marido, sabia latim e inglês e, por isso, foi de grande importância para Lavoisier ao traduzir tratados e publicações de Química, divulgando seu trabalho até o final de sua vida. Ao demandar o uso de diferentes linguagens, verbais e não verbais, para partilhar a história dessa personagem histórica, essa atividade favorece o desenvolvimento da **competência geral 4** da Educação Básica, prevista pela BNCC.

Orientações didáticas

- A seção **Pensar Ciência** trata de um tema sério e de relevância para a sociedade: a fraude de produtos, em especial a adulteração de produtos alimentícios. Exponha os riscos à saúde do consumidor que tais práticas podem causar. Se julgar pertinente, leve para a sala de aula matérias de jornais que relatam casos de adulteração de produtos, como alimentos e combustível. Informe que, além da adulteração de alimentos, há outros tipos de fraudes nesse tipo de produto, como a falsificação, o roubo, o desvio e a manipulação. A matéria indicada na **Sugestão de recurso complementar** traz mais informações sobre o tema e tabelas contendo casos de adulteração de leite e derivados no Brasil e no mundo.
- Essa seção oportuniza o trabalho do TCT – **Saúde** – ao promover a leitura e reflexão sobre a adulteração de produtos alimentícios e os riscos à saúde do consumidor.



Pensar Ciência

O mau uso da Ciência e da Tecnologia



A fraude em alimentos é um tema recorrente em notícias e reportagens.

Adulterar um produto para obter ganhos comerciais não é particularidade da indústria da carne no Brasil, como foi exposto pela operação Carne Fraca [em 2017], da Polícia Federal. Estudos e ações pontuais mostram que o crime é praticado para maquiara outros alimentos que chegam à mesa dos brasileiros.

Quase ao mesmo tempo em que policiais federais levavam mais de 30 pessoas à prisão por receber propinas, comercializar alimentos vencidos ou adicionar substâncias impróprias ou em quantidade acima do permitido à carne, uma ação no Rio Grande do Sul que não teve a mesma repercussão tratava de um caso semelhante.

Conheça esse e outros problemas com produtos básicos do dia a dia.

Laticínios vencidos

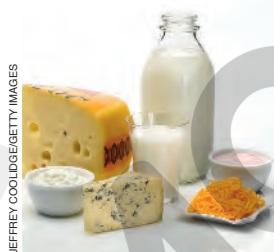
[...] uma operação do Ministério Público do Rio Grande do Sul (MP-RS) com outras entidades cumpriu cinco mandados de prisão e quatro de busca e apreensão contra produtores de laticínios que adulteravam lotes já impróprios para o consumo.

Segundo as investigações, empresas locais vinham adicionando substâncias [...] de laticínios vencidos. E, no creme de leite, acrescentavam água para amolecer o produto envelhecido e ressecado.

[...] “A maioria das adulterações ocorre para aumentar a longevidade dos produtos”, explica Caroline Vaz, coordenadora do Centro de Apoio Operacional de Defesa do Consumidor do MP-RS.

Mesmo após cinco anos de operações, Vaz diz que as denúncias continuam: “Quando descobrimos e coibimos um novo golpe, os grupos inventam uma nova técnica para adulterar os produtos”.

[...]



Exemplos de laticínios.

78

Sugestão de recurso complementar

Artigo

DE CASTRO, M. T. Fraudes no leite: riscos para a segurança dos alimentos e para a Saúde Pública. *Food Safety Brazil*, 1 jul. 2019.

O texto aborda as principais fraudes no leite e em laticínios no Brasil e no mundo, as formas de detecção de fraudes nesse tipo de produto e os impactos na saúde pública.

Disponível em: <https://foodsafetybrazil.org/fraudes-leite-saude-publica-e-seguranca-de-alimentos/>.

Acesso em: 24 ago. 2022.

Produtos adulterados

[...] Registros de adulteração da carne começaram em 2015, segundo a organização. E o caso do leite tem sido um problema persistente. Além de ureia e formol, há ainda adição de água oxigenada.

[...]

Um estudo publicado no periódico *Food Chemistry* revelou que 13% das amostras de mel no Brasil eram acrescidas de xarope de açúcar.

Outra pesquisa publicada no *Journal of Heredity* identificou fraude na substituição de espécies de peixes em Manaus.

E há ainda relatórios sobre a adulteração do café com casca da própria planta, além de soja e milho, que são mais baratos. [...]

Fonte: MILHORANCE, F. Não é só com carne: leite com ureia e óleo em vez de azeite estão entre fraudes de alimentos no Brasil. *BBC News*, 21 mar. 2017. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-39325884>. Acesso em: 6 ago. 2022.



VICTOR LAZAREV/SHUTTERSTOCK



MIKHAIL ZYABLOV/SHUTTERSTOCK



ANNA TODICA/500PX/GETTY IMAGES



MAREK WALICA/SHUTTERSTOCK



OLGA SHIESTAKOVA/SHUTTERSTOCK

Além dos alimentos indicados na matéria, outros produtos, incluindo medicamentos, brinquedos, roupas, eletrônicos e bebidas, são adulterados ou falsificados e podem causar risco à saúde do consumidor.

ATIVIDADES

REGISTRE EM SEU CADERNO

1. Identifique no texto as substâncias utilizadas na adulteração do leite.
2. A adição de água em um produto alimentício pode ser considerada uma adulteração do produto? Essa prática lesiona os consumidores? Justifique sua resposta.
3. Explique, com suas palavras, a relação entre o título e o texto.
4. Que medidas podem ser tomadas para evitar a adulteração e a compra de produtos falsificados?

Respostas – Pensar Ciência

1. Ureia, formol e água oxigenada.
2. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes reflitam sobre a situação e respondam que a adição de água em um produto altera suas características originais e engana o consumidor.
3. Resposta pessoal. O texto relaciona o mau uso do conhecimento científico para adulterar as características de produtos com objetivo de alcançar ganho financeiro. Essa prática traz prejuízos ao consumidor e pode afetar sua saúde.
4. Resposta pessoal. Os estudantes podem citar medidas mais rígidas de punição, aumento na fiscalização, campanhas de conscientização sobre os riscos ao se comprar produtos falsificados, entre outras ações.

Orientações didáticas

- A seção **Atitudes para a vida** traz como tema as pesquisas clínicas, possibilitando a discussão sobre a relação entre ética e Ciência ao abordar o uso de seres humanos para fins científicos, e a relação entre Ciência e sociedade à luz do atendimento das demandas da sociedade por novos produtos, como medicamentos. Ao fomentar a interação entre os estudantes, indicando que a participação individual em um tema coletivo é possível, debatendo com base em argumentos científicos e com visão crítica assuntos que afetam a sociedade e comunicando-se de forma clara, são fornecidos subsídios para que eles desenvolvam as **competências gerais 1, 4, 7, 9 e 10** da Educação Básica e as **competências específicas 1, 2, 3 e 8** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, previstas pela BNCC.

- Sugere-se como abordagem a execução de um debate para que cada grupo de estudantes represente um setor da sociedade e defenda seus interesses no contexto das pesquisas clínicas de um medicamento, por exemplo. Divida os estudantes em três grupos. Cada um deles deve representar a indústria farmacêutica, a mídia e o consumidor final. É possível ter mais grupos representando outros setores sociais, como comunidade científica, políticos e acionistas das empresas. Para que a atividade seja produtiva e proveitosa, verifique se o número de estudantes na sala é compatível com a atividade. Se a turma for dividida em apenas três grupos, atente para o número de estudantes por grupo – mais do que seis atrapalha a participação de todos.

- Oriente os grupos a pesquisar sobre o grupo social que representarão. O conhecimento sobre pesquisas clínicas e os interesses de cada setor da sociedade provavelmente não são uma realidade conhecida pela maioria dos estudantes. O acesso a informações prévias permite mais segurança aos estudantes que queiram se posicionar no coletivo. É fundamental que eles percebam que cada grupo social defende interesses distintos e, por vezes, divergentes. O setor farmacêutico, por exemplo, pode ter interesse em convencer os demais de que sua pesquisa teve um resultado promissor, mesmo quando não há evidências suficientes, tendo em vista o interesse financeiro envolvido. A mídia, por sua vez, pode ter interesse em compartilhar aquilo que dá mais audiência, às vezes de forma sensacionalista e com pouca responsabilidade sobre o que se reproduz. O consumidor final muitas vezes tem interesse na cura de uma doença, e, portanto, representa a



Atitudes para a vida

REGISTRE EM SEU CADERNO

Novos produtos e pesquisas clínicas

Você certamente se entusiasma com os últimos avanços da Medicina. Mas já parou para pensar como eles ocorreram? Consegue imaginar como foram descobertos os medicamentos para tratar os mais diversos tipos de doença? Faz ideia do esforço empregado por cientistas e pesquisadores até conseguir conter a Aids, o câncer, a diabetes? E o que dizer dos alimentos funcionais que você consome, do *shampoo* que você usa ou da sofisticada terapia celular?

Todos esses produtos, tratamentos e medicamentos inovadores têm algo em comum: por trás deles existe uma pesquisa clínica.

Mas, afinal, o que é pesquisa clínica? A pesquisa clínica é uma investigação que envolve seres humanos. Segundo definição dada pelo Conselho Nacional de Saúde, as pesquisas envolvendo seres humanos são aquelas pesquisas que, individual ou coletivamente, tenham como participante o ser humano, em sua totalidade ou partes dele, e o envolva de forma direta ou indireta, incluindo o manejo de seus dados, informações ou materiais biológicos (Resolução 466 de 2012 CNS). [...]

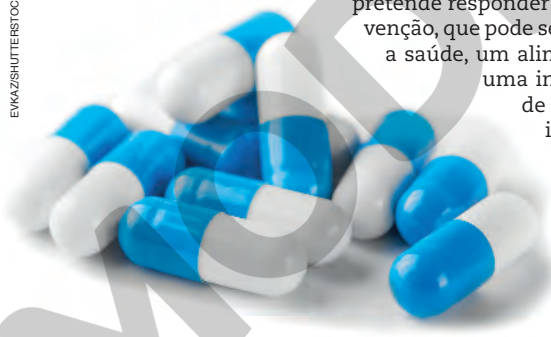
Dentre os vários tipos de pesquisa clínica existentes, os **ensaios clínicos** são aqueles estudos conduzidos em seres humanos, com objetivo de comprovar que um medicamento, vacina, produto para saúde, cosmético ou alimento, sujeitos ao controle sanitário, é seguro e funciona.

A quantidade de **estudos clínicos** vem crescendo exponencialmente no Brasil nos últimos anos. Segundo dados obtidos do *Clinical Trials*, a base de dados internacional que registra os estudos clínicos no mundo, existem atualmente mais de 2 mil estudos clínicos sendo conduzidos no Brasil (2018) e ainda hoje existe um grande preconceito e desinformação envolvendo a pesquisa clínica.

Por definição, ensaio clínico é uma pesquisa conduzida em seres humanos com o objetivo de descobrir ou confirmar os efeitos clínicos e/ou farmacológicos e/ou qualquer outro efeito farmacodinâmico do medicamento experimental e/ou identificar qualquer reação adversa ao medicamento experimental e/ou estudar a absorção, distribuição, metabolismo e excreção do medicamento experimental para verificar sua segurança e/ou eficácia (ANVISA RDC 09/2015).

Em outras palavras, um ensaio clínico é uma pesquisa científica que pretende responder a uma pergunta sobre determinada intervenção, que pode ser com um medicamento, um produto para a saúde, um alimento, um cosmético, uma vacina, enfim, uma intervenção que deve ser controlada a fim de avaliarmos a segurança e a eficácia dessa intervenção. Essas pesquisas são essenciais para a chegada de novas alternativas terapêuticas ao mercado. [...]

EWAZSHUTTERSTOCK



80

Fonte: SOCIEDADE BRASILEIRA DE PROFISSIONAIS EM PESQUISA CLÍNICA. Portal para os participantes de pesquisa. Disponível em: <https://www.sbppc.org.br/portal-do-participante-de-pesquisa>. Acesso em: 6 ago. 2022.

Reprodução proibida. Art. 184 da Código Penal e Lei 5.610 de 19 de fevereiro de 1968.

população vulnerável que pode se deixar influenciar por expectativas infundadas.

- A leitura e as atividades dessa seção possibilitam o desenvolvimento do TCT – **Saúde** – ao incentivar os estudantes a conhecer pesquisas clínicas e a importância dos ensaios clínicos para o desenvolvimento de novos produtos.

TROCAR IDEIAS SOBRE O TEMA

1. Qual é a importância dos ensaios clínicos para a população?
2. A criação de um novo produto (um medicamento, por exemplo) envolve diversos setores da sociedade. Considerem os seguintes setores:
 - A – A indústria farmacêutica, que financia as pesquisas e os ensaios clínicos.
 - B – A mídia, que divulga as notícias sobre as pesquisas.
 - C – As pessoas doentes, que necessitam do medicamento em questão.
 - Compreender a necessidade dos ensaios clínicos é importante para os três setores. Por quê? Considerem em suas explicações as particularidades de cada um deles.
3. Em grupos, pesquisem reportagens ou notícias sobre novos medicamentos ou tratamentos médicos. É possível identificar os diferentes setores da sociedade envolvidos no material que vocês coletaram? O enfoque da notícia é diferente em fontes diversas (por exemplo, um jornal, um site e um noticiário da TV)? Façam colagens com as reportagens encontradas (ou uma montagem virtual) apontando as divergências de posicionamento. Exponham o resultado na sala de aula para discutir as conclusões alcançadas.
4. Qual é a relação que se pode estabelecer entre o tema desta seção e a tirinha abaixo?



Fonte: RUAS, C. Einstein 8. Disponível em: <https://www.umsabadoqualquer.com/941-einstein-8/>. Acesso em: 18 ago. 2022.

COMPARTILHAR

5. Para se submeter a um ensaio clínico como voluntária, uma pessoa deve compreender o processo e receber informações que lhe possibilitem tomar sua decisão. Em grupos, pesquisem quais são essas informações e façam um vídeo ou texto explicativo com o resultado da pesquisa.

▶ COMO EU ME SÁ?

- Fui capaz de perceber a importância da pesquisa cuidadosa no desenvolvimento de novos produtos?
- Contribuí para a discussão sobre a importância da clareza na comunicação científica?
- Reconheci a importância de checar as informações que chegam até mim?

Orientações didáticas

- Explique aos estudantes que eles devem se colocar no lugar do grupo que representam. Desse modo, a opinião que eles devem defender não necessariamente corresponde às suas posições individuais. Além disso, saliente a importância de haver respeito ao longo da atividade; ninguém deve ser constrangido. O espaço de argumentação coletiva pode ser muito produtivo caso haja respeito mútuo e trocas de opiniões. Se você identificar qualquer forma de desrespeito entre eles, não hesite em parar a atividade e oriente-os no sentido contrário. A atividade tem o propósito de ensiná-los a ouvir e a se colocar no lugar do outro; não há vencedores no debate.
- Ao término do debate, disponha de tempo para a realização das atividades e das questões do **Como eu me sai?**, a fim de gerar reflexão e autocrítica.

Respostas – Atitudes para a vida

1. Espera-se que os estudantes reconheçam que os órgãos regulatórios têm procedimentos desenvolvidos pela comunidade científica para avaliar e garantir a segurança e a eficácia de medicamentos, sem isso não é possível assegurar a saúde dos pacientes. Em contrapartida, os pacientes podem reivindicar o comércio, desde que assumam os riscos de consumir um medicamento cuja eficácia não foi comprovada. As opiniões podem ser divergentes, mas espera-se que eles reconheçam serem essenciais a comprovação científica de eficácia e a segurança em questões como essa.
2. Resposta variável. Analise se os estudantes interpretaram o posicionamento do grupo que representavam de maneira coerente.
3. Resposta pessoal que depende do material coletado pelos estudantes.
4. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes percebam que a tirinha e o texto inicial promovem o questionamento acima da aceitação de afirmativas, mesmo quando estas vêm da comunidade científica. Toda observação e comunicação está sujeita ao viés de quem observa e comunica. Portanto, devem ser questionadas sob diferentes pontos de vista antes de tomarmos um posicionamento.
5. No site do qual foi retirado o texto, é possível encontrar as informações para a participação em um ensaio clínico. Caso os estudantes apresentem dificuldade em encontrar essas informações, forneça o endereço eletrônico. É importante que produzam um material de divulgação, adequando a linguagem e o conteúdo de acordo com o público-alvo.

Orientações didáticas

- O texto apresentado busca estabelecer uma relação entre o desenvolvimento tecnológico e científico relacionado à fabricação do vidro e seu contexto histórico. Sugere-se trabalhar de maneira interdisciplinar com o professor de História, que pode, conforme a conveniência, propor aos estudantes que complementem as lacunas temporais verificadas. A fonte citada ao final do texto traz outras informações importantes e pode ser utilizada como ponto de partida para o planejamento da atividade interdisciplinar.
- Comente com os estudantes que, como o vidro, a descoberta de muitos materiais foi feita por meio de observações de fenômenos naturais ou experimentações, e que só depois de obter aquele material o ser humano percebeu quais poderiam ser suas aplicações e, a partir daí, começou a investigar e desenvolver mudanças para aperfeiçoar as suas propriedades de modo que atendesse a outras necessidades.
- A extração de matéria-prima de forma sustentável e a reciclagem do vidro possibilitam a execução de um trabalho interdisciplinar com Geografia, promovendo a conscientização socioambiental e, portanto, favorecendo o desenvolvimento da **competência específica 5** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, prevista pela BNCC.
- Para responder às questões propostas, oriente os estudantes a retomar conhecimentos prévios sobre equilíbrio ecológico, recursos naturais e reciclagem de materiais.



Compreender um texto

A arte da fabricação de vidros

Os materiais vítreos têm uma característica extremamente interessante: seja qual for a nossa necessidade, quase sempre temos a possibilidade de vir a utilizá-los nos mais diferentes contextos. Basta, para isto, olharmos ao nosso redor para verificarmos quão grande é a sua onipresença. [...]

Plínio, o grande naturalista romano, [...] em sua enciclopédia *Naturalis historia* atribui aos fenícios a obtenção dos vidros. Segundo o relato, ao desembarcarem na costa da Síria [...] cerca de 7000 anos a.C., os fenícios improvisaram fogões usando blocos de salitre sobre a areia. Observaram que, passado algum tempo de fogo vivo, escorria uma substância líquida e brilhante que se solidificava rapidamente. Admite-se que os fenícios dedicaram muito tempo à reprodução daquele fenômeno, chegando à obtenção de materiais utilizáveis. [...] O casamento entre cerâmica e vidro data já do Egito antigo, dado que, quando as cerâmicas eram queimadas, a presença acidental de areias ricas em cálcio e ferro, combinadas com carbonato de sódio, poderia ter sido o resultado das coberturas vitrificadas, observadas nas peças daquela época. São também do Egito antigo a arte de fazer vidros (isentos de cerâmica) e a adição de compostos de cobre e cobalto para originar as tonalidades azuladas.

Um desenvolvimento fundamental na arte de fazer objetos de vidro deu-se por volta do ano 200 a.C., quando artesãos sírios da região da Babilônia e Sidon desenvolveram a técnica de sopragem.

[...] Os primeiros vidros incolores, entretanto, só foram obtidos por volta de 100 d.C., em Alexandria, graças à introdução de óxido de manganês nas composições e de melhoramentos importantes nos fornos [...].

O vidro fundido apresenta elevada viscosidade.



BENOIT DAoust/SHUTTERSTOCK

82

Sugestões de recursos complementares

Site

COMO é feita a bolinha de gude. 2017. (4 min). Publicado pelo canal Manual do mundo.

O vídeo mostra o processo de fabricação de bolinhas de gude, que recicla cacos de vidro na sua produção. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=vP3zJmthxc>. Acesso em: 9 ago. 2022.

Artigo

ALVES O. L.; GIMENEZ, I. F.; MAZALI, I. O. Vidros. *Cadernos temáticos de Química Nova na Escola*, São Paulo, p. 13-24, maio 2001.

O artigo aborda os aspectos históricos da produção do vidro, a fabricação de vidros coloridos e questões ligadas à reciclagem.

Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/02/vidros.pdf>. Acesso em: 9 ago. 2022.

Ao nos confrontarmos com a história dos vidros, fica clara a importância dos povos que habitavam o Mediterrâneo e o Adriático. Neste particular, Veneza teve papel fundamental, sobretudo na Idade Média, por contar com um grande número de vidreiros, fortemente influenciados pela arte islâmica. Na Renascença, mais especificamente no século XVII, houve um declínio da arte de fazer vidros [...]. Desenvolvimentos da química eram necessários para permitir a análise tanto dos vidros quanto das matérias-primas, e ainda o entendimento das diferenças entre os elementos, tais como o sódio e potássio ou cálcio e magnésio. Desenvolvimentos da física, por outro lado, eram necessários para o entendimento do que era o calor, por alguns intuído como uma forma de elemento químico. A esta altura, tanto o fundido resultante como a solidificação e a formação dos vidros não eram entendidos.

[...] os primeiros estudos sobre vidros foram realizados por Michael Faraday, em 1830, o qual definiu vidros como sendo materiais “mais aparentados a uma solução de diferentes substâncias do que um composto em si”. [...]

Embora os vidros possam ser produzidos por uma grande variedade de métodos, a maioria continua sendo obtida pela fusão dos seus componentes, em elevadas temperaturas. Este procedimento sempre envolve a seleção de matérias-primas, cálculo das proporções relativas de cada componente, pesagem e mistura dos componentes para obtenção de um material de partida homogêneo. [...]

Fonte: ALVES, O. L.; GIMENEZ, I. F.; MAZALI, I. O. Vidros. Cadernos temáticos de Química Nova na Escola, maio 2001. Disponível em: <http://qnesc.sbjq.org.br/online/cadernos/02/vidros.pdf>. Acesso em: 6 ago. 2022.



GUIZOU FRANKCHEMIS FRIVALMIVFOTOREINA

A técnica de sopro é utilizada para moldar o vidro de maneira artesanal. (Distrito de Hhohho, Suazilândia, 2012.)

Respostas – Compreender um texto

1. Resposta pessoal.
2. Química: análise dos vidros e das matérias-primas; entendimento das diferenças entre os elementos químicos. Física: entendimento do que é calor.
3. A produção do vidro envolve a fusão e a solidificação.
4. De acordo com o texto, embora a maioria dos vidros produzidos continue sendo obtida pelo processo de fusão das substâncias, existe também uma grande variedade de métodos para fabricá-los.
5. O texto indica que, de acordo com Michael Faraday, os vidros são “mais aparentados a uma solução de diferentes substâncias”. Soluções são misturas homogêneas. Além disso, há a informação de que, na fabricação do vidro, os componentes devem ser selecionados e misturados “para obtenção de um material de partida homogêneo”.
6. Espera-se que os estudantes considerem que a areia é um recurso natural e que a sua extração não controlada pode causar impactos ambientais irreversíveis, como o assoreamento de terrenos, a alteração das paisagens e o desequilíbrio ambiental.
7. Resposta pessoal. Ressalte a importância da reciclagem do vidro para evitar a extração dos recursos naturais e o gasto energético envolvido em sua produção. Auxilie-os na reflexão sobre os acidentes que podem ocorrer com o descarte inadequado do vidro. Um vidro quebrado é material cortante e não deve ser descartado diretamente no lixo, por oferecer risco à pessoa que for manuseá-lo. Uma maneira de diminuir os riscos de acidente é embrulhar os resíduos do vidro quebrado e identificá-los, antes de descartá-los.

▶ ATIVIDADES

REGISTRE EM SEU CADERNO

OBTER INFORMAÇÕES

1. Copie os termos desconhecidos do texto. Pesquise seus significados e escreva um glossário.
2. Quais desenvolvimentos da Física e quais desenvolvimentos da Química citados no texto foram necessários para compreender a fabricação do vidro?

INTERPRETAR

3. Quais são as mudanças do estado físico da matéria envolvidas na produção do vidro?
4. O processo de fusão das substâncias parece ser o único possível para obter vidro?

5. O vidro é um material homogêneo ou heterogêneo? Explique sua resposta com base nas informações do texto e em seus conhecimentos prévios.

REFLETIR

6. O vidro é um material que requer o uso de areia (que contém dióxido de silício) para sua fabricação. A extração da areia pode trazer prejuízos ao ambiente? Por quê?
7. O vidro é um material 100% reciclável que pode ser usado para diversas finalidades. Qual é o destino dos vidros utilizados em sua residência? Quais são os cuidados tomados no descarte dele?

Objetivos da Unidade

- Reconhecer as características das substâncias que permitem classificá-las como orgânicas ou inorgânicas.
- Conhecer os diferentes grupos de substâncias químicas, como ácidos, bases, sais e óxidos, identificando suas aplicações no cotidiano.
- Compreender a definição de Arrhenius para ácidos e bases.
- Conhecer o processo de ionização dos ácidos em meio aquoso.
- Conhecer o processo de dissociação iônica das bases em meio aquoso.
- Conhecer a reação de neutralização entre ácidos e bases e os produtos dessa transformação química.
- Reconhecer que sais, em soluções aquosas, podem apresentar caráter neutro, ácido ou básico.
- Caracterizar os óxidos.
- Compreender o comportamento ácido-base dos óxidos.
- Extrair substâncias que podem ser usadas como indicadores ácido-base.
- Analisar o caráter neutro, ácido ou básico de diferentes amostras utilizando um indicador ácido-base.
- Relacionar o conhecimento científico e a preservação de registros históricos.
- Refletir sobre a influência das atividades humanas na acidificação dos oceanos.
- Valorizar histórias de pessoas que persistiram por uma causa.

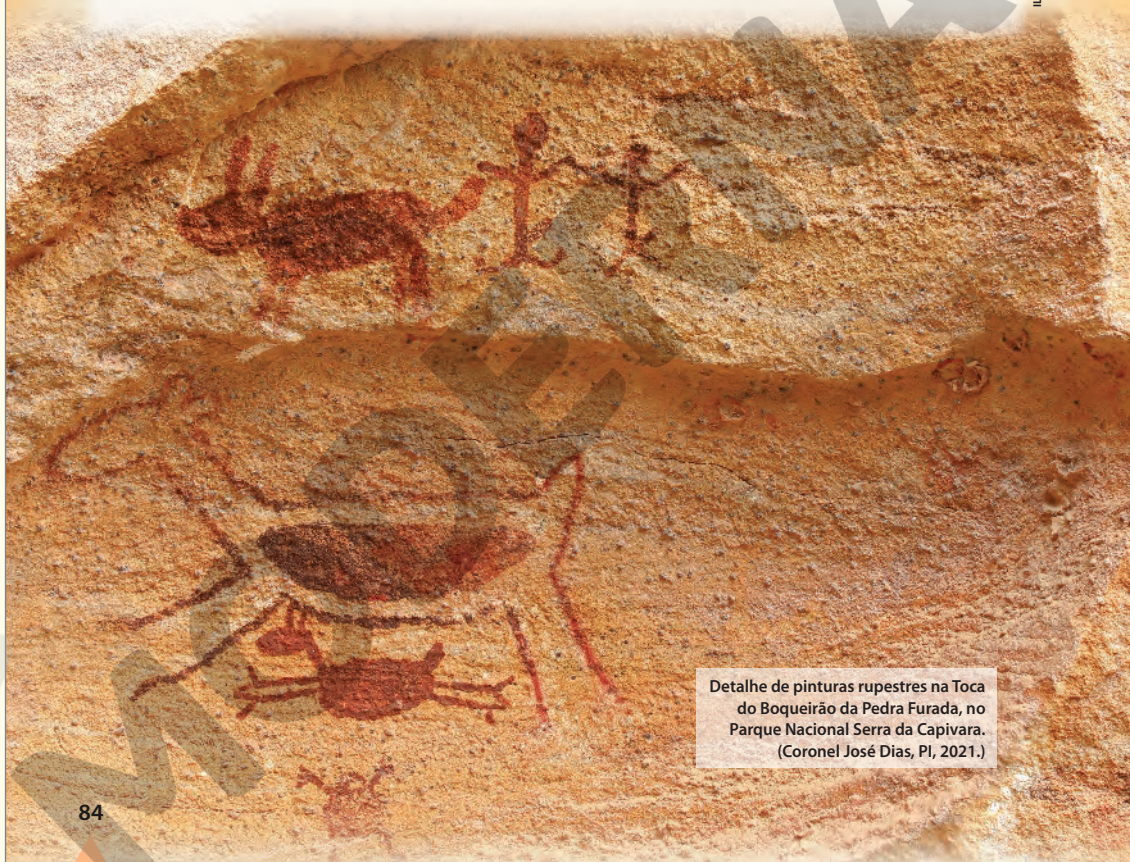


Grupos de substâncias

Arte rupestre no Brasil

O Parque Nacional Serra da Capivara, no Piauí, foi fundado em 1979. Por seu valor cultural e histórico, em 1991 ele foi declarado Patrimônio Cultural da Humanidade pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco). No parque, está preservado o maior conjunto de pinturas rupestres do mundo, as quais registram a evolução cultural dos povos que habitaram a região há cerca de 12 mil anos. Os pigmentos vermelhos, muito presentes nessas pinturas antigas, eram feitos de terra rica de óxidos de ferro, como a hematita.

ILUSTRAÇÃO: NELSON MATSUDA/ARQUIVO DA EDITORA; FOTO: FABIO COLOMBINI



Detalhe de pinturas rupestres na Toca do Boqueirão da Pedra Furada, no Parque Nacional Serra da Capivara. (Coronel José Dias, PI, 2021.)

84

Tema contemporâneo transversal (TCT) em foco nesta Unidade

- **Educação Ambiental:** analisar o pH de amostras de água de diferentes locais associando as variações de acidez às atividades humanas e compartilhando os resultados com a comunidade escolar.

Habilidade da BNCC em foco nesta Unidade

- **EF09CI02:** Comparar quantidades de reagentes e produtos envolvidos em transformações químicas, estabelecendo a proporção entre as suas massas.

Arte rupestre do Sítio Arqueológico Alcobaca, no Parque Nacional do Vale do Catimbau. (Buique, PE, 2022.)



Começando a Unidade

1. Analise as imagens de abertura da Unidade e discuta com seus colegas: Qual é a importância do estudo das artes rupestres? Esse tipo de expressão artística deve ser preservado?
2. Que elemento químico você esperaria encontrar na estrutura dos óxidos?
3. Em sua opinião, existe alguma relação entre o conhecimento científico, em especial o estudo das substâncias, e a preservação de registros históricos?

Por que estudar esta Unidade?

Já foram identificados milhões de substâncias. Agrupá-las de acordo com suas propriedades é uma maneira de estudá-las para entender e prever como elas se transformam quimicamente. Essa classificação facilita o reconhecimento e a compreensão das propriedades de substâncias não só presentes no dia a dia, mas também daquelas encontradas em registros de valor histórico, cultural e/ou científico que estão em estudo.

ILUSTRAÇÃO: NELSON MATSUDA/ARQUIVO DA EDITORA;
FOTO: BETO CELLIPULAR/IMAGENS

85

Orientações didáticas

- Comente com os estudantes que, de acordo com o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Iphan), existem mais de 2 mil sítios arqueológicos no estado do Piauí – entre eles o do Parque Nacional Serra da Capivara. Se possível, relacione o clima da região ao estado de conservação dessas pinturas.
- Em geral, os estudantes apresentam curiosidade quanto às tintas utilizadas no período pré-histórico. Explore as imagens de abertura com eles e, por meio de perguntas, promova um ambiente de reflexão a fim de que concluam sobre a origem natural desses pigmentos. Se julgar conveniente, mostre outras imagens de pinturas rupestres com pigmentos de cores variadas e proponha uma pesquisa sobre as substâncias que os constituem, introduzindo-os no tema abordado nesta Unidade. Ao promover a análise e a valorização dessas manifestações artísticas, favorece-se o desenvolvimento da **competência geral 3** da Educação Básica, prevista pela BNCC.

Respostas – Começando a Unidade

1. Resposta pessoal. É esperado que os estudantes reconheçam que esse tipo de expressão artística possui grande valor histórico e cultural para a humanidade. Por meio do estudo desses registros, presentes em diversos países, os pesquisadores podem elaborar hipóteses sobre o modo de vida de grupos que viveram no local (geralmente no período Paleolítico) e até mesmo sobre o significado das próprias figuras; daí a importância de preservar a arte rupestre, bem como os sítios arqueológicos em que se encontram.
2. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes associem os óxidos como compostos que contêm o elemento químico oxigênio.
3. Resposta pessoal. Os estudantes podem perceber que o conhecimento científico leva ao desenvolvimento de técnicas para o estudo dos registros ou ainda de materiais e procedimentos que podem auxiliar em sua preservação. Ele também pode revelar as substâncias que foram utilizadas para a fabricação dos pigmentos, bem como as fontes de matéria-prima.

Orientações didáticas

- Explore com os estudantes a necessidade de o ser humano classificar objetos, seres vivos, dados, informações etc. e qual é o propósito e os critérios utilizados para agrupá-los. Você pode citar o uso de classificação em diferentes situações como em *sites* de pesquisas (em que é possível pesquisar por notícias, imagens etc.), em jornais e revistas impressas e eletrônicas (em que as matérias estão organizadas e agrupadas por temas), entre tantos outros exemplos.

- Utilize as situações de organização de produtos em um hipermercado para promover uma discussão sobre a importância e a necessidade de classificar.

- Explique aos estudantes que muitas substâncias foram classificadas ao longo do tempo considerando diferentes critérios determinados com base em observações experimentais de suas propriedades e composição química. Se necessário, retome com eles o conceito de substâncias simples e substâncias compostas, abordado na **Unidade 3**.

- Para trabalhar com ácidos, bases, sais e óxidos, é possível utilizar a rotação por estações. Para isso, monte quatro estações, uma para cada grupo de substâncias: ácidos, bases, sais e óxidos. Em cada estação disponibilize o livro didático, materiais extras de leitura e um roteiro com questões que devem ser respondidas sobre o assunto. Separe os estudantes em quatro grupos e estipule um tempo para que cada grupo trabalhe em uma das estações. Finalizado o tempo os grupos trocam de estação de modo que todos os grupos tenham a oportunidade de trabalhar os quatro grupos de substâncias.

- Para finalizar, solicite aos integrantes de cada estação que elejam um representante para apresentar o que aprenderam e as respostas dadas às questões propostas. Durante a apresentação é possível fazer perguntas, complementar as colocações feitas pelos apresentadores. Sistematize o trabalho com cada grupo de substâncias ao final da exposição dos estudantes.



Classificar: uma prática humana

Diferentes critérios podem ser utilizados para classificar as substâncias, entre eles o comportamento químico ou a composição.

Imagine que você e sua família vão até o hipermercado **A** fazer compras. Chegando lá, você observa que os produtos estão em prateleiras sem nenhum critério de organização. Você encontra, por exemplo, produtos de limpeza misturados com produtos alimentícios, de higiene pessoal e bebidas. Como seria fazer compras nessa situação?

Considere agora que em outro hipermercado, o **B**, os produtos com finalidades semelhantes estão organizados por corredores. Ou seja, há corredores de produtos de limpeza, de higiene pessoal, de grãos, de frutas e legumes, entre outros. Há alguma diferença ao realizar compras nesses dois hipermercados?

Classificação das substâncias

A atividade de classificar, isto é, organizar objetos, dados, informações etc. em grupos, segundo um critério, é uma prática muito comum na sociedade e também nas Ciências. Você, ao longo do Ensino Fundamental, estudou diferentes classificações, como a separação dos alimentos em três grupos: *in natura* ou minimamente processado, processados e ultraprocessados; a separação do lixo em materiais recicláveis e não recicláveis; a organização dos seres vivos, entre tantos outros exemplos.

É possível também classificar as substâncias utilizando diferentes critérios, como sua origem (substâncias orgânicas e inorgânicas), se podem ser decompostas (substâncias simples e compostas) ou com base em seu comportamento químico ou composição.

Diversos critérios de classificação podem ser utilizados quando queremos agrupar. Os livros em uma estante podem ser organizados, por exemplo, em ordem alfabética ou por gênero textual.



Substâncias orgânicas e substâncias inorgânicas

Há menos de dois séculos, acreditava-se, por exemplo, que substâncias de origem vegetal e animal só poderiam ser obtidas de seres vivos, e não por meio de síntese em laboratório – ao contrário de muitas substâncias de origem mineral, que podiam ser sintetizadas artificialmente. Com base nesse critério, as substâncias foram classificadas em **orgânicas** (de origem animal e vegetal) e **inorgânicas** (de origem mineral). Entretanto, essa classificação não era consenso entre os cientistas da época e com o desenvolvimento científico e tecnológico foi possível sintetizar em laboratório substâncias de origem animal e vegetal.

Atualmente, essa classificação foi reformulada e considera as substâncias orgânicas somente os compostos de carbono, como metano (CH_4), etanol ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$) e glicose ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$). Há, no entanto, algumas exceções, substâncias que contêm carbono em sua composição, como dióxido de carbono (CO_2) e monóxido de carbono (CO), mas que são classificadas como substâncias inorgânicas, por conta de suas propriedades.



Muitos medicamentos utilizados no mundo contêm substâncias ativas de origem vegetal.



Há também medicamentos cujo princípio ativo foi extraído e isolado de partes animais. É o caso, por exemplo, dos venenos da jararaca brasileira (*Bothrops jararaca*), apresentada na fotografia, da cascavel-anã (*Sistrurus miliarius barbouri*) e da víbora (*Echis carinatus*).

Saiba mais!

MEDICAMENTO OBTIDO DO VENENO DE SERPENTE

O médico e farmacologista brasileiro Sérgio Henrique Ferreira (1934-2016) detectou que uma substância presente no veneno da jararaca brasileira (*Bothrops jararaca*) era capaz de potencializar os efeitos da bradiginina – uma substância produzida pelo corpo humano e que tem a função de reduzir a pressão dos vasos arteriais. Sua descoberta contribuiu para o desenvolvimento de um dos medicamentos mais utilizados para hipertensão.

Orientações didáticas

- Comente que os critérios usados para classificar as substâncias em orgânicas e inorgânicas se alterou ao longo do tempo em decorrência da possibilidade de síntese de substâncias orgânicas em laboratório. Atualmente, as substâncias orgânicas são definidas como compostos constituídos de carbono, embora essa definição não seja válida para todos os compostos de carbono, como o CO_2 . Assim, evidencia-se o aspecto provisório do conhecimento científico, favorecendo o desenvolvimento da **competência específica 1** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, prevista pela BNCC.

- Aproveite e mostre aos estudantes que as classificações utilizadas em Ciências, como a classificação entre substância orgânica e substância inorgânica, são divisões artificiais, elaboradas com o intuito de facilitar o estudo.

De acordo com Constantino (2008):

[...] O estudante deve ter consciência de que todas as divisões de temas utilizadas em ciências (como a divisão entre química orgânica e química inorgânica) são divisões artificiais e arbitrárias, criadas pelo ser humano para facilitar o estudo e a compreensão [...]. Não há, portanto, necessidade de que as divisões sejam definidas com precisão absoluta para que todos os casos possam ser claramente classificados em uma ou outra seção. O estudante não deve, por isso, sentir-se incomodado e inseguro pelo fato de alguns compostos de carbono (como CO , CO_2 , ácido carbônico, carbonatos e bicarbonatos metálicos, cianetos, cianatos, etc.) serem geralmente considerados como compostos inorgânicos [...].

Essas pequenas exceções são irrelevantes e existem por razões históricas, práticas etc. [...]

Fonte: CONSTANTINO, M. G. *Química orgânica*: curso básico universitário. Rio de Janeiro: LTC, 2008. v. 1.

- É bem provável que os estudantes estejam mais familiarizados com o uso de substâncias de origem vegetal para a produção de medicamentos do que as de origem animal. Leia o quadro **Saiba mais!** para explorar essa temática e destacar a importância da pesquisa brasileira para a sociedade.

De olho no tema

Descreva uma classificação que você tenha estudado neste ano e cite os critérios utilizados para separar os grupos.

87

Resposta – De olho no tema

Resposta pessoal. Os estudantes podem utilizar exemplos de classificação estudados em outras disciplinas. Se julgar necessário, construa um quadro com as respostas fornecidas e destaque os critérios de classificação utilizados em cada caso.

Orientações didáticas

• Considere retomar o conhecimento sobre reação química e sua forma de representação, identificando os reagentes e os produtos. Esses conceitos são pré-requisitos ao estudo dos tipos de substância e, portanto, precisam estar consolidados. Ao longo do estudo desta Unidade, serão mobilizados os conhecimentos acerca das reações químicas, favorecendo o trabalho com a habilidade **EF09CI02**.

• É comum os estudantes terem a ideia de que toda substância de comportamento ácido ou básico é prejudicial à saúde. Por isso, é importante que eles percebam que existem substâncias que exibem tais comportamentos e são importantes em diversos processos naturais, como a digestão dos alimentos. Se julgar conveniente, ilustre o conceito de acidez utilizando como exemplos alimentos como limão e vinagre. Também é possível solicitar aos estudantes que pesquisem alguns ácidos de maior importância, seja ela comercial, industrial ou em processos que ocorrem nos seres vivos. Em seguida, proponha que apresentem as descobertas para a turma.

• Além dos nomes dos ácidos, mostre suas fórmulas químicas e as equações que representam seu comportamento em soluções aquosas. Apresente as reações de ionização dos ácidos como um modelo explicativo de suas propriedades. Associe a representação das moléculas na ilustração “Ionização do HCl em água” às fórmulas da equação. A equação química ainda é uma forma de representação bastante abstrata para a maioria dos estudantes nessa faixa etária. Sempre que puder, faça a associação das fórmulas com os modelos atômicos e moleculares.



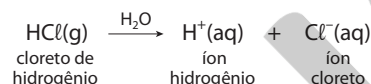
Ácidos e bases

Ácidos

Em meados do século XIX, as substâncias podiam ser classificadas em ácidas ou básicas de acordo com determinadas características e comportamento em reações químicas.

Com base nas observações do cientista sueco Svante Arrhenius (1859-1927) e nos experimentos de outros cientistas da época, foi formulada a seguinte teoria: ácidos são substâncias que, quando dissolvidos em água, sofrem **ionização**, liberando íons hidrogênio (H^+).

Analise a equação química a seguir, que representa a ionização de uma molécula de cloreto de hidrogênio (HCl) em água, processo pelo qual são produzidos os íons H^+ e Cl^- .

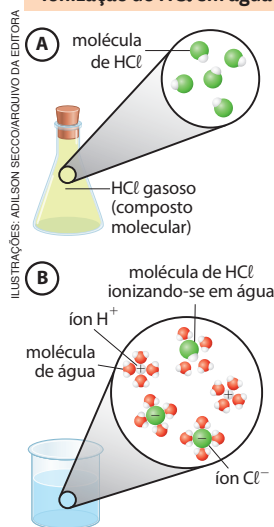


Portanto, de acordo com essa teoria, o cloreto de hidrogênio (HCl) é uma substância de caráter ácido. A solução aquosa de cloreto de hidrogênio é chamada de ácido clorídrico. Nessa equação química, a notação (aq) indica que os íons formados ficam rodeados de moléculas de água (solução aquosa), como representados na ilustração.

Os íons H^+ produzidos pela ionização dos ácidos em água são os responsáveis pela acidez da solução. Quanto maior for a quantidade de íons H^+ produzida por volume de solução, maior será a acidez do meio.

Muitas substâncias de caráter ácido estão presentes em alimentos, como o ácido cítrico (no limão e em outras frutas cítricas), o ácido acético (no vinagre), o ácido málico (na maçã) e o ácido láctico (nos iogurtes).

Ionização do HCl em água



Representação esquemática do processo de ionização de HCl em água. Determinadas substâncias moleculares, como o cloreto de hidrogênio (HCl) (A), podem reagir com a água, produzindo íons (B). (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Fonte: Adaptado de KOTZ, J. C. et al. *Química geral e reações químicas*. 3. ed. Cengage Learning, 2015, v. 1.



Os lagos que existem nas crateras do vulcão Dallol apresentam elevada acidez por causa da presença de ácido sulfúrico (H_2SO_4). A presença de elementos químicos como o enxofre (S) e o ferro (Fe) nos minerais dão origem às cores vibrantes da paisagem. (Deserto de Danakil, Etiópia, 2017.)

Sugestão de recurso complementar

Artigo

GRIPPE, T. C. AAS, a “droga maravilhosa”. *Revista Ser médico*, Cremesp, São Paulo, n. 74, 2016.

O artigo trata da história do desenvolvimento do AAS, o ácido acetilsalicílico.

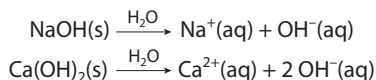
Disponível em: <https://www.cremesp.org.br/?siteAcao=Revista&id=836>. Acesso em: 17 ago. 2022.

Alguns ácidos têm grande importância econômica, como o ácido nítrico (HNO₃), o ácido fosfórico (H₃PO₄) e o ácido sulfúrico (H₂SO₄), que, entre muitas outras aplicações, são empregados na produção de fertilizantes.

Bases

As observações de Arrhenius também levaram à seguinte proposição: bases são substâncias que, ao serem dissolvidas em água, liberam íons hidróxido (OH⁻).

Analise as equações químicas a seguir:



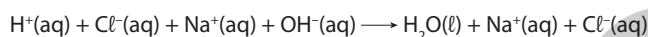
Essas equações representam a **dissociação iônica** do hidróxido de sódio (NaOH) e do hidróxido de cálcio (Ca(OH)₂), que ocorre quando essas substâncias são solubilizadas em meio aquoso. Na dissociação iônica, os íons (cátions e ânions) que compõem uma substância se separam. Como ocorre a liberação de íons OH⁻ nesse processo, tanto o NaOH quanto o Ca(OH)₂ são considerados bases. As soluções aquosas dessas substâncias são geralmente chamadas soluções básicas ou alcalinas.

Quando uma substância de caráter básico é adicionada à água, os íons OH⁻ liberados são os responsáveis pela alcalinidade da solução. Assim, quanto maior a quantidade de íons OH⁻ liberada por volume de solução, maior será a alcalinidade do meio.

Substâncias de caráter básico estão presentes, por exemplo, nas cinzas da madeira, em diversos medicamentos e também em produtos de limpeza. Algumas bases têm grande importância industrial, como o hidróxido de sódio, cujo nome comercial é soda cáustica. Essa substância é utilizada, por exemplo, na fabricação de sabão, tecido e papel.

Reação química entre ácidos e bases

Considere que certo volume de uma solução aquosa de HCl é adicionado a determinado volume de uma solução aquosa de NaOH. Nessa mistura, ocorre uma transformação química, comumente chamada de **reação de neutralização**, na qual os íons H⁺ (provenientes da ionização do ácido) e OH⁻ (provenientes da dissociação iônica da base) tendem a se associar para formar moléculas de água (H₂O). A reação pode ser representada pela equação química a seguir.



O único produto da reação representada acima é a água. Os íons sódio (Na⁺) e cloreto (Cl⁻), respectivamente cátion e ânion, permanecem dissociados na solução, sem participar efetivamente da reação. Entretanto, se ocorrer a evaporação de todo o solvente da solução (a água), será obtida a substância cloreto de sódio (NaCl), formada pelos íons Na⁺ e Cl⁻. Essa substância pode ser classificada como um **sal**, categoria que será estudada no próximo Tema.



FABIO YOSHIITO MATSUURA
MOSSAICO FOTOGRAFIA

Medicamentos conhecidos como antiácidos são prescritos para diminuir a acidez estomacal. Eles geralmente apresentam substâncias de caráter básico em sua composição.

De olho no tema

Para cada uma das substâncias a seguir, identifique se ocorre sua ionização ou sua dissociação iônica em água, representando o processo por meio de uma equação química. Indique quais substâncias são ácidos e quais são bases, segundo a teoria apresentada neste Tema.

- KOH(s)
- HF(g)
- Ba(OH)₂(s)
- HNO₃(g)

Orientações didáticas

- Para introduzir o conceito de base, pergunte aos estudantes se já ouviram falar sobre os medicamentos conhecidos como antiácidos, especialmente sobre o leite de magnésia. Enfatize que esse é o nome comercial do hidróxido de magnésio – Mg(OH)₂ – e que ele pertence a um grupo de substâncias denominadas bases, as quais têm a propriedade de neutralizar a ação dos ácidos, assim como os ácidos podem neutralizar as bases. Comente com eles que, apesar de essas substâncias poderem ser usadas para nosso benefício, como medicamento, existem bases que podem ser prejudiciais ao organismo quando ingeridas ou quando entram em contato com a pele. Esse é o caso da soda cáustica ou hidróxido de sódio (NaOH), utilizada no desentupimento de pias e ralos domésticos e sobre a qual, provavelmente, os estudantes já tenham ouvido falar.

- Explique as reações de ionização dos ácidos e dissociação das bases, diferenciando-as. Evite privilegiar essas reações em detrimento dos conhecimentos sobre as características, propriedades e aplicações das substâncias. Aproveite a análise das equações químicas que representam a ionização do HCl e a dissociação iônica do NaOH, ambas em água, para introduzir as reações de neutralização.

- É bastante comum a ideia de que a reação entre um ácido e uma base produz sempre sal e água. Essa simplificação do que realmente ocorre em uma reação de neutralização, sem considerar se o meio é aquoso ou não, pode induzir os estudantes a erro conceitual, pois eles entendem que tanto sal quanto água serão sempre os produtos. No entanto, o sal será obtido apenas com a evaporação da água. A efetiva formação de sal é observada em determinadas reações ácido-base e o estudo de quais serão essas reações não é feito nessa etapa do Ensino Fundamental.

89

Respostas – De olho no tema

- a) $\text{KOH}(s) \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{K}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$; dissociação iônica, base. b) $\text{HF}(g) \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{H}^+(\text{aq}) + \text{F}^-(\text{aq})$; ionização, ácido.
c) $\text{Ba}(\text{OH})_2(s) \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{OH}^-(\text{aq})$; dissociação iônica, base. d) $\text{HNO}_3(g) \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{H}^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq})$; ionização, ácido.

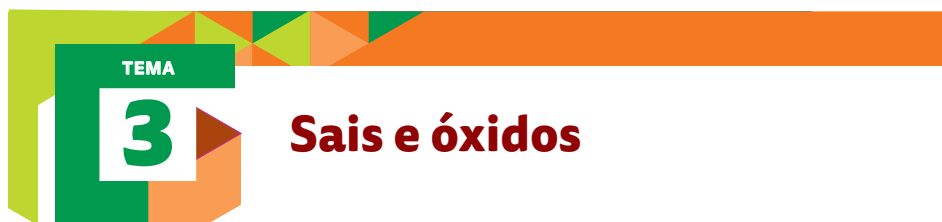
Orientações didáticas

- Para introduzir o assunto sais, retome o conceito de reação de neutralização, lembrando aos estudantes que substâncias com comportamento ácido neutralizam substâncias com comportamento básico e vice-versa. Ao abordar as reações de neutralização, exemplifique a formação do cloreto de sódio por meio da equação química que representa a reação entre ácido clorídrico (HCl) e hidróxido de sódio (NaOH), destacando que o cloreto de sódio (NaCl) produzido está dissolvido em solução e, portanto, na forma dos íons Na^+ e Cl^- . O cloreto de sódio no estado sólido só será obtido se toda a água do sistema for evaporada. Esclareça aos estudantes que o cloreto de sódio não é necessariamente formado na natureza pelo processo de neutralização.

- Se houver disponibilidade de tempo e de recursos, proponha uma atividade de demonstração de uma reação de neutralização. Seria interessante promover a evaporação da água posteriormente à reação de neutralização a fim de que os estudantes observem a formação de sal em estado sólido.

- No senso comum, o termo “sal”, em geral, se refere ao sal de cozinha cujo principal componente é o cloreto de sódio (NaCl). No entanto, é fundamental que os estudantes compreendam que, neste caso, sal se refere a um grupo de substâncias, do qual o cloreto de sódio faz parte. Relembre a eles que os sais apresentam ligações iônicas e são sólidos cristalinos à temperatura e pressão ambientes; no entanto, podem apresentar propriedades diferentes, como a cor e a solubilidade em água. Recorra à imagem que compara cinco sais de cores e aspectos variados, para explorar as diferenças entre eles.

- Se julgar necessário, explore com os estudantes o uso do termo “light” em sais contendo uma mistura de cloreto de sódio e cloreto de potássio e como essa utilização pode afetar um consumidor na hora da compra de um produto.



Sais e óxidos

Os compostos iônicos mais abundantes na crosta terrestre pertencem aos grupos dos sais e dos óxidos.

Sais

Os sais são compostos iônicos constituídos de ao menos um cátion proveniente de uma base e um ânion proveniente de um ácido, originários de uma reação de neutralização. Todos os sais estão no estado sólido nas condições ambiente de pressão e temperatura (1 atm e 25 °C).

Alguns sais, como o NaCl , são muito solúveis em água, ou seja, dissolvem-se e dissociam-se neste solvente. Outros são pouco solúveis em água, e apenas uma pequena parte do composto se dissolve neste solvente. Exemplos de sais pouco solúveis são o fosfato de cálcio ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$), uma das substâncias que compõem nossos ossos, e o carbonato de cálcio (CaCO_3), principal componente das conchas de animais marinhos e das cascas de ovos.

Além do cloreto de sódio (NaCl), que é o principal componente do sal de cozinha, outros exemplos de sais são o sulfato de alumínio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), empregado em uma das etapas de tratamento de água, e o hidrogenocarbonato de sódio (NaHCO_3), também conhecido como bicarbonato de sódio, utilizado na preparação de alguns alimentos e também como antiácido estomacal.



FABIO YOSHIMITO MATSUIRAMOSAICO FOTOGRAFIA

É comum encontrarmos nas embalagens de sal light a informação de que o produto contém menos sódio. Isso porque, ao contrário do sal de cozinha comum, que é constituído em grande parte por cloreto de sódio (NaCl), o sal light é uma mistura de NaCl e cloreto de potássio (KCl).

Saiba mais!

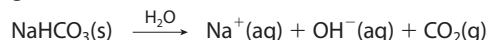
A QUÍMICA E O PROCESSO DE MUMIFICAÇÃO

O hidrogenocarbonato de sódio era utilizado em uma das etapas do processo de mumificação no Egito antigo. Esse sal era aplicado em todo o corpo, após a etapa de remoção dos órgãos internos, a fim de preservar o cadáver. Após sessenta dias, aplicavam-se outras substâncias para perfumar e conservar o corpo, o qual era então envolvido em faixas de linho e colocado no sarcófago.

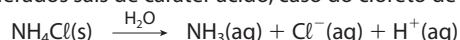
Os sais podem apresentar caráter ácido-base?

A acidez e a basicidade são propriedades relativas, ou seja, uma substância só apresenta comportamento ácido ou básico em relação à outra substância. Por exemplo, a água, sem substâncias dissolvidas, é considerada neutra, ou seja, não apresenta caráter ácido nem básico.

Embora os sais sejam classificados em um grupo distinto dos ácidos e das bases, eles nem sempre apresentam caráter neutro em solução aquosa. Analise a equação química a seguir, que representa a solubilização e a **dissociação iônica** do hidrogenocarbonato de sódio em água.



Essa equação química mostra que a dissociação iônica do NaHCO_3 em água gera um excesso de íons OH^- na solução, embora de maneira distinta do que ocorre na dissociação de uma base. Logo, esse sal não apresenta caráter neutro, e sim básico. Existem também os sais cuja dissociação em água altera a quantidade de íons H^+ nesse meio: esses são considerados sais de caráter ácido, caso do cloreto de amônio.



Quando se atribui caráter neutro a um sal é porque sua solubilização e sua dissociação em água não alteram a quantidade de íons H^+ ou OH^- no meio. Essa observação é válida para alguns sais, como o cloreto de sódio.



Os sais podem ter diferentes aspectos e colorações, bem como apresentar caráter ácido-base.

Óxidos

Os óxidos são substâncias que apresentam em sua composição o elemento químico oxigênio e outro elemento químico qualquer, com exceção do flúor. Eles podem ser substâncias iônicas (quando formados por elementos químicos considerados metais) ou moleculares (quando formados por não metais).

Orientações didáticas

- É possível que alguns estudantes questionem a informação, presente na Unidade, de que o bicarbonato de sódio (hidrogenocarbonato de sódio) é um sal utilizado como antiácido estomacal. Caso isso não ocorra, questione-os: “Se o bicarbonato de sódio é um sal, por que pode ser empregado na mesma função do hidróxido de magnésio, que é uma base?”, possibilitando abordar o comportamento ácido-base de alguns sais. Explique que existem sais que apresentam caráter básico, portanto comportam-se como bases em algumas reações químicas, caso do bicarbonato de sódio. Outros sais podem comportar-se como ácidos (caso do sulfato de cobre(II)). Embora a hidrólise salina seja abordada apenas no Ensino Médio, é importante mencionar que existem sais de caráter ácido e outros de caráter básico, já que muitos estudantes concluem o Ensino Fundamental com o conceito errado de que todo sal é neutro.

- A dissociação do hidrogenocarbonato de sódio em meio aquoso pode ser escrita em etapas, cada qual representada por uma equação química. Considerando os conhecimentos dos estudantes nesta etapa do Ensino Fundamental, optou-se por simplificar essa representação, apresentando apenas a equação global do processo. O objetivo é que percebam a produção de íons OH^- , o que justifica o caráter básico do hidrogenocarbonato de sódio em meio aquoso.

- Nesse momento, após os estudantes compreenderem a classificação das substâncias em ácidos, bases e sais, destaque a eles a importância da leitura das informações nos rótulos de produtos químicos, como os produtos de limpeza e os medicamentos, a fim de manipulá-los de maneira adequada. Dessa forma, agindo de modo a preservar a saúde e favorecendo o trabalho com as **competências específicas 7 e 8** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, previstas pela BNCC.

Orientações didáticas

• A abordagem das substâncias classificadas como óxidos pode ser iniciada com a retomada da imagem de abertura da Unidade. Comente com os estudantes que algumas das tintas utilizadas para confecção das pinturas rupestres eram óxidos básicos. Se possível, apresente outros exemplos dessas pinturas, disponíveis no *site* da Fundação Museu do Homem Americano, indicado nas **Sugestões de recursos complementares**. Complemente a abordagem e proponha, em parceria com o professor de Arte, um trabalho interdisciplinar de produção de pigmentos utilizando óxidos naturais.

• A fim de trabalhar o caráter ácido-base dos óxidos, retome os conhecimentos prévios dos estudantes acerca do conceito de chuva ácida. Explique que substâncias como o trióxido de enxofre (SO₃) e o dióxido de nitrogênio (NO₂) são óxidos e podem reagir com a água da chuva formando ácidos. Utilize equações químicas para explicar a formação da chuva ácida, enfatizando que a origem desses óxidos são as atividades antrópicas. Aproveite a atividade e proponha o debate sobre mudanças de atitudes para mitigar os gases envolvidos na formação da chuva ácida. Assim, além da abordagem química, os estudantes são estimulados a repensar seu modo de vida, proporcionando o trabalho com as **competências gerais 2, 7 e 10** da Educação Básica e das **competências específicas 3 e 8** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, previstas pela BNCC.

• O quadro **Saiba mais!** traz um exemplo de aplicação do conhecimento a respeito de ácidos, bases, sais e óxidos. Comente com os estudantes que, antes de aplicar óxidos corretores de acidez no solo, é importante realizar testes que determinam a quantidade de íons H⁺ ou OH⁻ disponível no solo.

Respostas – De olho no tema

a) óxido básico; b) óxido ácido; c) óxido neutro; d) óxido básico; e) óxido ácido; f) óxido neutro.

Saiba mais!

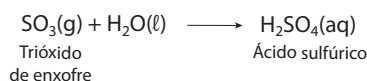
O USO DE ÓXIDOS NA AGRICULTURA

Nos campos agrícolas, é importante monitorar e controlar a acidez dos solos e, assim, garantir uma boa produção. Para isso, costuma-se utilizar, por exemplo, óxidos de cálcio e de magnésio – substâncias de caráter básico. Solos levemente ácidos favorecem o crescimento das raízes de muitas plantas e de microrganismos, como certos fungos. Promovem também o processo de dissolução das rochas, liberando importantes nutrientes para as plantas (como os íons K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺ e Mn²⁺); e aumentam a solubilidade de sais minerais, como os carbonatos, os sulfatos e os fosfatos, facilitando sua disponibilidade para as raízes.

Substâncias classificadas em óxidos estão presentes nos mais diversos ambientes naturais e também podem ser obtidas por meio de reações químicas em laboratório. Alguns exemplos de óxidos são a água (H₂O), o dióxido de carbono (CO₂, também chamado gás carbônico) e o dióxido de silício (SiO₂). Alguns óxidos, como o dióxido de titânio e os óxidos de ferro, são utilizados como pigmentos em tintas e cosméticos.

Os óxidos podem apresentar caráter ácido-base?

O trióxido de enxofre (SO₃) é uma das substâncias que podem ser produzidas na queima de derivados do petróleo, como o óleo diesel. Esse óxido é encontrado no estado gasoso, em condições ambiente (1 atm e 25 °C), e é um dos principais poluentes da atmosfera. Analise a equação química a seguir, que representa a reação entre o gás trióxido de enxofre e a água da chuva.



Nessa reação, é produzido ácido sulfúrico. A presença dessa substância na atmosfera aumenta a quantidade de íons H⁺ nas gotículas de água que formam as nuvens e origina a chamada **chuva ácida**.

Outro poluente da atmosfera é o gás dióxido de nitrogênio (NO₂). Um dos produtos da reação dessa substância com a água da chuva é o ácido nítrico (HNO₃), que também contribui para a formação da chuva ácida.

Os óxidos que reagem com água formando ácidos (os quais se ionizam e produzem íons H⁺) são considerados **óxidos ácidos**. Eles também podem reagir com bases em solução aquosa.

Note a seguir outra equação química que representa a reação entre o óxido de cálcio, conhecido como cal viva, e a água.



A reação entre água e óxido de cálcio (CaO) produz o hidróxido de cálcio (Ca(OH)₂), uma base pouco solúvel em água. Os óxidos que reagem com água formando bases (as quais podem se dissociar e liberar íons OH⁻) são considerados **óxidos básicos**. Eles também podem reagir com ácidos em solução aquosa.

Existem ainda os **óxidos neutros**, como o óxido nítrico (N₂O), que não reagem com a água nem com ácidos ou bases em solução aquosa.

De olho no tema

Em cada um dos itens a seguir são indicados, respectivamente, uma substância e o produto de sua reação com água. De acordo com essas informações, classifique os reagentes em óxido ácido, óxido básico ou óxido neutro.

- | | |
|--|--|
| a) FeO/Fe(OH) ₂ | d) K ₂ O/KOH |
| b) SO ₂ /H ₂ SO ₃ | e) N ₂ O ₅ /HNO ₃ |
| c) NO/não há formação de produto | f) CO/não há formação de produto |

92

Sugestões de recursos complementares

Site

FUNDAÇÃO Museu do Homem Americano.

A página traz diversas informações sobre o Parque Nacional da Serra da Capivara.

Disponível em: <http://fundham.org.br/>.

Artigo

BRANCO, P. M. *Pigmentos minerais*. Serviço Geológico do Brasil – CPRM, 23 ago. 2015.

A página apresenta informações sobre os principais pigmentos de origem mineral, alguns dos quais são compostos por óxidos.

Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/SGB-Divulga/Canal-Escola/Pigmentos-Minerais-1263.html>.

Acessos em: 17 ago. 2022.



Pensar Ciência

Paradoxo na ciência: negros e mulheres inovam, mas são raros na academia

A falta de diversidade na ciência pode estar impedindo a humanidade de atingir alguns avanços científicos. Uma pesquisa da Universidade Stanford, uma das mais renomadas dos EUA, identificou um paradoxo entre diversidade e inovação: negros e mulheres produzem pesquisas mais inovadoras do que seus colegas brancos, mas seus estudos ganham menos destaque devido ao preconceito. Além disso, existem em menor quantidade porque os dois grupos estão pouco presentes na academia, por causa das várias barreiras de entrada.

No Brasil, a cena se repete. Um levantamento recente mostra que apenas 15,4% dos alunos de pós-graduação do país são pretos ou pardos.

[...]

De cara, já chegaram a um detalhe alarmante: as chances de mulheres ingressarem no corpo docente de uma universidade são 5% inferiores às dos homens. No caso de pessoas negras, as chances são 25% menores do que as de brancos.

[...]

E no Brasil?

No nosso país, os docentes negros são menos de 15% do total. [...]

“A sub-representação negra é grande. Fui a única negra da minha turma e uma das primeiras professoras negras da Federal do Piauí (UFPI) - tinha apenas mais um professor negro no departamento. Para a gente, é mais difícil. Normalmente a população negra tem baixa renda, não tem acesso à educação de qualidade, não entra em uma universidade pública de renome. Isso reflete diretamente no número de negros na academia em lugar de destaque.” Viviane Alves, professora da UFMG.

[...]

Os desafios

“Este estudo [da Universidade de Stanford] mostra de maneira categórica que medidas que visam à equidade, diversidade e inclusão não são filantrópicas, mas absolutamente essenciais para que a ciência possa responder aos grandes desafios que enfrentamos hoje. Fazer com que as diferentes vozes e vivências encontrem o seu lugar na academia e na ciência é indispensável para um mundo mais próspero e sustentável.” Maria Augusta Arruda, gerente de projetos estratégicos na Universidade de Nottingham (Inglaterra).

[...]

Fonte: SANTOS, R. Paradoxo na ciência: negros e mulheres inovam, mas são raros na academia. Uol, 19 set. 2020. Disponível em: <https://www.uol.com.br/tilt/noticias/redacao/2020/09/16/paradoxo-na-ciencia-inovadores-negros-e-mulheres-sao-raros-na-academica.htm>. Acesso em: 9 ago. 2022.

Orientações didáticas

- O tema desse **Pensar Ciência** é uma boa oportunidade para debater a participação dos afrodescendentes no desenvolvimento da Ciência, bem como a participação das elites intelectuais na construção de uma visão preconceituosa em relação às capacidades dessas etnias.
- Essa atividade pode ser trabalhada em parceria com História, para incentivar a análise crítica em relação ao destaque atribuído principalmente aos cientistas europeus em estudos que envolvam o desenvolvimento da Ciência e da História Geral. Incentive os estudantes a refletir sobre o contexto social que leva a pequena participação e divulgação de afrodescendentes nas áreas de Ciência e tecnologia. Além das questões propostas nas atividades, também podem ser levantadas as seguintes perguntas: “Quantos professores afrodescendentes da área de Ciências exatas ou biológicas os estudantes têm ou já tiveram?”; “A maior divulgação dos trabalhos de cientistas afrodescendentes poderia incentivar estudantes afrodescendentes a optar pela área de Ciências?”. Por fim, estimule-os a pesquisar outros cientistas afrodescendentes e suas contribuições para o desenvolvimento da Ciência e Tecnologia. Ao propor a reflexão a respeito do preconceito e dos seus efeitos na sociedade, a seção **Pensar Ciência** permite mobilizar a **competência geral 9** da Educação Básica e a **competência específica 5** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, previstas pela BNCC.

ATIVIDADES

REGISTRE EM SEU CADERNO

1. Segundo o texto, qual seria a principal causa da baixa presença de pessoas negras em atividades de pesquisa científica e docência em universidades?
2. Que medidas poderiam ser tomadas para reverter essa situação? Discuta com os colegas.
3. Em grupo, conforme orientações do professor, pesquisem um(a) intelectual ou cientista afrodescendente, de qualquer parte do mundo, e apresentem sua história e seu legado aos demais colegas.
4. Considerando os intelectuais/cientistas pesquisados e apresentados, responda: foram mencionadas situações de preconceito vivenciadas por eles em algum momento, seja na vida pessoal, seja na profissional? Em caso afirmativo, discuta com seus colegas como esses episódios podem ter influenciado a carreira deles e o legado que deixaram para a Ciência.

93

Respostas – Pensar Ciência

1. A baixa renda da população negra e a falta de acesso à educação de qualidade dificultam o acesso a universidades públicas de renome.
2. Resposta pessoal. Oriente os estudantes nessa discussão, auxiliando-os a refletir sobre políticas públicas que já existem e as que poderiam ser implementadas para a resolução do problema, como políticas de redução de desigualdade social e cotas raciais.
3. Se necessário, auxilie os estudantes na realização dessa pesquisa. Dê exemplos de intelectuais e cientistas afrodescendentes, a fim de que pesquisem sobre sua carreira e seu legado. Por exemplo: George Washington Carver, Madam C. J. Walker, Mae Jemison, Milton Santos, Neil deGrasse Tyson, Patricia Bath, Percy Julian, Teodoro Sampaio, Alice Ball, Katherine Johnson, Jane Cooke Wright.
4. É provável que os estudantes encontrem informações sobre diversas situações de preconceito vivenciadas pelos intelectuais/cientistas pesquisados.

Orientações didáticas

• Para a atividade da seção **Vamos fazer**, informe os estudantes que o ideal é conseguir cortar as folhas de repolho-roxo o mais fino possível, pois isso favorecerá a difusão das substâncias indicadoras ácido-base de suas folhas para a água da bacia. Dependendo do tempo disponível para a realização da atividade, é possível preparar a solução de repolho previamente e e depois explicar a eles como foi obtida.

• Oriente-os a formar grupos para realizar as atividades, evitando, assim, desperdício de materiais. Peça a eles que desenhem ou fotografem as tiras antes e depois de testá-las com cada alimento.

• Caso seja necessário, auxilie os estudantes na resolução da segunda questão proposta, orientando-os a usar os conhecimentos prévios para determinar um padrão de cor para substâncias ácidas e outro para substâncias básicas. Por exemplo, o caráter ácido do limão e do vinagre é largamente conhecido, e, portanto, o resultado apresentado pelo indicador é característico de substâncias ácidas. Nesse sentido, a cor adquirida pelo papel indicador ao encostar na clara do ovo pode ser utilizada como padrão de comparação para as bases, porque a clara do ovo geralmente apresenta caráter levemente alcalino. Como a maioria dos alimentos apresenta caráter ácido, considere pedir aos estudantes que analisem alguns produtos domésticos de caráter geralmente alcalino, como sabão em pó, sabonete e pasta de dente. O papel indicador produzido nesse experimento adquire coloração rosa em contato com soluções ácidas; coloração roxa em contato com soluções neutras; e azul ou verde em contato com soluções básicas.



Existem substâncias que atuam como indicadores do caráter ácido-base de um material.

Indicadores ácido-base

Algumas substâncias podem ser utilizadas para indicar a acidez, a basicidade ou até mesmo a neutralidade de um meio. Quando elas entram em contato com a amostra a ser analisada, ocorrem alterações em sua coloração. Por isso, essas substâncias são chamadas de **indicadores ácido-base**.

Vamos fazer

REGISTRE EM SEU CADERNO

É possível fazer indicadores ácido-base caseiros?

Material

- Água morna de torneira ou chuveiro
- 1 copo plástico
- Folhas de repolho-roxo
- 1 bacia plástica
- 1 filtro de papel
- 1 peneira
- Tesoura com pontas arredondadas
- Alimentos que contêm água em sua composição (por exemplo, frutas com sumo, clara de ovo, leite, vinagre)
- Dispositivo para registro de imagens, como um *smartphone*, ou lápis coloridos

Procedimento

1. Na bacia plástica, coloque algumas folhas picadas de repolho-roxo e adicione a água morna (na proporção de cinco a dez folhas para cada copo de água).
2. Deixe a mistura em repouso por algumas horas, até que o líquido adquira coloração.
3. Passe a mistura pela peneira para separar as folhas da solução.
4. Molhe o filtro de papel nessa solução e deixe secar.
5. Corte o filtro de papel em tiras e encoste-as nos alimentos escolhidos.
6. Fotografe ou desenhe as tiras de papel utilizadas na atividade, após entrarem em contato com os alimentos.

Analisar e prever

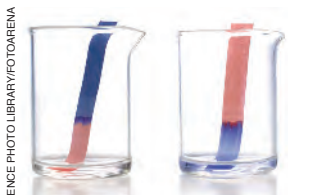
1. O que aconteceu com as tiras de papel quando elas encostaram nos alimentos?
2. Explique de que maneira você pode concluir quais alimentos apresentam caráter básico e quais apresentam caráter ácido.
3. Se fosse testado sabão em pó dissolvido em água, qual seria o resultado esperado?

94

Respostas – Vamos fazer

1. Resposta pessoal. Os estudantes devem observar alteração de cor no papel em contato com os alimentos.
2. Resposta pessoal. Os estudantes podem determinar como padrão de comparação a cor que o papel indicador adquire em contato com uma solução de caráter ácido conhecida (como o vinagre).
3. Espera-se que a cor da tira de papel se altere, pois o sabão em pó dissolvido em água resulta em uma solução básica.

Exemplos de indicadores ácido-base muito utilizados em laboratório são os papéis de tornassol, a solução hidro-alcoólica de fenolftaleína e a solução hidro-alcoólica de azul de bromotimol.



O papel de tornassol azul, em contato com um meio ácido, fica vermelho; o papel de tornassol vermelho, em contato com um meio básico, fica azul.



A solução de fenolftaleína é incolor em meio ácido, neutro ou levemente básico. Conforme o meio fica mais básico, a solução muda para uma coloração rosa que fica cada vez mais intensa com o aumento da basicidade.



A solução de azul de bromotimol apresenta cor amarela quando o meio é ácido, cor verde se o meio é neutro e cor azul se o meio é básico.

A escala de pH

O caráter ácido-básico das soluções aquosas pode ser determinado de modo mais preciso por meio de instrumentos. Eles fornecem valores numéricos de acordo com a **escala de pH** (potencial hidrogeniônico), que varia de 0 a 14. A escala de pH baseia-se no cálculo da **concentração de íons H^+** , ou seja, a quantidade desses íons presente em determinado volume de solução. Quando analisadas por meio desses instrumentos, a 25 °C, as soluções ácidas apresentam valores de pH menores que 7. Já para as soluções básicas, os valores de pH são maiores que 7. O pH da água e de soluções neutras, por sua vez, é igual a 7. Quanto maior a concentração de íons H^+ , maior é a acidez da solução e menor o valor de seu pH. Quanto maior a concentração de íons OH^- , mais básica é a solução e maior será seu valor de pH.



O extrato de repolho-roxo é um indicador ácido-base natural. A variação de coloração das soluções mostradas na fotografia, às quais foram adicionadas gotas de extrato de repolho-roxo, pode ser relacionada a valores de pH obtidos por instrumentos.

De olho no tema

O estômago produz ácido clorídrico presente no suco gástrico e que atua na digestão dos alimentos. O aumento da quantidade desse ácido no estômago pode causar azia e dor. Para reduzir o desconforto, procura-se neutralizar o excesso de acidez do suco gástrico.

- Qual dos líquidos a seguir poderia ser prescrito para um paciente que apresenta o desconforto descrito acima? Explique sua resposta.
Suco de limão: pH = 2,5; solução de sal de frutas: pH = 10; água mineral: pH = 5,8.

Orientações didáticas

- Assim como o repolho-roxo contém substâncias que podem ser utilizadas como indicadores ácido-base, mencione que outras espécies vegetais, como as hortênsias, também possuem substâncias que podem ser usadas como indicador ácido-base. Isso pode ser percebido pela coloração de suas flores: em solos com caráter ácido, as flores são azuis, ao passo que, em solos com caráter básico, elas são rosas. Incentive os estudantes a pesquisar se na região em que vivem existem hortênsias e verificar qual é a cor predominante de suas flores, inferindo sobre a acidez ou a alcalinidade do solo da região.

- Ao discutir a escala de pH, solicite aos estudantes que retomem os resultados do **Vamos fazer** – *Indicador natural de acidez* e comparem, após os testes, a coloração das fitas às da escala de pH apresentada na imagem. Dessa forma, os estudantes poderão inferir o pH de cada amostra avaliada.

- Uma forma de contextualizar e dimensionar a importância do uso de indicadores ácido-base é apresentar um exemplo no qual o controle da acidez ou da basicidade do meio são relevantes para diversas atividades humanas, como na agricultura, na indústria de alimentos ou ainda no cuidado com a saúde (a ingestão de alimentos ácidos pode provocar problemas gástricos, promover um maior desgaste do esmalte dos dentes, favorecer o desenvolvimento de cáries, entre outros).

- Ao final do trabalho com esse Tema, é sugerida a realização da **Oficina 3** – *Testando o pH do solo*, como forma de aplicar os conhecimentos construídos e de contextualizar o que foi estudado com um exemplo de uso real de medição de pH.

Resposta – De olho no tema

O sal de frutas geralmente contém bicarbonato de sódio ($NaHCO_3$) em sua composição. Quando dissolvido em água, produz uma solução alcalina que ajuda a diminuir a acidez do estômago, aliviando o desconforto. Tomar suco de limão não seria adequado, por sua elevada acidez (pH = 2,5), o que pode, dependendo da quantidade, até mesmo agravar o problema. A ingestão de determinado volume de água mineral poderia surtir algum efeito temporário, pois levaria à diminuição da concentração de íons H^+ provenientes da ionização do ácido clorídrico.

Respostas – Atividades

1. a) cátion: K^+ ; ânion: SO_4^{2-} . b) cátion: Mg^{2+} ; ânion: Cl^- . c) cátion: Ca^{2+} ; ânion: PO_4^{3-} . d) cátion: Na^+ ; ânion: NO_3^- .

2. A cor apresentada pelas flores das hortênsias depende das condições de acidez do solo (**dado**). Há substâncias que mudam de cor em meios ácidos ou básicos, funcionando como indicadores de pH (**apoio 1**). Além disso, a água presente no solo, seja ela ácida, seja básica, é absorvida pelas raízes das plantas e distribuída para todas as suas partes, inclusive para as flores (**apoio 2**). Então, provavelmente (**qualificador**), as flores das hortênsias têm uma substância que atua como indicador ácido-base (**conclusão**), pois sua coloração pode ser rosa ou azul em função do pH da água que foi absorvida do solo (**garantia**). A não ser que haja outro fator que resulte na mudança de cor das flores de modo a coincidir com o pH do solo (**refutação**). Posteriormente, informe aos estudantes que, de fato, essas flores têm uma substância que funciona como indicador de pH, tornando-as azuis quando a planta está em solo ácido, e rosas em solo básico. A atividade proposta possibilita o desenvolvimento da **competência geral 7** prevista pela BNCC.

3. a) Dióxido de carbono, ou gás carbônico (CO_2). b) A mistura resultante da adição de fenolftaleína à solução de caráter básico apresenta coloração rosa. Após borbulhar o CO_2 , a solução fica incolor. Essa conclusão é possível pois o enunciado da atividade afirma que a solução mudou de cor. c) O cientista deve concluir que o contato do CO_2 com a solução aquosa aumentou a acidez desta, por isso ocorreu variação de coloração; logo, o dióxido de carbono é um óxido ácido. A evidência que permite chegar a essa conclusão é a alteração da cor da solução, que passa de rosa para incolor.

4. a) Sabão líquido; sabonete; limpa-vidros; xampu; creme dental; café; água da torneira – mamão papaia; banana-nanica – chá-mate – lustra-móveis – água da chuva – condicionador; morango; suco de laranja – tomate. b) Xampu (com valor de pH superior a 7), limpa-vidros, sabonete e sabão líquido. c) Creme dental e xampu, com valor de pH igual ou próximo de 7.

5. Antes da mesa-redonda, sugerimos que ajude os estudantes a pesquisar os fatores relacionados à produção de sais orgânicos na natureza, a fim de que estejam preparados para participar do debate no dia do evento. Auxilie-os na confecção dos convites a serem feitos aos pesquisadores. A atividade vai permitir que eles exercitem a curiosidade e



Atividades ▶ TEMAS 1 A 4

REGISTRE EM SEU CADERNO

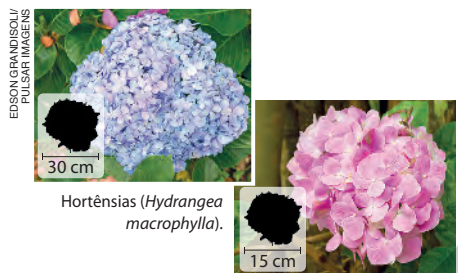
ORGANIZAR

1. Em cada fórmula química a seguir, identifique o cátion da base e o ânion do ácido envolvidos na formação do sal representado.

- K_2SO_4 (sulfato de potássio)
- $MgCl_2$ (cloreto de magnésio)
- $Ca_3(PO_4)_2$ (fosfato de cálcio)
- $NaNO_3$ (nitrato de sódio)

ANALISAR

2. As fotos a seguir mostram que as hortênsias (*Hydrangea macrophylla*) podem exibir diferentes cores. Proponha uma hipótese que possa explicar esse fato, sabendo que a cor apresentada por elas depende das condições de acidez do solo. Apresente sua resposta na forma de um argumento científico contendo **dado, conclusão, justificativa (garantia + apoio), qualificador e refutação**.



3. Para verificar o comportamento ácido-base do óxido que expiramos, um cientista resolveu fazer o seguinte experimento: adicionou algumas gotas do indicador fenolftaleína a uma solução aquosa incolor que apresentava pH igual a 9. Com o auxílio de um canudo, ele assoprou dentro dessa solução. Após fazê-la borbulhar por algum tempo, verificou que a solução mudou de cor. Em relação a esse experimento, responda às questões.

- Qual é o óxido que expiramos?
- Qual era a cor inicial da solução após a adição do indicador? E a final?
- Qual deve ser a conclusão do cientista? Explique sua resposta, revisando os passos que o levou a ela.

4. Leia e faça o que se pede.

Na tabela a seguir, estão registrados os resultados de um teste de pH feito em diferentes amostras.

Amostra	pH	Amostra	pH
Tomate	3	Sabonete	10
Morango	3-4	Xampu	7-8
Mamão papaia	5-6	Condicionador	5
Banana-nanica	5	Sabão líquido	11-12
Café	6	Limpa-vidros	9
Chá-mate	5	Lustra-móveis	5
Suco de laranja	3	Água da chuva	5
Creme dental	6-7	Água da torneira	5-6

- Analisando os valores de pH, escreva, em ordem crescente de acidez, as amostras da tabela.
- Quais são as amostras que apresentam caráter básico?
- Quais delas podem ser consideradas, por aproximação, de caráter neutro?

COMPARTILHAR

5. Em maio de 2021, foi divulgado pela Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço (Nasa) uma nova descoberta do veículo explorador *Curiosity* em uma cratera de Marte: a presença de sais orgânicos. Estes são substâncias formadas pela reação de neutralização (e posterior evaporação do solvente) entre uma base inorgânica, como o hidróxido de sódio, e um ácido orgânico, como o ácido cítrico. De acordo com os pesquisadores, essa descoberta poderia ser mais uma evidência de que Marte já abrigou vida há bilhões de anos, embora ainda não esteja clara a origem das substâncias encontradas.

- Por que a presença de sais orgânicos foi relacionada à possível existência de vida em Marte, mesmo depois de bilhões de anos? Para discutir esse assunto, organizem, com a ajuda do professor, uma mesa-redonda na escola e convidem para o debate pesquisadores de diferentes áreas, como Astronomia, Química e Biologia. Convidem a comunidade escolar para o evento e avaliem com o professor a possibilidade de transmiti-lo ao vivo pelas redes sociais da escola.

analisem criticamente fatos e hipóteses, ao mesmo tempo que trabalham o refinamento da linguagem para comunicar e debater diferentes ideias, além de fazerem o uso de tecnologias digitais para desenvolver e compartilhar o conhecimento. Dessa forma, essa atividade mobiliza as **competências gerais 5 e 9** da Educação Básica e as **competências específicas 2, 3 e 6** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, previstas pela BNCC.



Analisando o pH da água de diferentes locais

A água da chuva não é um meio neutro. A presença de alguns óxidos na atmosfera, como o dióxido de carbono (CO_2) e de poluentes atmosféricos, como os óxidos de enxofre e de nitrogênio, leva ao aumento de sua acidez. Será que a água usada no dia a dia para cozinhar alimentos é um meio neutro? E a água do bebedouro da escola ou da fonte de um parque?

Material

- Amostras de água de diferentes locais (bebedouro, torneira da cozinha da escola, fonte, água mineral engarrafada)
- Garrafas de plástico pequenas e limpas (para coleta das amostras)
- Copos pequenos de plástico
- Lápis e etiquetas
- Extrato de repolho-roxo (indicador ácido-base)

Procedimento

1. Organize-se em grupos e colete amostras de água de diferentes locais, especialmente da escola (por exemplo, da torneira da cozinha). Caso no município existam fontes de água mineral, verifiquem a possibilidade de coletar amostras dessas águas com o auxílio de um adulto responsável.
2. Utilizando as etiquetas, identifiquem cada copo indicando a procedência da amostra.
3. Coloquem cada uma das amostras coletadas nos respectivos copos e adicionem algumas gotas do extrato de repolho-roxo preparado na atividade **Vamos fazer**.
4. Comparem as colorações obtidas com aquelas observadas na imagem presente no **Tema 4**.
5. Anotem o pH aproximado de cada uma das amostras e se ele corresponde a um meio ácido, neutro ou alcalino.

Analisar e discutir

1. Quais poderiam ser as causas de uma variação de pH entre as amostras de água?
2. Para auxiliar na discussão dos resultados, organizem um quadro no caderno e registrem os seguintes dados: data e local da coleta, aspecto visual da amostra, indicador ácido-base utilizado, valor de pH aproximado e se ele indica um meio ácido, neutro ou básico. Reservem um campo para anotar as discussões relacionadas à variação de pH entre as amostras e suas possíveis causas.
3. O grupo pode repetir a atividade coletando e analisando a água de um mesmo local, mas em datas diferentes. Com isso, poderão ser ampliadas as discussões sobre a variação de pH da água desse local e as prováveis causas.

Compartilhar

4. Combinem com a direção ou a coordenação da escola um período para a ampliação desse trabalho (por exemplo, duas semanas, um mês ou um semestre). Após esse prazo, com o aval do professor, realizem a conclusão da atividade divulgando os resultados para a comunidade escolar, usando, por exemplo, o mural ou as redes sociais da escola. É importante comentar e procurar explicar aos demais colegas os resultados obtidos que indiquem possíveis variações na acidez das amostras de água.

Orientações didáticas

• Na seção **Explore**, incentive-se os estudantes a compreender e a explicar fatos do mundo em que vivem, pois essas competências podem lhes ser úteis para propor intervenções no cotidiano, quando necessário. Permita que eles questionem os resultados obtidos, busquem respostas e pesquisem as causas que possam explicar o que foi observado. Auxilie-os na interpretação dos resultados. A discussão dos resultados obtidos para amostras de água mineral comercial (vendida em garrafa) é interessante, pois nos rótulos de diferentes marcas costuma ser indicado o valor do pH da água na fonte. Peça aos estudantes que observem os rótulos e percebam que a composição da água mineral é variável (dependendo da fonte), o que influencia sua acidez. Dessa forma, as atividades propostas nesta seção possibilitam trabalhar as **competências gerais 2 e 4** da Educação Básica e das **competências específicas 2, 3 e 6** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, previstas na BNCC.

- Caso realize pesquisa de campo, peça a eles que anotem e apresentem corretamente as informações, como data da coleta da água, local da fonte, natureza (potável, fluvial, marinha etc.), temperatura e o nome dos integrantes do grupo.
- A realização da pesquisa propicia o desenvolvimento do TCT – **Educação Ambiental** – ao explorar o monitoramento de um dos fatores da qualidade das águas e fatores que podem resultar na alteração de seus parâmetros.

Respostas – Explore

1. Espera-se que os estudantes considerem a origem e a composição da água das diferentes amostras analisadas. Como todas elas tratam de misturas, apresentarão valores de pH diferentes de 7 e, possivelmente, diferentes entre si. O pH é uma variável que sofre influência da temperatura; portanto, para que o pH das amostras sejam comparáveis, é necessário que durante a medição todas elas estejam na mesma temperatura.
2. Auxilie os estudantes a obter a melhor maneira de registrar os dados obtidos.
3. Procure obter informações sobre o entorno da escola para selecionar datas em que haverá variações maiores entre as medidas.
4. Peça aos estudantes que, durante a divulgação dos resultados do trabalho, deixem claro que a acidez de uma amostra de água mineral, de um bebedouro ou da cozinha da escola, não é, necessariamente, um indicativo de que essa água não deva ser consumida; a acidez se deve à composição da solução, em especial dos sais dissolvidos na água.

Orientações didáticas

• A proposta da seção **Atitudes para a vida** tem como objetivo promover a reflexão sobre a importância da persistência para a conclusão de uma tarefa, ou seja, de não desistir dos objetivos mesmo diante de uma dificuldade, e sim buscar estratégias para superá-la e seguir adiante. É importante levar os estudantes a se questionarem sobre o que fazem quando um problema ou uma situação surge e parece dificultar o alcance dos objetivos. Além disso, as atividades da seção possibilitam a discussão sobre a relação entre Ciência e gênero, promovendo a valorização da diversidade e o empoderamento das mulheres, bem como viabiliza o debate sobre a importância do desenvolvimento tecnológico para a construção do conhecimento científico e a preservação ambiental e de patrimônios históricos. Dessa forma, esta seção favorece o trabalho com as **competências gerais 1 e 9** da Educação Básica e com as **competências específicas 1, 5, 6 e 8** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, previstas pela BNCC.

• Na atividade do item **Compartilhar**, oriente os estudantes para que pesquisem a atuação de personalidades que se destacaram lutando por causas que promoviam o bem comum, a solidariedade, a tolerância e a melhora da qualidade de vida.



Atitudes para a vida

REGISTRE EM SEU CADERNO

A luta de uma mulher para preservar um patrimônio da humanidade

[...] Dona de uma história que se confunde com a do Parque Nacional da Serra da Capivara, no Piauí, Niède Guidon batalha há quase 40 anos para manter intactos os mais importantes registros da saga dos primeiros [seres humanos] a pisarem no atual território nacional [...].

A luta por mais recursos para manter o parque e enfim conseguir transformar a [...] região do município de São Raimundo Nonato em um polo turístico soma-se às dezenas de outras que a arqueóloga tem assumido praticamente sozinha nas últimas quatro décadas.

“Eu vim morar no sertão para não deixar essa riqueza se perder e poder ajudar a tirar essas pessoas da miséria”, disse, 11 anos atrás, ao receber o prêmio Prince Claus, da Holanda, quando previu: “Minha luta está longe do fim”. [...]

Sua história começou a se confundir com a do sertão piauiense no início da década de 1970, quando Niède deu início, acompanhada por um grupo de colegas franceses e brasileiros, a uma série de expedições arqueológicas a São Raimundo Nonato. Acabou se encantando profundamente com os tesouros naturais e culturais que encontrou.

Foi por iniciativa dela que, em 1978, o governo brasileiro criou o Parque Nacional da Serra da Capivara. [...] Niède se mudou definitivamente para São Raimundo Nonato em 1991 para administrar o parque, que acabara de ser declarado Patrimônio Cultural da Unesco. De lá para cá, fez centenas de descobertas e criou o Museu do Homem Americano. [...]

Com uma área total de 130 mil hectares, a Serra da Capivara abriga mais de 900 sítios arqueológicos, 500 deles com pinturas rupestres. [...]

Mas, a despeito de tamanha riqueza, o parque vive em graves dificuldades financeiras. [...] Sempre que pode, a própria Niède percorre o terreno [...]. Ela abre trilhas obstruídas, afasta intrusos e verifica pessoalmente o estado das pinturas.

Por causa de sua luta, a arqueóloga já recebeu ameaças de morte, sobretudo por parte de caçadores que insistem em invadir o perímetro do parque. [...]

Embora surpreenda a muitos, a dedicação de uma vida inteira à Serra da Capivara, em meio a tantos desafios, é fácil de explicar – pelo menos para ela.

“Eu sou uma arqueóloga” [...]. “Conheço sítios no mundo inteiro. Sei muito bem a importância do que temos aqui.”

Fonte: JANSEN, R. A arqueóloga que batalha para preservar os vestígios dos primeiros homens das Américas. *BBC Brasil*, 12 mar. 2016. Disponível em: https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2016/03/160312_perfil_niede_guidon_rj_ab. Acesso em: 4 ago. 2022.



MARCUS LEONFOLHAPRESS

A arqueóloga brasileira Niède Guidon, responsável pelos estudos antropológicos na Serra da Capivara, em premiação. (São Paulo, SP, 2017.)

Entrando na rede

Na página <https://www.youtube.com/watch?v=9576H-X39J8> está disponível o documentário *Serra da Capivara*, da Unesco, que aborda diversos aspectos do Parque Nacional da Serra da Capivara.

Acesso em: 29 ago. 2022.

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

98

Sugestão de recurso complementar

Site

DOMINGUES, J. Os principais sítios arqueológicos pré-coloniais do Brasil. *ArchDaily*, 9 fev. 2016.

O texto apresenta informações sobre sítios arqueológicos em todas as regiões do Brasil.

Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/781740/sitios-arqueologicos-pre-coloniais-no-brasil>.

Acesso em: 17 ago. 2022.



Desde a década de 1970, Niède Guidon luta pela preservação de importantes registros históricos, localizados no sertão do Piauí. Na imagem, a pesquisadora em um dos sítios arqueológicos na Serra da Capivara. (PI, 1990.)

TROCAR IDEIAS SOBRE O TEMA

1. Pesquisas realizadas pela arqueóloga Niède Guidon revelaram indícios da presença de seres humanos na região da Serra da Capivara cerca de 100 mil anos atrás. Entre os materiais estudados estão artefatos feitos de pedra lascada, analisados por microscopia eletrônica. Com base nas pesquisas, Niède formulou uma nova hipótese para o povoamento do continente americano: a de que o *Homo sapiens* teria saído da África e cruzado o Oceano Atlântico até chegar à América.
 - Considerando essas informações, discuta com seus colegas qual é a importância dos conhecimentos científico e tecnológico para estudos arqueológicos.
2. O texto apresenta uma história de persistência e determinação protagonizada por uma mulher ao longo de décadas. Reúna-se com seus colegas e façam a seguinte reflexão: sem o protagonismo desempenhado por Niède desde sua chegada à região, como vocês imaginam que o parque e toda a comunidade de seu entorno estariam atualmente?

COMPARTILHAR

3. Em grupos, pesquisem outras histórias de pessoas que persistiram por uma causa. Essas histórias podem ter como protagonistas pesquisadores, médicos, líderes comunitários, estudantes, políticos, de qualquer parte do mundo e de qualquer época.
 - a) Coloque as informações selecionadas em folhas de papel sulfite e apresente-as aos demais grupos. Durante a apresentação, reflitam e discutam sobre as adversidades enfrentadas pelos retratados e como eles enfrentaram cada uma delas para atingir os objetivos.
 - b) Após a avaliação do professor, reúnam todas as pesquisas e encaminhem o material para ser encadernado – não se esqueçam de criar uma capa com um nome para o trabalho. Posteriormente, disponibilize-o na biblioteca da escola.

▶ COMO EU ME SAÍ?

- Procurei apresentar minhas ideias e considerar as opiniões dos colegas?
- Diante de dificuldades encontradas para realizar as atividades, busquei alternativas para resolvê-las?
- Procurei refletir sobre a importância de persistir para alcançar meus objetivos de vida?

Respostas – Atitudes para a vida

1. A discussão proposta pode ser realizada de maneira interdisciplinar envolvendo História. O objetivo é que os estudantes percebam a relação entre o desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia e sua importância em estudos de registros arqueológicos. Além do exemplo citado na atividade, os conhecimentos científico e tecnológico são também evidentes em pesquisas que buscam identificar as substâncias presentes nos pigmentos de pinturas rupestres e estimar o período em que foram feitas. O conhecimento produzido por meio da colaboração entre pesquisadores de diferentes áreas, como químicos, historiadores e arqueólogos, pode levar ao debate de novas teorias e hipóteses, revelando a dinamicidade da construção do conhecimento histórico tal qual o conhecimento científico.

2. Resposta pessoal. Pela descrição do trabalho da arqueóloga no texto, pode-se supor que não haveria conservação do local e talvez o parque não fosse criado, podendo impactar negativamente a comunidade local e os patrimônios históricos.

3. a) Usando exemplos de figuras brasileiras, podemos citar personalidades históricas, como o médico Oswaldo Cruz, que erradicou doenças endêmicas, e a psiquiatra Nise da Silveira, que inovou no tratamento de distúrbios mentais no Brasil, usando técnicas artísticas. Como exemplo contemporâneo, pode ser indicado o neurocientista Miguel Nicolelis, que desenvolveu um equipamento que permite a locomoção de pessoas com deficiência e criou uma escola para desenvolver Ciência na periferia de Natal (RN). b) Antes de unir o material, incentive-os a organizá-lo em ordem cronológica, por exemplo.

Orientações didáticas

• O processo de acidificação do Oceano Ártico e algumas de suas consequências são abordados na seção **Compreender um texto**. Retome com os estudantes os problemas ambientais causados pela elevada emissão de poluentes na atmosfera e, com base nessa troca de ideias, promova uma discussão sobre as atitudes individuais que podem ser modificadas a fim de mitigar a emissão de gases do efeito estufa. A discussão pode ser a motivação para a produção de material de divulgação, tornando os estudantes divulgadores do conhecimento e valorizando a atitude cidadã e a consciência socioambiental. Dessa forma, contribui-se com o desenvolvimento das **competências gerais 2, 4, 5, 7 e 10** para a Educação Básica e das **competências específicas 3, 6 e 8** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, previstas pela BNCC.

• Ao término da leitura e das atividades de compreensão do texto, se tiver disponibilidade, apresente aos estudantes o vídeo indicado nas **Sugestões de recursos complementares** para ilustrar o impacto da emissão de poluentes no equilíbrio do ambiente marinho. Caso não seja possível exibir o vídeo, recorra ao texto também indicado em **Sugestões de recursos complementares**. Com base no vídeo e/ou no texto, promova uma breve discussão sobre como a atividade humana afeta e é afetada pelo equilíbrio do ambiente. Em seguida, peça a eles que pesquisem outros impactos que a acidificação dos oceanos pode ocasionar à sociedade e ao meio ambiente, assim como a relação com os impactos do aquecimento global.



Compreender um texto

Oceano Ártico sofre rápido processo de acidificação, diz estudo

Excesso de CO₂ na atmosfera faz [a] água do mar absorver gás e ficar ácida. Segundo cientistas, [o] fenômeno prejudica ecossistemas

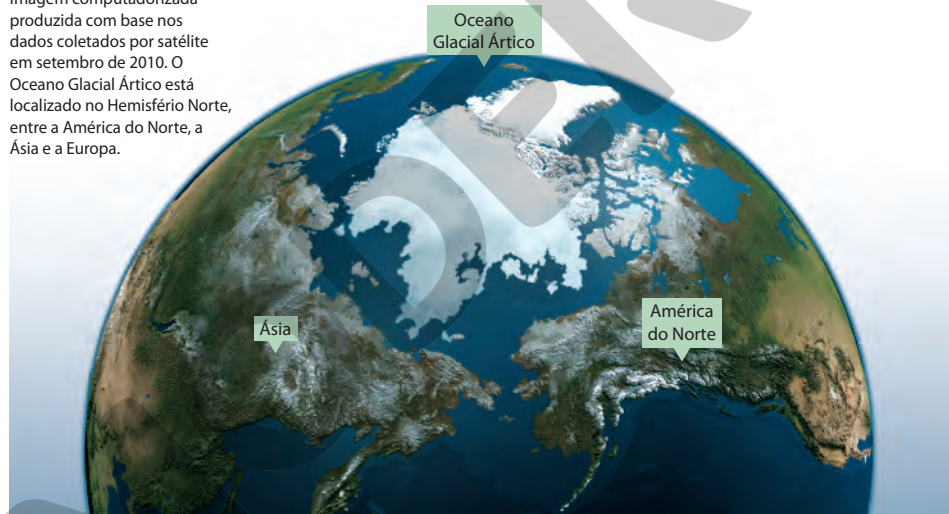
O Oceano Ártico sofre com um rápido processo de acidificação devido às emissões de CO₂, um fenômeno que ameaça os frágeis ecossistemas da região, alertaram cientistas do Programa de Monitoramento e Avaliação do Ártico (Amap, na sigla em inglês), que reúne estudiosos de vários países.

As informações foram divulgadas [...] em uma conferência internacional sobre a acidificação dos oceanos, que acontece na Noruega.

Segundo a investigação, a acidez das águas nessa parte do planeta aumentou 30% desde o início da era industrial. O Ártico é o mais vulnerável dos oceanos porque suas águas frias absorvem mais CO₂ e recebem a água doce vinda dos rios e do degelo. Tais fatos reduzem a capacidade do oceano de neutralizar quimicamente o ácido proveniente do CO₂.

Além disso, o crescente degelo das calotas [camada de gelo central na região polar] durante o verão deixou descobertas superfícies marinhas cada vez maiores, que contribuem para maior absorção do dióxido de carbono. Segundo o estudo, no Mar da Islândia e no Mar de Barents, o pH diminuiu cerca de 0,02 por década desde o final dos anos de 1960.

Imagem computadorizada produzida com base nos dados coletados por satélite em setembro de 2010. O Oceano Glacial Ártico está localizado no Hemisfério Norte, entre a América do Norte, a Ásia e a Europa.



Reprodução proibida. Art. 184 da Código Penal e Lei 5.610 de 19 de fevereiro de 1968.

NASA GODDARD'S SCIENTIFIC VISUALIZATION STUDIO

100

Sugestões de recursos complementares

Vídeo

ACIDIFICAÇÃO dos oceanos. 2010. (1 min). Publicado pelo canal Greenpeace Brasil.

O vídeo do grupo Greenpeace resume a participação da atividade humana no processo de acidificação dos oceanos e seu impacto no equilíbrio do ecossistema marinho.

Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=QIQnfT0PRZ8>.

Podcast

ALEGRE, L. Acidificação dos oceanos pode extinguir animais marinhos. *Jornal da USP*, 1º ago. 2019.

Esse *podcast* aborda o impacto na vida marinha causado pela acidificação dos oceanos.

Disponível em: <https://jornal.usp.br/atualidades/acidificacao-do-oceano-pode-extinguir-animais-marinhos/>.

Acessos em: 17 ago. 2022.

Recuperação lenta

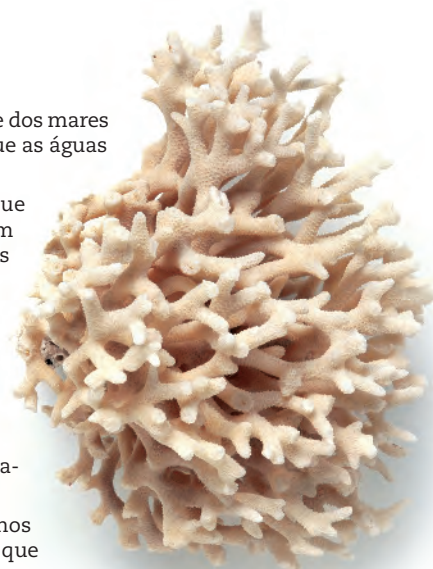
Os pesquisadores alertaram ainda que a superfície dos mares árticos sofre mais rapidamente esse processo do que as águas mais profundas.

Outro ponto citado pelo estudo é que, mesmo que as emissões do gás de efeito estufa caíssem, seriam necessários milhares de anos para que os oceanos recuperassem seu nível de acidez de antes do período industrial, há dois séculos, de acordo com o pesquisador norueguês Richard Bellerby, autor de um relatório científico sobre o assunto.

O impacto da acidificação é pouco conhecido, mas atinge de forma diferente os ecossistemas. No interior do Ártico, por exemplo, corais, moluscos e outros organismos tiveram a capacidade de calcificação alterada.

O processo ocorre devido à absorção pelos oceanos do excesso de dióxido de carbono na atmosfera, o que torna a água mais ácida. Estruturas rígidas, como as conchas de ostras e o esqueleto dos corais, são as mais afetadas pela alteração.

Fonte: OCEANO Ártico sofre rápido processo de acidificação, diz estudo. G1, 6 maio 2013. Disponível em: <https://g1.globo.com/natureza/noticia/2013/05/oceano-artico-sofre-rapido-processo-de-acidificacao-da-agua-diz-estudo.html>. Acesso em: 4 ago. 2022.



TIM RIDLEY/VOORLING KINDERSLEY/GETTY IMAGES

Esqueleto do coral da espécie *Acropora cervicornis*. A acidez das águas dos oceanos dificulta a formação de carbonato de cálcio, substância formadora do esqueleto dos corais. Eles têm grande importância na vida marinha, pois abrigam e servem de alimento para muitos animais. Podem atingir até 2 metros de largura e de altura.

ATIVIDADES

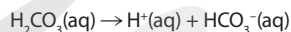
REGISTRE EM SEU CADERNO

OBTER INFORMAÇÕES

1. O que se entende por acidificação dos oceanos? Qual seria a principal causa? Justifique sua resposta com base em informações extraídas do texto.
2. Por que o Oceano Ártico é o mais prejudicado dos oceanos em relação às emissões de CO_2 ?
3. De que maneira a acidificação dos oceanos causa impacto na vida dos corais e de alguns moluscos?
4. Por que o degelo das calotas polares facilita a absorção do CO_2 pelas águas do oceano?

INTERPRETAR

5. O processo de acidificação das águas ocorre somente no Oceano Ártico ou pode ocorrer em outros oceanos? Explique sua resposta.
6. O ácido proveniente do CO_2 é o H_2CO_3 (ácido carbônico). Esse ácido se ioniza em etapas. A primeira etapa é representada a seguir.



Com base nessas informações, escreva a equação química que representa a reação de neutralização entre o ácido carbônico e o hidróxido de sódio, uma base que pode ser obtida da água do mar.

Respostas – Compreender um texto

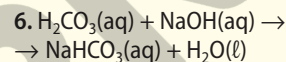
1. Acidificação é um processo de transformação química que ocorre entre a água dos oceanos e o dióxido de carbono da atmosfera, gerando um produto ácido. Em razão do aumento da emissão de gás carbônico pelas atividades antrópicas e, portanto, da consequente concentração desse gás na atmosfera, o processo de acidificação está cada vez mais acentuado.

2. Por causa da temperatura baixa de suas águas, o que facilita a absorção de CO_2 , e pelo recebimento das águas doces vindas dos rios e do degelo das geleiras, o que reduz a capacidade de neutralização do ácido formado.

3. A acidificação das águas altera a calcificação desses organismos vivos.

4. Porque aumenta a superfície de contato entre os gases e a água líquida.

5. A acidificação das águas ocorre em todos os oceanos, porque o gás carbônico se dispersa por toda a atmosfera terrestre e entra em contato com as águas de todos os oceanos.



Sugestões de recursos complementares

Artigos

ACIDIFICAÇÃO dos oceanos: o que é e como ocorre?
Ecycle.

O texto apresenta as consequências ambientais, econômicas e sociais resultantes da acidificação dos oceanos.

Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/acidificacao-dos-oceanos/>.

Mudanças climáticas estão apagando artes rupestres mais antigas do mundo. *Galileu*, 17 maio 2021.

A matéria destaca um estudo que aponta a intensificação de danos à arte rupestre que estão sendo causados pelas mudanças climáticas.

Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Um-So-Planeta/noticia/2021/05/mudancas-climaticas-estao-apagando-artes-rupestres-mais-antigas-do-mundo.html>

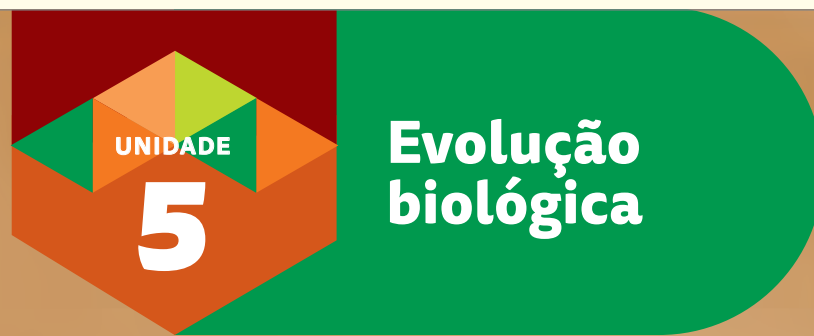
Acessos em: 17 ago. 2022.

Objetivos da Unidade

- Identificar evidências da evolução biológica.
- Diferenciar fixismo de evolucionismo.
- Compreender as principais ideias evolucionistas, com ênfase nos trabalhos de Lamarck, Darwin e Wallace.
- Relacionar as viagens de Darwin e Wallace com o desenvolvimento de suas teorias.
- Compreender os processos de seleção natural e seleção artificial.
- Conhecer a teoria sintética da evolução.
- Investigar os mecanismos da seleção natural para manutenção de características em populações hipotéticas.
- Diferenciar mimetismo de camuflagem, reconhecendo que são exemplos típicos de adaptação.
- Reconhecer adaptações de animais e plantas às condições ambientais.
- Compreender o processo de especiação.
- Interpretar uma árvore filogenética.
- Caracterizar as Unidades de Conservação.
- Compreender a importância das Unidades de Conservação para a proteção da biodiversidade.
- Discutir a relação entre o consumo consciente e a conservação da biodiversidade.
- Propor medidas para tornar a escola mais sustentável.
- Entender como os interesses pessoais dos cientistas podem influenciar suas pesquisas.
- Refletir sobre o preconceito racial e a ausência de fundamentação biológica para a existência de raças humanas.

Temas contemporâneos transversais (TCTs) em foco nesta Unidade

- **Educação Ambiental:** abordar situações de conservação ambiental e sua importância para a manutenção da vida na Terra.
- **Ciência e Tecnologia:** evidenciar que o desenvolvimento científico é apoiado pelo progresso tecnológico.
- **Educação para o Consumo:** discutir a relação entre consumo, descarte de resíduos e conservação ambiental; estimular a proposição de ações que tornem a escola mais sustentável.



Dinossauros

Os dinossauros são répteis terrestres que viveram na Terra entre 230 milhões e 65 milhões de anos atrás e que já foram extintos. Graças aos seus fósseis, pesquisadores do mundo todo podem deduzir informações a respeito da alimentação, do comportamento e do ambiente em que viviam esses animais, por exemplo. Existem museus, como os de Zoologia e os de História Natural, que têm como objetivo preservar esses registros da história da evolução das espécies, além de expor e comunicar aos visitantes informações sobre os dinossauros.



Pesquisador analisando o fêmur de um dinossauro saurópode, o maior herbívoro conhecido, de 140 milhões de anos. Esse osso mede 2 m de comprimento e tem mais de 500 kg. (França, 2019.)

GEORGES SOBET/AFP

102

Habilidades da BNCC em foco nesta Unidade

- **EF09CI10:** Comparar as ideias evolucionistas de Lamarck e Darwin apresentadas em textos científicos e históricos, identificando semelhanças e diferenças entre essas ideias e sua importância para explicar a diversidade biológica.
- **EF09CI11:** Discutir a evolução e a diversidade das espécies com base na atuação da seleção natural sobre as variantes de uma mesma espécie, resultantes de processo reprodutivo.
- **EF09CI12:** Justificar a importância das Unidades de Conservação para a preservação da biodiversidade e do patrimônio nacional, considerando os diferentes tipos de unidades (parques, reservas e florestas nacionais), as populações humanas e as atividades a eles relacionados.
- **EF09CI13:** Propor iniciativas individuais e coletivas para a solução de problemas ambientais da cidade ou da comunidade, com base na análise de ações de consumo consciente e de sustentabilidade bem-sucedidas.



Réplica de fóssil de dinossauro carnívoro conhecido como carnotauro no Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. (São Paulo, SP, 2019.)

Começando a Unidade

1. Você sabe explicar a causa da extinção dos dinossauros? Formule uma breve explicação em seu caderno.
2. Além da explicação que você elaborou na questão anterior, você conhece outras explicações para a extinção dos dinossauros? Alguns colegas expuseram explicações diferentes da que você conhecia?
3. Em sua opinião, os seres vivos que habitam a Terra hoje são os mesmos desde o surgimento da vida no planeta? Justifique sua resposta.
4. Você já se perguntou como podem existir tantas espécies diferentes no planeta Terra? Como você explicaria essa diversidade?
5. Explique com suas palavras o que é evolução dos seres vivos.

Por que estudar esta Unidade?

Compreender o processo evolutivo dos seres vivos nos possibilita entender as similaridades e as diferenças entre os seres vivos que habitaram o planeta Terra no passado e os seres vivos atuais, as modificações das características dos seres vivos e do ambiente em que eles vivem e a formação de novas espécies. Esses conhecimentos contribuem para a conservação da biodiversidade da Terra por meio de atitudes que objetivam a integridade dos ambientes naturais. Uma dessas atitudes é a adoção do consumo consciente, essencial para minimizar os impactos sobre o ambiente e, conseqüentemente, proteger os seres vivos que o habitam.

Orientações didáticas

- Essa Unidade visa apresentar aos estudantes alguns aspectos e conceitos relacionados à evolução dos seres vivos.
- Para introduzir os estudos sobre evolução biológica, explore as imagens e o texto de abertura. Explique que a extinção dos dinossauros é um tema muito controverso na Ciência. Comente que controvérsias são fundamentais para a formação do conhecimento científico, pois fornecem diferentes interpretações e críticas para a formulação e estruturação das teorias científicas.
- O desenvolvimento das atividades do **Começando a Unidade** permite verificar os conhecimentos prévios dos estudantes em relação ao processo evolutivo dos seres vivos. Caso julgue pertinente, peça a eles que registrem as respostas e voltem a elas após o encerramento da Unidade, reavaliando-as à luz do que estudaram.

Respostas – Começando a Unidade

1. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes comentem a teoria mais famosa relacionada à extinção dos dinossauros que é a colisão de um asteroide com a Terra. Utilize esse momento para trabalhar o tema de controvérsias nas pesquisas científicas. Explique que elas são importantes mudanças que ocorrem na forma de analisar fenômenos.
2. Em relação aos dinossauros, outra teoria possível é a ocorrência de intensos eventos vulcânicos que alteraram os ambientes terrestres e causaram a morte de diversos seres vivos, seguido do choque do asteroide. Se julgar conveniente, proponha à turma que realize uma atividade de pesquisa sobre a controvérsia científica da extinção dos dinossauros.
3. Resposta pessoal. Os estudantes podem dizer que alguns seres vivos que habitaram a Terra há muito tempo foram extintos e que outros foram surgindo. Eles podem citar como exemplo os próprios dinossauros.
4. Resposta pessoal. É possível que surjam explicações de caráter religioso, que devem ser respeitadas. Nesse caso, comente as diferenças entre o conhecimento científico e as doutrinas da religião, explicando que durante as aulas serão estudadas as teorias científicas sobre a origem e a evolução das diversas espécies existentes na Terra.
5. Resposta pessoal. Verifique se os estudantes associam a evolução ao processo de mudanças ao longo do tempo. Neste momento, não é necessária uma resposta correta, o objetivo é fazer um levantamento das concepções prévias dos estudantes sobre o tema.

Orientações didáticas

- O estudo da evolução pode gerar reações diversas nos estudantes, pois cada cultura e religião tem uma forma de explicar a existência dos seres vivos. É muito importante orientar os estudantes sobre a importância do respeito com as diferenças culturais e religiosas. Dessa forma, possibilita-se o desenvolvimento da **competência geral 9** da Educação Básica, prevista pela BNCC. Esclareça que para a Ciência moderna é o conceito de evolução que explica a história dos seres vivos atuais.

- O estudo da evolução biológica e da origem da diversidade costuma despertar o interesse e a curiosidade dos estudantes. No entanto, o estudo dos mecanismos evolutivos é um desafio pelo grau de abstração necessário, principalmente com relação ao tempo em que esses processos ocorreram. Dessa forma, utilize a imagem “Eventos da história da Terra” presente no quadro **Saiba mais!** sempre que julgar necessário, ajudando os estudantes a localizar os eventos estudados nessa escala de tempo.

- Ao representar a história da Terra em um dia, a medida absoluta de tempo é perdida, porém a escala relativa de tempo, proporcional aos acontecimentos, se mantém.

- É interessante lembrar que a idade da Terra de 4,6 bilhões de anos é uma estimativa feita no século XX. Antes do século XVIII, a idade da Terra era estimada em apenas 6 mil anos. Aproveite essa menção para abordar o caráter provisório do conhecimento científico e dessa forma auxiliar no desenvolvimento da **competência específica 1** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, prevista pela BNCC.

- Considere realizar uma abordagem interdisciplinar com o componente curricular Geografia sobre o estudo das modificações que a Terra sofreu ao longo das eras geológicas. Depois, discuta com os estudantes se o ser humano teria conseguido sobreviver se tivesse surgido há 3,5 bilhões de anos.



Evidências da evolução biológica

Os registros fósseis e a presença de estruturas anatomicamente semelhantes em várias espécies são evidências da evolução.

Mudanças no cenário terrestre

A Terra vem sofrendo mudanças desde sua formação, há cerca de 4,5 bilhões de anos. A temperatura da superfície diminuiu, a composição da atmosfera mudou bastante e muitos seres vivos surgiram e se extinguíram.

A visão de que o ambiente terrestre e os seres vivos se transformam ao longo do tempo é bastante recente. Até poucos séculos atrás, acreditava-se que a Terra e todos os seres vivos foram criados de uma só vez e permaneceram inalterados ao longo do tempo.

Nos últimos quatro séculos, porém, a humanidade passou a considerar cada vez mais as evidências de que muitos seres vivos que habitavam a Terra em tempos remotos desapareceram e que outros surgiram em épocas mais recentes. Essas evidências apoiam estudos que indicam, por exemplo, que os primeiros seres vivos surgiram há cerca de 3,5 bilhões de anos, os grandes dinossauros se extinguíram há aproximadamente 65 milhões de anos e a espécie humana surgiu há cerca de 300 mil anos.

Saiba mais!

HISTÓRIA DA TERRA EM 24 HORAS

Todos os acontecimentos da história da Terra, desde a sua formação até os dias de hoje, podem ser representados em uma escala de 24 horas.

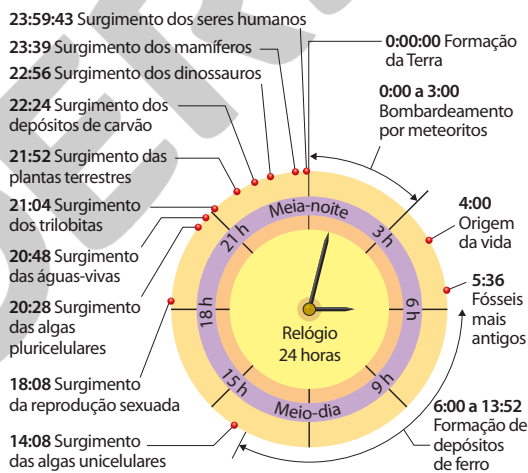
Nessa representação, a origem da vida teria ocorrido por volta das 4 horas da manhã. Os organismos mais complexos teriam surgido por volta das 9 horas da noite, 17 horas depois do surgimento da vida.

Já os primeiros animais terrestres teriam aparecido cerca de 2 horas antes do fim do dia, e toda a história da espécie humana teria começado 17 segundos antes da meia-noite, o que mostra como somos recentes na história do planeta.

Representação da história da Terra em escala de 24 horas.

Fonte: LLOYD, C. *O que aconteceu na Terra? A história do planeta, da vida & das civilizações, do Big Bang até hoje*. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2011.

Eventos da história da Terra



Sugestão de recurso complementar

Livro

PIRULA; LOPES, R. J. *Darwin sem frescura: como a ciência evolutiva ajuda a algumas explicar polêmicas da atualidade*. Rio de Janeiro: HarperCollins, 2019.

Neste livro a evolução biológica é abordada de forma descontraída para explicar curiosidades e temas frequentes da atualidade.

Com base nas evidências disponíveis, atualmente, os cientistas explicam a diversidade de seres vivos como resultado da **evolução biológica**, que será abordada com detalhes mais adiante nesta Unidade. De acordo com essa teoria, os seres vivos se transformam ao longo do tempo e são todos descendentes de um **ancestral comum**.

Registro fóssil

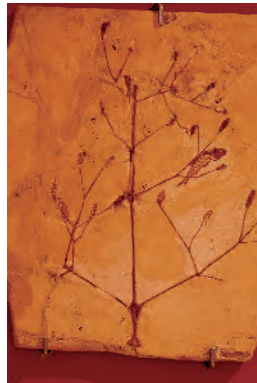
Os **fósseis** são restos de seres vivos ou vestígios de suas atividades que ficaram preservados em diferentes materiais. De maneira geral, os fósseis são encontrados nas rochas sedimentares em razão dos processos de acúmulo e compactação dos sedimentos. No entanto, os fósseis também podem ser encontrados em materiais como âmbar ou gelo.

Entre os fósseis formados por **restos de seres vivos**, só há registro das estruturas mais resistentes, as chamadas partes “duras”, como dentes, ossos e conchas. As partes “moles”, como pele, músculos, vasos sanguíneos e vísceras, dificilmente se fossilizam, pois são rapidamente decompostas por microrganismos. São raros os casos de seres vivos encontrados inteiros, mas há fósseis de alguns insetos preservados em âmbar e de animais preservados no gelo.

Os fósseis formados por **vestígios de atividades de seres vivos** podem ser compostos de pegadas, pistas, ovos (principalmente de répteis) e fezes (os coprólitos).

Esses materiais são de grande importância para a Ciência, pois a análise dos fósseis apoia a elaboração de hipóteses sobre como eram os seres vivos que habitavam o planeta antigamente e que agora estão extintos e sobre os ambientes da Terra na época em que viveram. Muitos fósseis apresentam semelhanças com seres vivos atuais, indicando um **grau de parentesco evolutivo** entre eles, isto é, ancestrais comuns a espécies atuais e já extintas.

O registro fóssil é o mais forte indício de que a biodiversidade do planeta no passado era distinta da atual, além de ser uma das principais evidências da evolução dos seres vivos.



Fóssil de planta do gênero *Ephedra*, com cerca de 22 cm. Foi encontrado na Chapada do Araripe, que fica na divisa entre os estados do Ceará, do Piauí e de Pernambuco. Sua idade foi estimada em cerca de 110 milhões de anos.



Pegada fóssil de um dinossauro, de cerca de 1,2 m de diâmetro, deixada há cerca de 80 milhões de anos. (Bolívia, 2016.)



Filhote da espécie extinta de leão, leão-das-cavernas (*Panthera spelaea*) congelado. Esse fóssil foi encontrado na Sibéria e estima-se que tenha mais de 28 mil anos. (Rússia, 2018.)

Orientações didáticas

- Ao longo da história da humanidade, nem sempre os fósseis foram entendidos como evidências do processo evolutivo. Na China antiga, alguns fósseis eram interpretados como vestígios de dragões, e, na cultura ocidental cristã, como produtos do dilúvio bíblico. Durante o Renascimento, os fósseis começaram a ser objeto de estudo científico, contribuindo para a formulação das teorias evolutivas.

- A maioria dos fósseis é resultante do processo de formação de rochas sedimentares. Se considerar necessário, retome esse assunto com os estudantes.

- Outros processos de fossilização são: a criopreservação, que preserva o material biológico no gelo; a conservação em âmbar, na qual a seiva de árvores cristaliza e preserva pequenos animais em seu interior; e a mumificação natural, na qual a dessecação do material biológico impede sua decomposição.

- Os fósseis estruturais mais antigos que já foram encontrados são os estromatólitos. Esses fósseis indicam a existência de colônias de bactérias que viviam em águas superficiais desde 3,5 bilhões de anos atrás. Porém, talvez esses não sejam os fósseis mais antigos que existem, pois fósseis químicos – que indicam apenas transformações químicas realizadas por seres vivos – sugerem a existência de seres vivos há 4,1 bilhões de anos.

Sugestão de recurso complementar

Artigo

HUNT, K. Filhote de leão-das-cavernas de 28 mil anos é encontrado praticamente intacto. *CNN*, 5 out. 2021.

O texto conta a descoberta de um filhote de leão-das-cavernas congelado no Ártico siberiano. Seus pelos, dentes, pele, tecidos moles e órgãos foram encontrados intactos.

Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/tecnologia/filhote-de-leao-das-cavernas-de-28-mil-anos-e-encontrado-praticamente-intacto/>. Acesso em: 8 ago. 2022.

Orientações didáticas

- É importante destacar que tanto estruturas homólogas como análogas são evidências da evolução dos seres vivos. As homologias indicam que os animais que as compartilham apresentam um ancestral comum, do qual herdaram a característica em questão. As analogias são características que apareceram independentemente, mas que representam adaptações a ambientes ou modos de vida semelhantes.

- Além das semelhanças anatômicas, os organismos também podem apresentar semelhanças fisiológicas, embriológicas e genéticas, que também são evidências do processo evolutivo.

- Os órgãos vestigiais, como o apêndice do intestino humano, também são evidências da evolução, pois são vestígios de estruturas que tinham importante função em ancestrais, mas que perderam essa função ao longo do processo evolutivo.

Respostas – De olho no tema

1. Por constituírem restos ou vestígios de organismos do passado, é possível analisar os fósseis para elaborar hipóteses sobre como eram os seres vivos que habitavam a Terra e sobre os ambientes do planeta na época em que viveram. Os fósseis podem revelar informações sobre aspectos anatômicos, fisiológicos ou comportamentais de organismos extintos. Com base nesses estudos, é possível relacionar os seres vivos do passado com os atuais, muitas vezes estabelecendo semelhanças que indicam um grau de parentesco evolutivo entre eles, constituindo uma das principais evidências da evolução dos seres vivos.

2. A semelhança na forma do corpo de tubarões, golfinhos e pinguins é um exemplo de analogia evolutiva, pois o corpo hidrodinâmico é uma adaptação ao ambiente aquático e apresenta origem evolutiva distinta, pois esses animais pertencem a diferentes grupos: peixes (tubarões), aves (pinguins) e mamíferos (golfinhos).

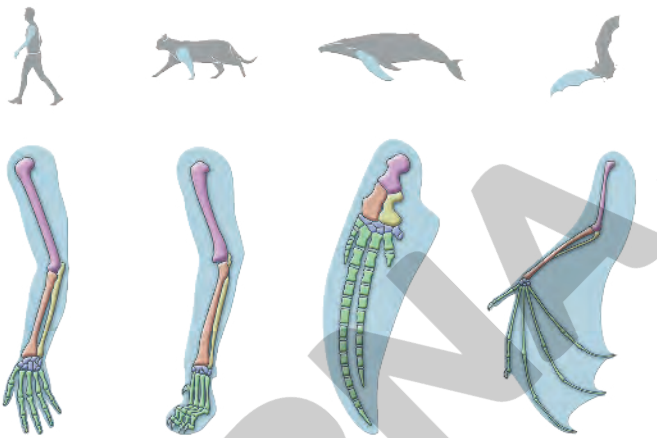
3. Convergente evolutiva é o processo evolutivo em que seres vivos que não apresentam ancestral comum vivem sob condições ambientais semelhantes e possuem estruturas corporais parecidas, como as asas em insetos e aves.

Semelhanças anatômicas

Espécies distintas podem ter estruturas que, embora sejam diferentes à primeira vista e responsáveis por funções diversas, são anatomicamente semelhantes. Essas estruturas são denominadas **órgãos homólogos**.

Um exemplo de homologia é a variação na forma dos membros anteriores dos mamíferos. Apesar das diferentes funções por eles desempenhadas, como correr, nadar, segurar objetos ou até voar, esses membros apresentam a mesma estrutura óssea básica, indicando que as distintas espécies desse grupo de animais, embora muito variadas, compartilham um ancestral comum no passado.

Órgãos homólogos de alguns mamíferos



Representação esquemática da estrutura óssea dos membros anteriores de quatro espécies de mamíferos: ser humano, leopardo, baleia e morcego. Cores iguais indicam o mesmo tipo de osso. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Fonte: POSTLETHWAIT, J. H.; HOPSON, J. L. *The nature of life*. 3. ed. Nova York: McGraw-Hill, 1995.

Existem, porém, estruturas semelhantes à primeira vista e adaptadas às mesmas funções, mas que são anatomicamente diferentes e apresentam origens evolutivas distintas. Órgãos com essas características são denominados **órgãos análogos**. Um exemplo de analogia são as asas de insetos comparadas às de aves. As estruturas análogas se desenvolveram pelo processo de **convergência evolutiva**, em que espécies pouco aparentadas vivem sob condições ambientais semelhantes, que selecionam adaptações parecidas para os indivíduos.

De olho no tema

1. Como o estudo de fósseis pode ajudar a compreender a evolução biológica?
2. Os vertebrados aquáticos, como o tubarão, o golfinho e o pinguim, apresentam corpo com formato hidrodinâmico. Essa característica é considerada uma analogia ou uma homologia na história evolutiva desses animais? Justifique.
3. O que é convergência evolutiva?

106

Sugestão de recurso complementar

Livro

SOARES, M. B. (org.). *A paleontologia na sala de aula*. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 2015.

O livro digital apresenta formas de abordar a paleontologia em sala de aula.

Disponível em: <https://www.paleontologianasaladeaula.com/>. Acesso em: 8 ago. 2022.

Breve histórico do evolucionismo

Fixismo e evolucionismo

Embora a ideia de um mundo em constante transformação não fosse estranha desde a Antiguidade, até a metade do século XIX, a maioria das pessoas acreditava que todas as espécies se mantinham inalteradas ao longo das gerações. De acordo com essa ideia, que passou a ser conhecida como **fixismo**, as espécies eram imutáveis.

Em meados do século XVIII, começou a ganhar força entre os cientistas uma visão na qual a regra era a mudança em tudo o que existia, desde os astros, passando pelo relevo e pelos seres vivos. Esse pensamento ficou conhecido como **transformismo** ou **evolucionismo**. De acordo com essas ideias, os seres vivos não são imutáveis; ao contrário, as espécies sofrem transformações ao longo do tempo.

Um dos primeiros estudiosos a defender o transformismo foi o **naturalista** francês Georges-Louis Leclerc (1707-1788), conhecido como conde de Buffon. Ele acreditava que as espécies se modificavam, mas de maneira restrita, obedecendo ao que ele chamava de molde interno. Sua teoria continha ideias evolucionistas, mas esbarrou em limitações relacionadas ao que se conhecia sobre a transmissão das características hereditárias na época.

A teoria de Lamarck

Aproximadamente 50 anos depois de Buffon, o naturalista francês Jean-Baptiste Pierre Antoine de Monet (1744-1829), conhecido por seu título de Cavaleiro de Lamarck, propôs uma nova teoria sobre as transformações das espécies, sustentando a ideia do evolucionismo.

De acordo com Lamarck, o **processo evolutivo** consistia em uma escalada de complexidade, ou seja, os seres vivos primitivos se transformariam gradualmente, ficando cada vez mais complexos ao longo do tempo. Suas ideias foram adicionadas em seu livro *Philosophie zoologique* (*Filosofia zoológica*, de 1809).

Lamarck também apresentou o conceito de **adaptação**, que seria, simplificada, a aquisição de características que aumentam a probabilidade de sobrevivência e reprodução de um organismo em determinado ambiente. Ele acreditava que alterações no ambiente levariam a modificações nas espécies, de acordo com suas necessidades para sobreviver.

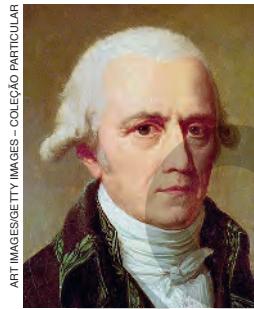
Diferentes explicações já foram dadas para a origem e a evolução das espécies.



Georges-Louis Leclerc, conde de Buffon, em pintura a óleo, no século XVIII, por François-Hubert Drouais.

Glossário

Naturalista: estudioso do campo da História Natural, que englobava as ciências dedicadas ao estudo da natureza e dos fenômenos naturais. Atualmente, essa área do conhecimento encontra-se dividida em outras, como Biologia, Química e Física.



Jean-Baptiste Pierre Antoine de Monet, o Cavaleiro de Lamarck, em pintura a óleo feita em 1802 ou 1803 por Charles Thévenin.

107

Orientações didáticas

- O estudo da história das ideias evolucionistas tem como objetivo mostrar aos estudantes que a Ciência é um produto social em constante transformação, auxiliando no desenvolvimento da **competência específica 1** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, prevista pela BNCC. A observação do ambiente ao nosso redor abre caminho para formulações de teorias e explicações sobre os fenômenos que nos rodeiam. Com o desenvolvimento de pesquisas, apoiadas pelo progresso da tecnologia, é possível analisar esses fenômenos e observar outros, novos, que promovem a reformulação de antigas teorias. Portanto, ao compreender o funcionamento de um fenômeno, podem surgir outras possibilidades e, conseqüentemente, novos questionamentos. Dessa forma, dizemos que o processo científico é contínuo e demanda participação de várias pessoas e do desenvolvimento da tecnologia ao longo da história. Essa discussão permite o trabalho com o TCT – **Ciência e Tecnologia** e o desenvolvimento da **competência específica 1** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, prevista pela BNCC.

- Durante o desenvolvimento deste Tema, é importante que as ideias evolucionistas sejam apresentadas de forma contextualizada no tempo, para que os estudantes tenham clareza de que as proposições dos diferentes pesquisadores eram produto de seu tempo. Assim, evita-se que eles encarem as ideias de Buffon e Lamarck como ingênuas ou de menor qualidade em relação às proposições de Darwin e Wallace.

- Considere a realização de um trabalho interdisciplinar, em parceria com o professor de História, propondo a caracterização social, política e econômica das épocas em que viveram os pesquisadores citados, bem como a influência do contexto da época em seus trabalhos.

- Sugere-se, ainda, abordar as teorias de forma comparativa, enfatizando o que cada uma agregou ao conhecimento a respeito da evolução dos seres vivos, assim como as lacunas deixadas por elas. O conteúdo desenvolvido neste Tema permite aos estudantes que comparem as teorias de Lamarck e de Darwin e Wallace, possibilitando o desenvolvimento da habilidade **EF09CI10**.

Orientações didáticas

• O termo “evolução”, que atualmente utilizamos, não era empregado nem por Lamarck nem por Darwin. Lamarck se referia às transformações nos seres vivos como *transmutação* das espécies, um conceito emprestado da alquimia, ramo do conhecimento de que Lamarck era adepto. Darwin se referia a essa transformação como *descendência modificada*, pois o conceito de evolução tinha sentido de progresso, que não se aplicava à teoria de seleção natural. A palavra evolução foi popularizada por estudiosos posteriores a Darwin e Wallace.

• Lamarck foi o primeiro a propor um mecanismo pelo qual a transmutação ocorria. Ao relacionar as diferentes características dos seres vivos com o ambiente em que vivem, ele contribuiu para a existência de outros modelos explicativos da evolução, como o de seleção natural de Darwin e Wallace.

• A teoria de Lamarck propunha a existência de duas forças propulsoras da transmutação das espécies: a “força complexificadora” e a “força adaptativa”. A “força complexificadora” é a força principal que orienta a transmutação e aumenta a complexidade dos seres vivos. Para Lamarck, havia seres vivos mais simples, como os invertebrados, e seres vivos mais complexos, como os vertebrados, e a força complexificadora atua constantemente nos seres vivos para transformá-los em seres mais complexos. Portanto, há o sentido de progresso na teoria de Lamarck. Para ele, o último estágio da evolução é o estágio da perfeição, no qual se encontra o ser mais perfeito de todos – o ser humano. A “força adaptativa” é a força que adapta os seres vivos ao ambiente em que estão vivendo. É dentro dessa força que ele caracteriza a lei do uso e desuso e a lei da herança adquirida.



Macaco-aranha da espécie *Ateles geoffroyi* pendurado pela cauda longa e forte em um galho.

Glossário

Hereditariedade: transmissão de características de uma geração a outra.

Os organismos passariam, por exemplo, a usar mais certas partes do corpo em detrimento de outras. As partes mais usadas se desenvolveriam, enquanto as menos utilizadas atrofiariam. Essa premissa ficou conhecida como **lei do uso e desuso**.

Assim como a maioria das pessoas da época, Lamarck acreditava que as modificações de estruturas decorrentes do uso e do desuso poderiam ser transmitidas para as próximas gerações, estabelecendo a **lei da transmissão** (ou **herança**) dos caracteres adquiridos. Segundo essa teoria, por exemplo, macacos de algumas espécies teriam desenvolvido cauda longa e forte como resposta ao ambiente, que os obrigava a se equilibrar em árvores para obter alimentos, e essa característica teria sido transmitida às próximas gerações. Outro exemplo seria o tamanho do pescoço das girafas, em que os indivíduos o esticavam para conseguir alcançar as folhas. Dessa forma, o uso dessa parte do corpo estimulou seu desenvolvimento e foi transmitido aos seus descendentes.

Na época, Lamarck não dispunha dos conhecimentos sobre **hereditariedade** que temos atualmente. Hoje, sabe-se que uma característica adquirida ao longo da vida de um ser vivo não é transmitida aos descendentes, a menos que seja decorrente de uma alteração genética nos gametas.

A teoria de Lamarck contribuiu muito para a compreensão dos mecanismos evolutivos, ao chamar a atenção para o fato de os organismos estarem adaptados ao ambiente em que vivem e por ter proposto uma explicação de como essa adaptação ocorreu ao longo de sucessivas gerações.

A teoria de Darwin e Wallace

Em 1831, o inglês Charles Robert Darwin (1809-1882) embarcou no navio HMS Beagle como naturalista de bordo. A viagem durou de dezembro de 1831 a outubro de 1836. Uma das missões da viagem era percorrer diversos locais do mundo e mapear áreas pouco exploradas. Darwin aproveitou a viagem para coletar dados sobre as rochas e os seres vivos dessas regiões.

Rota do HMS Beagle entre 1831 e 1836



Fonte: THE HMS BEAGLE PROJECT. Disponível em: <https://hmsbeagleproject.org/the-voyages/>. Acesso em: 8 ago. 2022.

108

Sugestão de recurso complementar

Artigo

CAPAZZOLI, U. Darwin no Brasil – Encanto com a natureza e choque com a escravidão. *Scientific American Brasil*, n. 81, ano 7, fev. 2009.

O texto traz informações sobre a passagem de Darwin pelo Brasil e suas impressões a respeito da escravidão.

Disponível em: <https://sciam.com.br/darwin-no-brasil-encanto-com-a-natureza-e-choque-com-a-escravidao/>. Acesso em: 8 ago. 2022.

A seguir são destacados alguns fatos relevantes dessa expedição.

- Na região da Patagônia (sul da América do Sul), Darwin encontrou fósseis de animais de grande porte, como o da preguiça-gigante, também conhecida como megatério, extinta há cerca de 11 mil anos. Comparando-os com animais atuais, Darwin notou muitas semelhanças, embora as preguiças viventes fossem bem menores.
- Na Cordilheira dos Andes, no Chile, Darwin encontrou diversos fósseis de animais marinhos nas montanhas. Ele imaginou que a única explicação possível para aquele fato era que, em um passado remoto, aquelas montanhas estiveram no fundo de um oceano.
- No arquipélago de Galápagos, no Oceano Pacífico, Darwin constatou que as populações de tartarugas apresentavam diferenças relacionadas com as condições ambientais particulares de cada ilha. As tartarugas que habitavam as ilhas cuja vegetação era composta de plantas mais altas apresentavam projeções em sua carapaça, logo acima do pescoço. Essa característica permitia que o pescoço se movimentasse para cima, ajudando-as a se alimentar das plantas mais altas. Nas ilhas mais áridas, as tartarugas não apresentavam essas projeções e se alimentavam das plantas mais baixas, típicas desses locais.
- Darwin observou que várias ilhas do arquipélago de Galápagos eram colonizadas por espécies distintas de pássaros tentilhões, que exibiam bicos adaptados a diferentes hábitos alimentares. Como essas aves se assemelhavam muito a exemplares vistos na América do Sul, Darwin supôs que elas seriam descendentes de ancestrais sul-americanos que migraram e se diversificaram nas ilhas Galápagos.

Tentilhões de Galápagos



SELMA CAPARROZ/ARQUIVO DA EDITORA

109

Orientações didáticas

- A viagem que Darwin fez foi muito importante para a elaboração da sua teoria de seleção natural. A observação da diversidade de seres vivos em vários ambientes, desde a Patagônia, no extremo sul da América do Sul, até as ilhas equatoriais de Galápagos, fez Darwin pensar que essa distribuição não era casual.
- Em sua permanência de quatro meses no Brasil, Darwin esteve no arquipélago de Fernando de Noronha, na Bahia e no Rio de Janeiro. Durante a maior parte do tempo, ele explorou a riqueza da Mata Atlântica e encantou-se com a exuberância da floresta e a imensa diversidade de plantas e animais.
- Proponha um trabalho interdisciplinar com o componente curricular História para analisar o contexto histórico no Brasil na época em que Darwin visitou o país. Aproveite para abordar a importância de afrodescendentes escravizados para a pesquisa dos naturalistas que estiveram no Brasil durante o século XIX. Eles ajudaram os naturalistas com questões de logística e infraestrutura, bem como com seus conhecimentos a respeito da floresta e da diversidade. Considere apresentar imagens de naturalistas e pessoas escravizadas retratadas pelo pintor Jean-Baptiste Debret (1768-1848) para fruição e análise dos estudantes, favorecendo o trabalho com a **competência geral 3** para a Educação Básica, prevista pela BNCC.
- A representação da história evolutiva dos seres vivos pode ser graficamente realizada por meio de uma árvore filogenética, ou filogenia, como a que está representada na ilustração “Tentilhões de Galápagos”. Para facilitar a compreensão desse esquema, é possível, primeiro, trabalhar com o manuscrito feito por Darwin, apresentado na página a seguir. Esse manuscrito mostra um esquema em formato de árvore que explica as ramificações evolutivas nas espécies. Faça a leitura em voz alta da legenda para explicar o significado de cada ramo e facilitar a interpretação da ilustração dos tentilhões. Essa forma de representação – árvores filogenéticas – será estudada no **Tema 4**. Se julgar pertinente, analise novamente a ilustração “Tentilhões de Galápagos” após o estudo desse conteúdo. Neste momento, é importante ressaltar que a filogenia indica que Darwin interpretou as várias espécies de tentilhões que encontrou no arquipélago de Galápagos como descendentes de um único ancestral.

Sugestão de recurso complementar

Artigo

FERNANDEZ, A. C. S.; MORAES, V. L. M. O retorno impossível: Charles Darwin e a escravidão no Brasil. *Anuário do Instituto de Geociências*, Rio de Janeiro, v. 31, n. 1, p. 65-82, 2008.

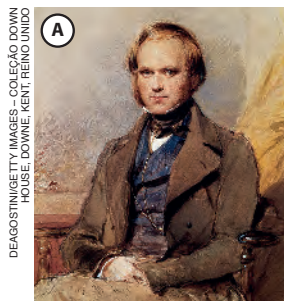
O artigo apresenta um breve relato dos principais aspectos da passagem de Darwin pelo Brasil, tecendo considerações sobre o tratamento reservado às pessoas escravizadas nas primeiras décadas do século XIX. Disponível em: <https://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/anigeo/article/view/5375>. Acesso em: 8 ago. 2022.

Orientações didáticas

- Comente com os estudantes que conhecer a produção de outros pesquisadores é rotina no trabalho científico. Somar conhecimentos de outros estudiosos a novas ideias promove a progressão do pensamento, como no exemplo de Darwin e Wallace e seus estudos sobre Thomas Malthus (1766-1834). Enfatize que o conhecimento científico é produto de processos históricos e coletivos, a fim de evitar que os estudantes construam uma visão individualista da Ciência e a entendam como resultado do trabalho de uma única pessoa ou de algumas poucas pessoas. Darwin, por exemplo, formulou sua teoria com base em trabalhos de muitos estudiosos. Além de Malthus, o naturalista inglês Joseph Dalton Hooker (1817-1911), que lhe forneceu informações sobre plantas nativas do Himalaia e da Nova Zelândia, e pelo naturalista inglês Henry Walter Bates (1825-1892), que o ajudou com dados sobre animais e plantas nativos da Floresta Amazônica.

- Uma forte evidência de que o conhecimento científico é produzido coletivamente é o fato de Darwin e Wallace terem chegado à teoria da seleção natural de forma independente. Ambos estavam cientes dos debates sobre evolução da época, tinham algumas referências em comum, como Alexander Humbolt (1769-1859), Charles Lyell (1797-1875) e Thomas Malthus, e ambos fizeram viagens por diferentes lugares do mundo.

- Assim como Darwin, Wallace realizou viagens que contribuíram para a elaboração da sua teoria evolutiva. Wallace esteve no Brasil de 1848 a 1852, na região da Amazônia, estabelecendo-se em Belém e realizando incursões no Rio Amazonas e no Rio Negro.



(A) Aquarela de George Richmond, retratando Charles Darwin, em 1840, após seu retorno da viagem feita ao redor do mundo a bordo do navio HMS Beagle. (B) Óleo sobre tela de Victor Evstafieff retratando Alfred Wallace, século XIX.

Entrando na rede

Conheça mais sobre Alfred Russel Wallace e sua viagem à Amazônia no artigo disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/o-outro-evolucionista/>. Acesso em: 26 jul. 2022.

Essas observações realizadas por Darwin durante a expedição, aliadas a outras evidências constatadas por ele, contradiziam a teoria mais aceita na época de que a Terra era habitada por seres vivos que nunca se modificam.

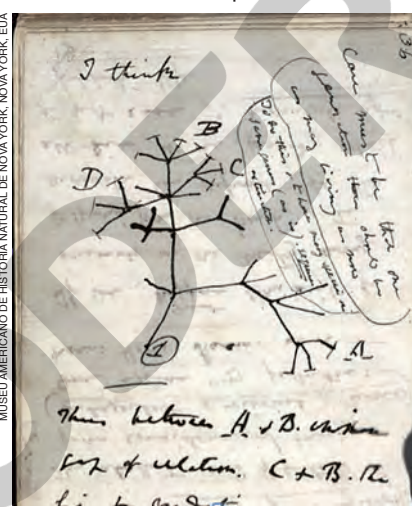
A leitura do livro *Ensaio sobre o princípio da população* (1798), do economista britânico Thomas Malthus (1766-1834), também contribuiu para a elaboração da teoria darwiniana. O livro tratava do grande crescimento da população humana em contraste com o lento crescimento da produção de alimentos, sugerindo que haveria competição por alimentos e apenas os que tivessem acesso a eles sobreviveriam.

Darwin inferiu que, se a espécie humana passa por uma seleção decorrente da escassez de alimentos, as demais espécies de seres vivos também passariam. Surgiu, assim, o conceito de **seleção natural**.

Em 1856, o naturalista britânico Alfred Russel Wallace (1823-1913) enviou a Darwin um manuscrito com a descrição do processo de seleção natural, pedindo-lhe que avaliasse suas ideias. Ao ler o manuscrito, Darwin concluiu que ele e Wallace haviam chegado, de forma independente, às mesmas conclusões. Wallace concebera a teoria de evolução por seleção natural também influenciado pela obra de Malthus e por evidências obtidas em suas viagens para a América do Sul e para o arquipélago Malaio, onde estudou plantas, insetos, aves e outros animais. Wallace e Darwin apresentaram seus trabalhos sobre a teoria evolutiva com base na seleção natural em um encontro da Sociedade Lineana, em Londres, em 1858. O trabalho de Darwin foi publicado em 1859 como um livro, *A origem das espécies*.

Segundo a teoria elaborada por Darwin e Wallace, a diversificação das espécies e a adaptação delas ao ambiente ocorrem pelo processo de **seleção natural** que atua ao longo de várias gerações.

Outro aspecto importante da teoria é a ideia de **ancestralidade**, segundo a qual espécies semelhantes descendem de um ancestral comum. Dessa forma, partindo do mesmo ancestral, as espécies divergiram, acumulando características que as distinguem atualmente e as tornam adaptadas aos seus ambientes.



Manuscrito feito em 1837 por Darwin, mostrando um esquema em formato de árvore criado por ele para explicar as ramificações evolutivas nas espécies. Bifurcações marcadas de A-D representam grupos de organismos vivos. Cada bifurcação corresponde a um ancestral de todas as linhas evolutivas que posteriormente se ramificariam.

Sugestão de recurso complementar

Documentário

A VIAGEM esquecida de Alfred Russel Wallace. Direção: Peter Crawford. Inglaterra, 1983. (72 min).

O documentário conta a história de Alfred Russel Wallace, naturalista que publicou a teoria da evolução pela seleção natural, com Charles Darwin, em 1858, mas que não obteve o mesmo reconhecimento.

Seleção natural

De acordo com a teoria da evolução proposta por Darwin e Wallace, as modificações das populações e das espécies de seres vivos ocorrem por meio do processo de **seleção natural**.

Para compreender melhor como esse processo ocorre, temos de conhecer algumas características das populações de seres vivos e do ambiente em que elas vivem.

Os indivíduos de uma mesma população, em geral, não são idênticos entre si. Eles apresentam variações nas características individuais, o que é conhecido como **variabilidade**. Muitas dessas características são **hereditárias**, isto é, são transmitidas às próximas gerações. Além disso, o ambiente em que vivem geralmente apresenta **limitação de recursos**, como alimentos, abrigo e parceiros reprodutivos, restringindo o tamanho da população e fazendo os indivíduos competirem entre si por esses recursos.

Dessa forma, dependendo das condições ambientais, indivíduos de uma mesma população que apresentem características mais favoráveis às condições do meio podem ter mais acesso aos recursos e, portanto, mais chances de sobreviver que os demais indivíduos. Em decorrência disso, eles também têm mais chances de se reproduzir e de transmitir a seus descendentes essas características vantajosas. Ocorre, portanto, um processo natural de seleção das características, uma vez que ele é mediado pelo ambiente.

Por meio do processo de seleção natural, as populações se modificam ao longo do tempo, ou seja, evoluem. O acúmulo de modificações ao longo das gerações pode dar origem a novas espécies, como mostrado a seguir.

Saiba mais!

MELANISMO INDUSTRIAL

Na época da Revolução Industrial, no século XIX, observou-se um aumento na população de mariposas pretas da espécie *Biston betularia*, em relação às brancas. Na época acreditava-se que isso era devido ao fato de as mariposas pretas conseguirem se camuflar nas árvores cobertas de fuligem por causa da poluição, evitando a predação das aves. Com isso, tinham mais chances de sobrevivência e de transmitir seus genes a gerações futuras. Apesar de ter sido alvo de controvérsias durante muito tempo, a ideia de que o fenômeno é resultado da seleção natural foi comprovada por meio de experimentos.

Seleção natural



Besouros de uma mesma espécie vivem na folhagem caída sobre o solo de uma floresta. Alguns indivíduos dessa população são vermelho-alaranjados e outros são verdes.

A migração de aves insetívoras para a região é uma ameaça para os besouros. Elas encontram e capturam mais facilmente os besouros verdes, cuja coloração é mais contrastante com a folhagem.

Os besouros vermelho-alaranjados são selecionados positivamente pelo ambiente, pois são menos visíveis que os verdes. As chances de sobrevivência e de reprodução dos besouros vermelho-alaranjados são maiores que as dos besouros verdes.

Seleção artificial

Enquanto a seleção natural é determinada pelo ambiente, a chamada **seleção artificial** é exercida pelo ser humano. Nesse caso, os seres humanos selecionam alguma característica presente em certos indivíduos de uma população em razão de determinada condição. Um exemplo desse fenômeno é mostrado a seguir.

Representação esquemática das etapas de um exemplo hipotético de evolução por seleção natural. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Fonte: Adaptado de TAYLOR M. R. et al. *Campbell Biology: concepts & connections*. 10. ed. Essex: Pearson Education, 2020.

111

Sugestão de recurso complementar

Filme

O DESAFIO de Darwin. Direção: John Bradshaw. Estados Unidos, 2010. (102 min).

O filme mostra o dilema vivido por Darwin em relação à publicação da teoria da evolução, que poderia ser alvo de grandes críticas além de interferir em sua vida pessoal. Somente após uma carta de Wallace, que tinha ideias semelhantes às suas, Darwin seguiu adiante com sua publicação.

Orientações didáticas

- Apesar de ser amplamente aceita nos dias atuais, a teoria proposta por Darwin e Wallace, da forma como foi concebida na época, gerou várias controvérsias, pois não explicava a origem da diversidade intraespecífica. Isso só foi possível com a redescoberta dos trabalhos de Mendel sobre hereditariedade.

- É possível que os estudantes revelem ter uma leitura linear do processo evolutivo, como se houvesse uma direção: as espécies atuais, principalmente os seres humanos, seriam consideradas as “mais evoluídas”. Ao longo da apresentação da construção da teoria da evolução, os auxílios a desfazer essa noção, pois, do ponto de vista biológico, espécie evoluída é aquela que está bem adaptada ao ambiente em que vive, o que inclui, portanto, até as bactérias atuais.

- Deve-se ainda considerar que a evolução biológica envolve relações de causalidade que diferem daquelas que os estudantes costumam conceber como responsáveis pela diversidade biológica. Na linha de pensamento lamarckista, é comum que eles considerem as características dos seres vivos como atributos que surgem nos indivíduos em resposta ao ambiente. Assim, o veneno presente na pele de uma espécie de rã, por exemplo, seria uma reação ao fato de o animal ser frequentemente predado; ou a peçonha das serpentes estar relacionada ao fato de elas serem predadoras. O estudo da evolução biológica requer que o estudante compreenda a existência da variabilidade dos indivíduos e os mecanismos de seleção natural.

Orientações didáticas

- Esclareça aos estudantes que muitas plantas e animais que despertam interesse comercial passaram por processo de seleção artificial, diferindo de seu ancestral silvestre. É importante que os estudantes entendam que os organismos selecionados artificialmente são diferentes daqueles modificados geneticamente (OMG).

- É interessante que os estudantes percebam que a seleção artificial é promovida, muitas vezes, de forma inadvertida, como no caso das baratas resistentes a inseticidas, das bactérias resistentes a antibióticos e de pragas que se tornam resistentes a agrotóxicos. Destaque a importância de analisar as causas e as consequências das ações, antes de se tomarem decisões, essencial ao interferir em sistemas complexos, como os naturais.

Respostas – De olho no tema

1. Semelhança: ambas aceitam que os organismos se modificam ao longo do tempo e que estão adaptados ao ambiente em que vivem. Diferença: para Lamarck, o ambiente provocava as mudanças nos seres vivos, fazendo surgir características de acordo com as suas necessidades para sobreviver. Já Darwin e Wallace propuseram que o ambiente selecionava, entre a variação existente nos indivíduos de uma espécie, aqueles com as características mais adequadas a ele. Assim, os indivíduos com essas características teriam maiores chances de sobrevivência e reprodução e seriam mais adaptados. Essa questão favorece o desenvolvimento da habilidade **EF09CI10**, ao possibilitar aos estudantes que comparem as teorias de Lamarck e de Darwin e Wallace.

2. A seleção natural é um processo de seleção de características mediado pelo ambiente. Nele, os indivíduos de uma população, que possuem características mais favoráveis ao meio, apresentam maior chance de sobrevivência e reprodução, sendo selecionados positivamente e fazendo com que essas características se tornem presentes na população desse ambiente.

3. Algumas evidências podem ser citadas, como as características observadas nos tentilhões e nas tartarugas das diferentes ilhas de Galápagos. Espera-se que os estudantes notem a importância das evidências experimentais ou advindas da observação de fatos para a elaboração de teorias.

Saiba mais!

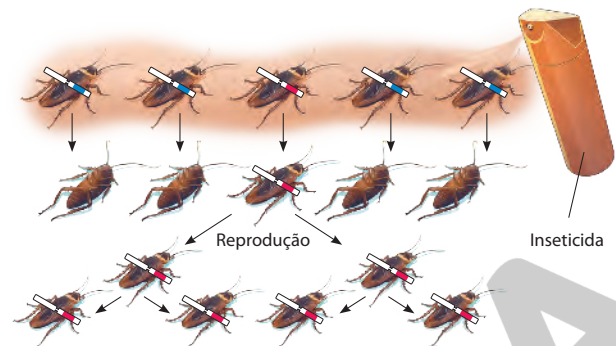
SELEÇÃO ARTIFICIAL NA AGRICULTURA

A seleção artificial de animais e plantas é uma prática comum desde os primórdios da civilização.

Durante o cultivo, o ser humano selecionava sementes e plantas com características e qualidades de seus interesses, como frutos grandes, mais saborosos e duradouros. Essa prática é utilizada até os dias atuais. Contudo, ela interfere no processo evolutivo natural, de modo que é o ser humano que intervém na adaptação das plantas em vez de o próprio ambiente.

Baratas são um problema cotidiano em diversos locais. Para eliminá-las, muitas pessoas usam inseticidas em *spray* ou pastilhas. As baratas sensíveis ao produto morrem, mas algumas são geneticamente resistentes ao veneno e sobrevivem. Essas últimas, então, reproduzem-se e transmitem a característica “resistência a inseticidas” aos descendentes. Depois de certo tempo, a população de baratas será composta principalmente de indivíduos resistentes. Dessa maneira, a característica foi artificialmente selecionada pela ação humana.

Seleção artificial



Representação esquemática do processo de seleção artificial em uma população hipotética de baratas pelo uso de inseticidas. A resistência ao inseticida é identificada pela marcação vermelha. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Fonte: Adaptado de TAYLOR M. R. et al. *Campbell Biology: concepts & connections*. 10. ed. Essex: Pearson Education, 2020.

Teoria sintética da evolução

A teoria da evolução por seleção natural causou muita controvérsia na época em que foi anunciada, recebendo críticas variadas da comunidade científica. As principais controvérsias foram geradas pelo processo de seleção natural, pois não havia, na época, explicação científica para a diversidade de características existentes entre seres vivos de uma mesma espécie nem para a transmissão dessas características de geração a geração.

Foi apenas por volta de 1920, com o desenvolvimento da Genética, que os mecanismos que estavam por trás da seleção natural puderam ser compreendidos e explicados de forma satisfatória. Graças ao desenvolvimento desses novos conhecimentos surgiu a **teoria moderna da evolução**, **neodarwinismo** ou **teoria sintética da evolução**.

Essa teoria aponta as **mutações** (alterações no material genético) e a **recombinação gênica** (novas combinações do material genético dos pais na prole) como as principais fontes da variabilidade dos organismos, sobre a qual a seleção natural atua, promovendo a adaptação das espécies.

De olho no tema

1. Cite uma semelhança e uma diferença entre a teoria proposta por Lamarck e a teoria de Darwin e Wallace.
2. Explique o que é e como atua a seleção natural.
3. Cite duas evidências encontradas por Darwin em Galápagos que o ajudaram a elaborar a teoria da evolução por seleção natural. Seria possível propor uma teoria sem evidências?



ORGANIZAR

1. Mencione duas evidências da evolução biológica e cite exemplos para cada uma delas.

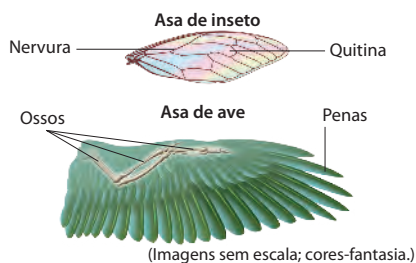
2. Indique os termos que completam o texto adequadamente.

Segundo o [], os organismos são imutáveis, as espécies que conhecemos hoje sempre tiveram a mesma forma e a manterão enquanto existirem. De acordo com o [], as espécies se modificam ao longo do tempo, e muitas espécies atuais surgiram há relativamente pouco tempo.

3. O que a teoria sintética da evolução adicionou às ideias de Darwin e Wallace?

ANALISAR

4. Analise as imagens e responda às questões.



(Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Fonte: POSTLETHWAIT, J. H.; HOPSON, J. L. *The nature of life*. 3. ed. Nova York: McGraw-Hill, 1995.

- a) Trata-se de estruturas homólogas ou análogas? Explique.
- b) Como elas indicam a atuação da seleção natural?

5. Analise o texto e, depois, responda à questão.

Muitas espécies de plantas, mesmo as utilizadas para consumo humano, como o feijão e a mandioca, apresentam substâncias tóxicas nas folhas, nos caules e nas sementes. Essas substâncias constituem uma defesa contra animais herbívoros.

Dois hipóteses foram levantadas para tentar explicar esse fato.

- I. Para fazer com que os herbívoros deixassem de comer suas folhas, várias espécies de plantas começaram a acumular nesses órgãos toxinas provenientes de seu metabolismo. As plantas que desenvolveram essa tática tiveram vantagem sobre as demais, aumentando sua frequência na população.

II. Algumas espécies de plantas tinham como uma de suas características a de acumular em alguns de seus órgãos toxinas produzidas por seu metabolismo. Essas plantas eram menos atacadas pelos herbívoros, sobrevivendo mais naquele ambiente do que as que não acumulavam toxinas e aumentando sua frequência na população.

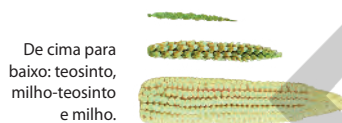
- Qual das hipóteses está de acordo com a teoria evolutiva por seleção natural? Construa um argumento científico com: dados, conclusão, qualificador, apoio, garantia e refutador.

6. Leia o texto, observe as imagens e responda às questões.

Já no início do século 20, alguns cientistas descobriram evidências de que o milho seria “parente” de [...] uma espécie de grama mexicana chamada de teosinto.

[...] Eles descobriram que todos os milhos eram geneticamente mais similares a um tipo de teosinto do vale do rio Balsas, no sul do México, sugerindo que esta região foi o “berço” da evolução do milho. Além disso, ao calcular a distância genética entre o milho moderno e o teosinto de Balsas, eles estimaram que a domesticação do milho ocorreu há cerca de 9 mil anos. [...]

Fonte: AS ORIGENS DO MILHO. *Gazeta do Povo*. Curitiba, 28 maio 2010. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/mundo/as-origens-do-milho-0r5nwjs03cz6mfkjbvbie08y6/>. Acesso em: 26 jul. 2022.



De cima para baixo: teosinto, milho-teosinto e milho.

- a) O que você entende por domesticação de uma planta?
- b) Por meio de qual processo ocorreu o desenvolvimento do milho atual a partir do seu ancestral silvestre? Quais são suas vantagens e suas desvantagens?

COMPARTILHAR

7. Em grupo, façam uma pesquisa sobre o milho cultivado na região em que vocês moram, procurem: as características, o uso e o destino dos grãos e, se possível, imagens. Apresentem a pesquisa para os demais grupos.

Respostas – Atividades

1. São evidências da evolução: o registro fóssil, como as pegadas e os ossos de dinossauros, e a presença de estruturas homólogas, como os membros anteriores dos mamíferos.

2. Fixismo; evolucionismo.

3. Conceitos de Genética.

4. a) São estruturas análogas, apesar de adaptadas à função de voar, têm origens evolutivas diferentes, o que pode ser percebido pela sua estrutura diferenciada (formada por nervuras de quitina ou por osso). b) Estruturas análogas são estruturas que apresentam a mesma função, mas que não têm origem comum e estão presentes em espécies que vivem em ambientes semelhantes. Elas representam características que conferem vantagem adaptativa no ambiente, resultado do processo de seleção natural.

5. De acordo com a hipótese I, as plantas desenvolveram a tática de acumular toxinas, mas de acordo com a hipótese II algumas plantas já tinham essas características e por isso eram menos atacadas e sobreviviam mais (dados). De acordo com a teoria evolutiva por seleção natural os indivíduos de uma mesma população, em geral, não são idênticos entre si. Eles apresentam variações nas características individuais, o que é conhecido como variabilidade, e muitas dessas características são hereditárias, isto é, são transmitidas às próximas gerações. Indivíduos de uma mesma população que apresentem características mais favoráveis às condições do meio têm mais chances de sobreviver que seus companheiros. Em decorrência disso, eles também têm mais chances de se reproduzir e de transmitir a seus descendentes essas características vantajosas. Ocorre, portanto, um processo natural de seleção das características, uma vez que ele é mediado pelo ambiente (apoio). Conclui-se então que a hipótese II é, com certeza (qualificador), a mais coerente de acordo com a teoria evolutiva por seleção natural. Isso pois (garantia) na hipótese I as plantas desenvolvem as toxinas para se proteger dos herbívoros, enquanto na hipótese II já existe uma variabilidade em relação à presença e à quantidade de toxinas que é selecionada pelo ambiente. A não ser que (refutador) novas descobertas sejam feitas. Essa atividade desenvolve a capacidade de argumentação, colaborando para o desenvolvimento da competência geral 7 da Educação Básica, prevista pela BNCC.

6. a) Resposta pessoal. É cultivo de determinada planta, com a seleção de características mais convenientes para os interesses humanos. b) Pela seleção artificial. Suas vantagens são a seleção e reprodução de indivíduos com características de interesse. Já a desvantagem é a falta de variabilidade genética que pode deixar a população susceptível à extinção caso sofra com variações desfavoráveis no ambiente em que vive, pois todos os indivíduos são idênticos uns aos outros e apresentam as mesmas vulnerabilidades.

7. De forma geral, existem cinco tipos de milhos cultivados no Brasil: doce, verde, de pipoca, branco e dentado. Oriente os estudantes nas pesquisas e valide os resultados antes das apresentações.

Orientações didáticas

• A seção **Explore** tem como objetivo fazer com que os estudantes compreendam como o ambiente seleciona as características dos seres vivos. No caso, a disponibilidade de alimento atuou como agente seletor de tipo e tamanho dos bicos das aves.

• A **atividade 1** propõe a elaboração de uma tabela com os dados obtidos pelo grupo. Após a realização dessa atividade, sugere-se a elaboração de uma tabela única na lousa, para ser preenchida com os dados obtidos por todos os grupos. Em seguida, é possível responder às atividades de forma coletiva. A coleta, a organização e a análise de dados propostas no procedimento dessa seção, bem como nas atividades, são práticas da investigação científica e, portanto, favorecem o desenvolvimento da **competência específica 2** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, prevista pela BNCC.

Respostas – Explore

1. A tabela deve relacionar a ferramenta utilizada com o número e a variedade de sementes ou de grãos coletados.

2. Espera-se que os estudantes comparem a quantidade de grãos de milho coletada com cada ferramenta. A ferramenta que conseguiu pegar o maior número corresponde à “ave” mais adaptada a se alimentar de grãos de milho.

3. Espera-se que os estudantes analisem os tipos de semente e grão coletados com cada ferramenta e notem que aquela que pegou todos os tipos de alimento provavelmente é a mais adaptada para se alimentar de uma variedade maior de sementes e grãos.

4. A ferramenta que pegou apenas um dos tipos de grão ou de semente, ou seja, a “espécie de ave” com uma dieta muito específica, poderia ter sua população reduzida ou até ser extinta, pois seus integrantes não conseguiriam se alimentar devidamente em decorrência da escassez de alimento no ambiente. A ferramenta que conseguiu coletar todos os tipos de alimento, ou seja, a “espécie de ave” com a dieta mais variada, teria mais chances de sobreviver e de se reproduzir, pois a população não ficaria restrita a um único tipo de alimento.



Explore

REGISTRE EM SEU CADERNO

A seleção natural e a diversidade dos bicos das aves

Você já notou a diversidade de tamanhos e formatos dos bicos das aves? Compare, por exemplo, o bico de um tucano com o de um beija-flor. Você já se perguntou o que gerou essa diversidade?

Para compreender melhor a origem dessas diferenças, vamos recorrer a uma espécie de ave hipotética. Ao longo da evolução, os indivíduos dessa espécie que apresentavam bicos com formato mais apto à captura do alimento disponível tiveram mais chances de sobreviver e de se reproduzir. Dessa forma, foram selecionados pelo ambiente e, depois de muitas gerações, essa característica foi fixada na população.

Você vai realizar uma atividade para demonstrar que o tipo de alimento pode ser o agente seletivo do formato e do tamanho dos bicos das aves.

Material

- 20 sementes de amendoim
- 20 sementes de feijão cruas
- 20 grãos de milho crus
- Pinças (uma para cada trio)
- Tesouras com pontas arredondadas (uma para cada trio)
- Prendedores de roupas (um para cada trio)
- Bandejas de plástico
- Relógio ou cronômetro

Procedimento

1. Em trios, espalhem as sementes e os grãos sobre as bandejas.
2. Cada um de vocês deve escolher uma das três ferramentas: pinça, tesoura ou prendedor de roupa. Cada uma das ferramentas representa uma espécie de ave.
3. Simultaneamente, cada integrante do grupo deve pegar o máximo possível de sementes ou de grãos usando a ferramenta escolhida.
4. Depois de 2 minutos, contem e registrem o número e a variedade de sementes ou de grãos que cada integrante do grupo conseguiu pegar.

Organizar e analisar

1. Elaborem uma tabela com os dados obtidos pelo grupo.
2. Qual das três “aves” apresenta adaptações mais eficientes para comer grãos de milho? Justifiquem.
3. Qual das três “aves” consegue se alimentar de uma variedade maior de sementes e grãos?
4. Se houvesse uma seca no ambiente que reduzisse a quantidade de sementes e de grãos disponíveis, qual das “espécies de ave” teria mais chances de sobreviver? Expliquem.

Atividade elaborada com base em: CDCC. USP. *Experimentoteca*. Biologia. Evolução – Seleção natural. Disponível em: <https://sites.usp.br/cdcc/wp-content/uploads/sites/512/2019/08/evolucao-selecao-natural.pdf>. Acesso em: 26 jul. 2022.



O colhereiro (*Platalea ajaja*) mergulha e arrasta seu bico comprido e achatado em forma de colher na água à procura de alimento.

Sugestão de recurso complementar

Site

Os tentilhões das Galápagos – Laboratório de Biodiversidade e Evolução Molecular da Universidade Federal de Minas Gerais.

A página descreve as hipóteses e deduções de Darwin a respeito do bico dos tentilhões.

Disponível em: <http://labs.icb.ufmg.br/lbem/aulas/grad/evol/darwin/tentilhoes.html>. Acesso em: 8 ago. 2022.

Adaptações

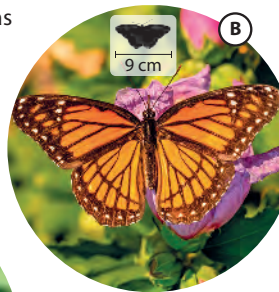
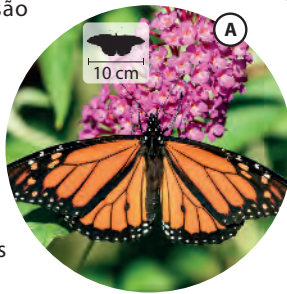
Ao longo das gerações, o ambiente, por meio do processo de seleção natural, tende a selecionar características que conferem vantagens aos indivíduos. Essas características são chamadas **adaptações** e são definidas da seguinte maneira:

- exercem uma função específica, por exemplo, defesa contra predadores, obtenção de alimento, proteção contra temperaturas extremas, atração de parceiros sexuais etc.;
- foram selecionadas pelo ambiente por meio do processo de seleção natural;
- fornecem maiores chances de sobrevivência e maior sucesso reprodutivo em determinado ambiente.

O mimetismo e a camuflagem são exemplos típicos de adaptação.

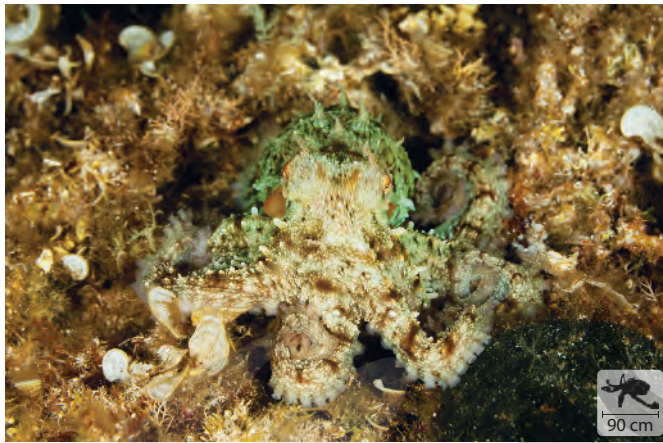
No **mimetismo**, uma espécie exibe uma característica muito similar à de outra espécie, o que lhe confere vantagens no ambiente, como a proteção contra predadores.

Na **camuflagem**, uma espécie é capaz de imitar o aspecto do ambiente, dificultando ser notada por predadores ou presas.



As adaptações resultam do processo de seleção natural.

Exemplo de mimetismo: (A) a borboleta monarca (*Danaus plexippus*) possui coloração chamativa e produz uma toxina que a torna não palatável aos seus predadores. (B) A borboleta vice-rei (*Limenitis archippus*) não produz essa toxina, mas os predadores a evitam por confundirem-na com a monarca.



Exemplo de camuflagem: o polvo da espécie *Octopus vulgaris* é capaz de mudar sua coloração e imitar o aspecto do fundo do mar.

A: SUE BISHOP/ALAMY/ALAMYFOTARENA
FOTARENA; B: BLARUE/ALAMYFOTARENA

Orientações didáticas

• Fique atento à forma como os estudantes utilizam o conceito de adaptação, pois, dependendo de como for utilizado, ele pode expressar uma interpretação Lamarckista do processo evolutivo. Usá-lo na voz reflexiva, como em 'a borboleta se adaptou', passa a impressão de que a adaptação foi uma ação planejada e executada pela borboleta. Porém, de acordo com a teoria da evolução pela seleção natural, é o ambiente que seleciona indivíduos que são mais aptos ou menos aptos às suas condições e, portanto, o sujeito da ação é o ambiente, e não a população do ser vivo.

• Não existe característica melhor ou pior aos seres vivos, apenas as mais aptas, ou mais vantajosas, e as menos aptas, ou menos vantajosas, em um determinado ambiente. As características adaptativas de uma população estão intrinsecamente relacionadas ao nicho ecológico que ela ocupa no ambiente; portanto, elas provavelmente não serão vantajosas em outro ambiente.

• O mimetismo de borboletas foi teorizado pela primeira vez pelo naturalista britânico Henry Bates (1825-1892) com base em suas observações feitas na viagem à Amazônia, junto de Wallace. Sua explicação deu suporte às ideias evolutivas de Wallace, pois evidencia que a semelhança entre seres vivos não é casual, e sim produto da seleção natural.

• Nem todas as características dos seres vivos são adaptações ambientais. Muitas características são produto da seleção sexual, na qual um indivíduo da mesma espécie escolhe seu parceiro sexual de acordo com alguma característica. Por exemplo, muitas borboletas são coloridas, o que nem sempre tem relação com o mimetismo. Essa característica pode estar relacionada ao fato de essa coloração atrair parceiros sexuais.

Sugestão de recurso complementar

Artigo

O CURIOSO caso da mariposa que finge ser beija-flor. *National Geographic*, 27 ago. 2020.

Descreve o caso da mariposa beija-flor (*Aellopos titan*), que exibe características similares às de um beija-flor, o que lhe confere proteção contra predadores.

Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/video/tv/o-curioso-caso-da-mariposa-que-finge-ser-beija-flor>. Acesso em: 8 ago. 2022.

Orientações didáticas

• Embora a hibernação seja uma importante estratégia para alguns animais durante o inverno, grandes mamíferos, como os ursos, não passam por esse processo, diferentemente do que se pensa. A hibernação é mais comum em animais de menor porte, como morcegos, marmotas e esquilos.

• Assim como alguns animais têm alterações fisiológicas para diminuir sua atividade e sobreviver no frio intenso – processo de hibernação – outros também sofrem alterações fisiológicas relacionadas ao calor intenso, diminuindo sua atividade em um processo chamado estivação.

• Comente a adaptação de alguns animais, como os camelos, que possuem corcova gordurosa que proporciona isolamento térmico e reserva energética, capacidade de beber grande quantidade de água em alguns segundos sem prejuízos ao organismo, capacidade do corpo variar a temperatura evitando a perda de água, entre outras.

• As condições ambientais não se limitam a fatores físico-químicos. Como visto no 6º ano, os ecossistemas são constituídos de componentes vivos – seres vivos – e componentes não vivos, também chamados de fatores físico-químicos, como as rochas, a parte mineral do solo, a água, o ar e a luz. Portanto, a seleção natural não atua apenas por fatores, como a temperatura, a água ou a luminosidade, mas também com base na relação entre os seres vivos.

Adaptações de animais às condições ambientais

A temperatura e a disponibilidade de água são exemplos de condições ambientais para as quais os seres vivos apresentam diversas adaptações. A sobrevivência só é possível dentro de certos limites de temperatura.

Em ambientes muito quentes, como os desertos, alguns animais têm como adaptação o hábito de vida noturna: permanecem em tocas durante o dia e saem à noite para se alimentar, o que evita o aquecimento excessivo do corpo e a perda de água. Os fenecos por exemplo, apresentam adaptações ao clima seco e às variações de temperatura típicas do deserto (seu hábitat), que podem ultrapassar os 50 °C ao longo do dia e cair abaixo de zero à noite. Esse animal tem hábitos noturnos, passando o dia em tocas escavadas na areia. Além disso, elimina pouca água na urina e suas grandes orelhas ajudam a dissipar o calor.

Outro exemplo de adaptação a ambientes quentes é a transpiração realizada por muitos mamíferos. A transpiração é o processo de produção de suor pelas glândulas sudoríparas, que se localizam na pele. Ao ser eliminado na superfície do corpo, o suor evapora, absorvendo parte do calor do organismo, o que contribui para a regulação da temperatura corporal.

Em ambientes com baixas temperaturas, diversos mamíferos apresentam adaptações como pelagem espessa e grossa camada de gordura sob a pele. Essas características promovem o isolamento térmico, ajudando a manter a temperatura interna do corpo acima da temperatura do ambiente. A camada de gordura também serve de reserva energética.

Algumas espécies de pequenos roedores, morcegos e anfíbios entram em sono profundo nos meses mais frios do ano, poupando energia. Essa adaptação é conhecida como **hibernação**.

Existem também espécies que realizam **migração** em busca de melhores condições ambientais, como temperaturas amenas ou maior disponibilidade de água ou alimento. Trata-se, portanto, de uma adaptação comportamental.

As baleias jubarte, por exemplo, apresentam espessa camada de gordura sob a pele, adaptação que auxilia na manutenção da temperatura corporal. Esses animais também apresentam adaptação comportamental, eles fazem migrações anuais em busca de ambientes com condições ideais para a sobrevivência. No verão, vão para áreas polares em busca de alimento e, no inverno, migram para áreas tropicais à procura de águas mais quentes para reprodução.



Feneco (*Vulpes zerda*). As maiores populações dessa espécie são encontradas no deserto do Saara.



Baleias jubarte (*Megaptera novaeangliae*), animais que podem ser encontrados nos oceanos Atlântico, Pacífico e Ártico.

116

Sugestão de recurso complementar

Site

Um estudo de caso de coevolução: os esquilos, as aves e as pinhas que eles amam – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo.

A página apresenta um exemplo de coevolução envolvendo esquilos, aves e pinhas.

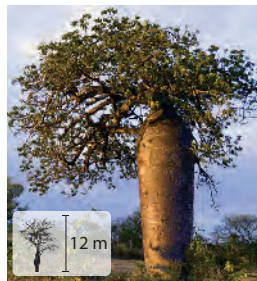
Disponível em: <https://evosite.ib.usp.br/evo101/IIIF1Casestudyofcoevo.shtml>. Acesso em: 8 ago. 2022.

Adaptações de plantas às condições ambientais

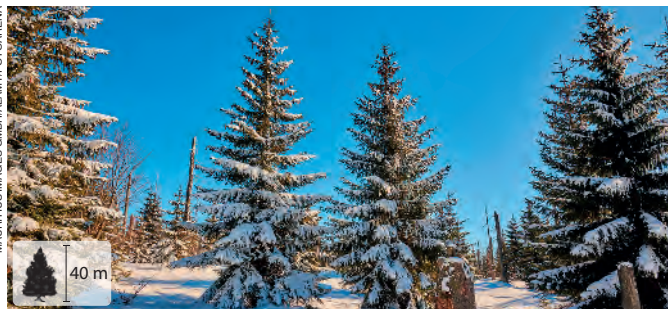
Em áreas desérticas e semiáridas, a baixa disponibilidade de água e a alta incidência solar são fatores ambientais que favorecem plantas com adaptações relacionadas à diminuição da perda de água por transpiração. Na Caatinga, ambiente semiárido brasileiro, por exemplo, algumas plantas possuem folhas modificadas em **espinhos** e **caules suculentos**, que armazenam água. Também há casos de plantas que possuem adaptações como raízes muito profundas, que captam água diretamente dos lençóis freáticos. A árvore barriguda, por exemplo, que é típica desse bioma, armazena água no caule e perde as folhas no período das secas, o que reduz a perda de água para o ambiente.

Ambientes muito frios também podem ter baixa disponibilidade de água líquida. Nesses casos, algumas plantas perdem as folhas durante o outono e o inverno, o que reduz a perda de água para o ambiente. Elas também podem armazenar substâncias energéticas nas raízes, compensando a ausência de fotossíntese durante esse período.

Em regiões onde ocorrem nevascas, algumas plantas apresentam folhas muito pequenas e copa em formato cônico, como os pinheiros. As folhas diminutas minimizam a perda de água por transpiração, e o formato cônico das copas diminui o acúmulo da neve, impedindo que as folhas e os galhos congelem e se danifiquem.



Árvore barriguda (*Ceiba glaziovii*) na Caatinga. (Paramirim, BA, 2013.)



Pinheiros típicos de regiões frias, do gênero *Picea*. (Alemanha, 2021.)

De olho no tema

1. A falsa-coral (*Oxyrhopus guibei*) é uma serpente não venenosa que afasta seus possíveis predadores por possuir a coloração do corpo muito parecida com a da coral-verdadeira (*Micrurus altirostris*), serpente conhecida por sua peçonha tóxica.
 - O caso relatado é um exemplo de mimetismo ou de camuflagem? Produza **argumentos científicos** como resposta à questão (Dica: os **dados** são as características da falsa-coral; o **apoio** são as definições de mimetismo e camuflagem).
2. Durante o inverno europeu, a cegonha-branca (*Ciconia ciconia*) migra para o centro-sul africano ou para o sul asiático em busca de temperaturas mais amenas e alimento, voltando para a Europa apenas no verão.
 - A migração da cegonha-branca pode ser considerada uma adaptação? Se sim, de que tipo?

Orientações didáticas

- Outro exemplo de adaptação em plantas são suas estratégias reprodutivas. Plantas não se locomovem e, portanto, sua fecundação e a dispersão de sementes são realizadas por outros agentes, como a água, o vento ou os animais. Algumas plantas só são polinizadas por determinadas espécies de insetos ou de aves e suas flores foram selecionadas com características que atraem um polinizador. A presença de adaptações como néctar ou frutos atraem animais polinizadores ou dispersores de sementes que favorecem a reprodução das plantas e fornecem alimento para esses animais. Se julgar conveniente, para contextualizar as interações entre as espécies, comente o caso da mamangava e a polinização do maracujá. O maracujá é uma planta em que não ocorre a autofecundação e seu pólen não consegue ser transportado pelo vento. Dessa forma, é necessária a participação de insetos grandes para transportá-los ao se “sujar” na busca do néctar das flores. O principal polinizador do maracujá são as mamangavas, abelhas de grande porte capazes de voar grandes distâncias. A escassez de mamangavas pode prejudicar plantações inteiras, de modo que muitas vezes se faz necessária a polinização manual das flores de maracujá para a formação de frutos nas plantações.

- Comente que com o tempo tanto as plantas como os polinizadores podem desenvolver adaptações que beneficiam suas relações. Nos casos em que ambas as espécies evoluem apresentando adaptações que influenciam umas às outras, ocorre o processo denominado **coevolução**. Na **Sugestão de recurso complementar** é apresentado um estudo de caso de coevolução. Se julgar pertinente, apresente para a turma.

Respostas – De olho no tema

1. Dado que a falsa-coral (*Oxyrhopus guibei*) é uma serpente que possui a coloração do corpo muito parecida com a da coral-verdadeira (*Micrurus altirostris*), serpente conhecida por sua peçonha tóxica, conclui-se que, com certeza (**qualificador**), trata-se de mimetismo. Isso pois a falsa-coral exibe uma característica muito similar à da coral-verdadeira (que é peçonhenta) o que lhe confere proteção contra predadores, mesmo não sendo peçonhenta (**garantia**). No mimetismo, uma espécie exibe uma característica muito similar à de outra espécie, o que

confere vantagens no ambiente, como a proteção contra predadores; enquanto na camuflagem, uma espécie é capaz de imitar o aspecto do ambiente, dificultando ser notada por predadores ou presas (**apoio**). A não ser que o ambiente não tenha cobras da espécie *Micrurus altirostris* e, desta forma, os predadores não se sintam ameaçados por este padrão de cor (**refutador**). Essa atividade desenvolve a capacidade de argumentação, colaborando para o desenvolvimento da **competência geral 7** da Educação Básica, prevista pela BNCC.

2. Sim, é uma adaptação comportamental.

Orientações didáticas

• No Tema 4, é abordada a atuação da seleção natural sobre a diversidade intraespecífica e a formação de novas espécies. Sugere-se trabalhar com a ilustração “Especiação” para explicar os processos que envolvem a formação de uma nova espécie.

• Caso seja possível, faça uso de outros exemplos, reais ou fictícios, desse processo.

• Ao finalizar este Tema, os estudantes serão capazes de discutir a evolução e a diversidade das espécies com base na atuação da seleção natural sobre as variantes de uma mesma espécie, contemplando a habilidade **EF09CI11**.

• O conceito de espécie geralmente utilizado didaticamente é o que corresponde a indivíduos que podem se reproduzir e gerar descendentes férteis. Assim, o processo de especiação está completo quando as populações não conseguem mais se reproduzir entre si.

• Barreiras geográficas, embora sejam comumente representadas como grandes montanhas ou rios muito largos, também podem ser de outros tipos, como barragens, açudes e até mesmo a presença de predadores em certo local.

• Nesse momento, é possível desenvolver um trabalho interdisciplinar com o componente curricular Geografia, como aprofundamento, sugerindo uma pesquisa dos pontos extremos globais, e verificar quais são as características extremas de cada um e quais seres vivos habitam esses lugares, por exemplo: o maior deserto (Saara) e sua temperatura e regime hídrico, a maior depressão (Mar Morto) com questões de pressão atmosférica e de salinidade.

• Apenas com o conhecimento recente da Genética foi possível entender como a variabilidade é gerada nos seres vivos. Existem vários mecanismos que contribuem para a variabilidade de uma espécie, como a reprodução sexuada, porém o principal mecanismo envolvido é a mutação no DNA. Tenha em mente que, ainda que tenha sido mencionada a variabilidade dos indivíduos de uma população, os estudantes não conhecem suas bases genéticas. Avalie a possibilidade de comentar as mutações genéticas e sua casualidade, reforçando o papel do ambiente na seleção das espécies.



Especiação e ancestralidade

O isolamento de grupos de uma mesma espécie pode levar à formação de novas espécies ao longo do tempo.

Formação de novas espécies

O processo de formação de novas espécies chama-se **especiação**. Para que esse processo aconteça, são necessárias algumas condições:

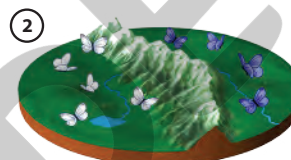
- **variabilidade**, isto é, diferenças entre os indivíduos de uma mesma espécie;
- atuação do processo de **seleção natural**;
- **isolamento reprodutivo**, que ocorre quando duas populações de uma mesma espécie original se tornam diferentes entre si a ponto de a reprodução entre elas não ser mais possível, formando, assim, duas espécies distintas.

Existem diferentes tipos de especiação. Um deles envolve o aparecimento de uma **barreira geográfica**, como um rio ou uma cadeia de montanhas. Nesse caso, a barreira divide uma população original de certa espécie em duas. Isso determina o **isolamento geográfico** dessas duas populações. Como as condições ambientais não são idênticas nos dois lados da barreira geográfica, o processo de seleção natural atua de forma diferenciada sobre as populações isoladas em cada lado da barreira e elas passam a evoluir independentemente uma da outra. Com o tempo, podem acumular modificações nas duas populações que impedem a reprodução entre elas, mesmo que ocorra o desaparecimento da barreira geográfica. Isso significa que ocorreu o **isolamento reprodutivo** entre as duas populações e que cada uma delas passou a constituir uma nova espécie.

Especiação



1 Uma população de borboletas pode voar sobre montes baixos.



2 Com o passar do tempo, os montes se transformam em uma cadeia de montanhas altas, dividindo a população em duas (**isolamento geográfico**). Essas populações evoluem de maneira independente.



3 Após muitos anos, forma-se uma falha na cadeia montanhosa, possibilitando a mistura das populações. Elas, porém, já acumularam tantas diferenças que não podem mais se reproduzir entre si (**isolamento reprodutivo**), correspondendo a espécies diferentes.

Representação esquemática de processo de especiação envolvendo o aparecimento de uma barreira geográfica. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Fonte: TIME-LIFE. *Evolução da vida*. São Paulo: Abril, 1994 (Coleção Ciência e Natureza).

MANGAARQUIVO DA EDITORA

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

Árvores filogenéticas

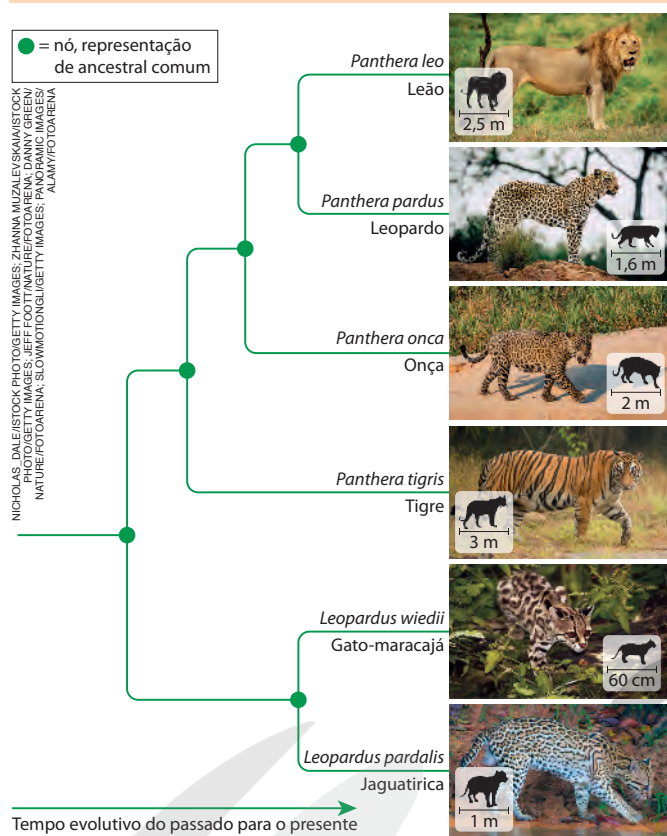
A história evolutiva dos seres vivos pode ser representada em **árvores filogenéticas** ou **filogenias**, diagramas que indicam as relações de parentesco evolutivo entre grupos de seres vivos. Esses grupos podem ser, por exemplo, diferentes espécies.

Em uma árvore filogenética, os grupos são representados nas pontas dos ramos. Ao descer por um ramo da árvore, encontramos um ponto de união com o ramo vizinho, o **nó**. Este representa o **ancestral comum** mais recente compartilhado por ambos os grupos.

Quanto mais recente é o ancestral compartilhado entre dois ou mais grupos de uma árvore filogenética, maior é o **grau de parentesco evolutivo** entre eles, ou seja, maior é a quantidade de características compartilhadas.

As árvores filogenéticas são representações que podem se modificar à medida que acontecem novas descobertas, tanto sobre os seres vivos atuais como sobre os seres vivos ancestrais (por meio de fósseis, por exemplo).

Filogenia de alguns felídeos



De olho no tema

1. Escreva uma frase relacionando corretamente os termos: especiação, isolamento geográfico e isolamento reprodutivo.
2. Observe a árvore filogenética representada nesta página e responda:
 - Entre os animais representados, quais devem compartilhar maior número de características? Produza **argumentos científicos** como resposta à questão. (Dicas: os **dados** estão no diagrama; o **apoio** e o **refutador** estão no texto explicativo sobre o que é uma árvore filogenética).

Orientações didáticas

• Antes de Darwin e Wallace, a classificação dos seres vivos era baseada em critérios artificiais, ou seja, os seres vivos eram agrupados de acordo com o compartilhamento de características, como a presença de penas ou de escamas. A teoria da evolução por seleção natural permitiu estudar os seres vivos atuais como descendentes de ancestrais, tornando possível reconstruir uma árvore hereditária contando a história evolutiva deles. Portanto, a classificação taxonômica mudou e atualmente só são considerados grupos válidos em Biologia aqueles em que seus membros compartilham um ancestral comum exclusivo.

• No exemplo “Filogenia de alguns felídeos”, demonstrado no livro do estudante, as espécies atuais estão do lado direito da imagem, enquanto o ancestral comum mais antigo está mais à esquerda. É importante ressaltar que muitas árvores filogenéticas, como a exemplificada, não têm relação proporcional entre o tamanho dos ramos e a passagem do tempo. Ou seja, não há a informação na árvore de quanto tempo passou entre a existência de um ancestral e seus descendentes e é possível saber apenas qual ancestral é mais antigo e qual é mais recente.

Respostas – De olho no tema

1. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes descrevam que o isolamento geográfico de duas populações de uma mesma espécie pode levar, ao longo do tempo, ao isolamento reprodutivo, e, eventualmente, à especiação, ou seja, à formação de novas espécies.

2. **Dado** que, na filogenia apresentada, o gato-maracajá e a jaguaritica ou o leão e o leopardo têm um ancestral comum mais recente entre si do que têm com outros felinos, **conclui-se** que entre os animais representados, esses pares (o gato-maracajá e a jaguaritica ou o leão e o leopardo), provavelmente (**qualificador**) devem compartilhar maior número de características. Isso porque existe um nó entre esses pares que representa o ancestral comum mais recente compartilhado (**garantia**). Além disso, quanto mais recente é o ancestral compartilhado entre dois ou mais grupos de uma árvore filogenética, maior é o grau de parentesco evolutivo entre eles, ou seja, maior é a quantidade de características compartilhadas (**apoio**). A não ser que aconteçam novas descobertas, tanto sobre os seres vivos atuais como sobre os seres vivos ancestrais (**refutador**). Essa atividade desenvolve a capacidade de argumentação, colaborando para o desenvolvimento da **competência geral 7** da Educação Básica, prevista pela BNCC.

Sugestão de recurso complementar

Artigo

TRAVESSAS, A. O.; GARNERO, A.D.V.; MARINHO, J. C. B. Recursos didáticos alternativos para o ensino de genética e evolução. *Ludus Scientiae*, Goiás, v. 4, n. 2, ago./dez. 2020.

O artigo apresenta duas propostas de atividades interativas para auxiliar na compreensão de conceitos de Genética e Evolução.

Disponível em: <https://revistas.unila.edu.br/relus/article/view/2220>. Acesso em: 19 ago. 2022.

Orientações didáticas

- É importante que os estudantes percebam que o processo evolutivo é um dos responsáveis pela biodiversidade existente na Terra. Se julgar conveniente, comente que o termo “biodiversidade” foi definido a partir da expressão “Diversidade Biológica”, mas hoje seu significado é mais amplo que o original. Após ter sido usado no 1º Fórum Americano sobre Diversidade Biológica, o termo popularizou-se, figurando não apenas no meio científico, mas também entre ambientalistas, líderes políticos e cidadãos no mundo todo.
- Enfatize a importância da diversidade para o equilíbrio dos ecossistemas. Retome brevemente as relações ecológicas que existem na natureza. Reforce que cada espécie ocupa um papel importante no equilíbrio do ecossistema e que a extinção de uma espécie pode afetar inúmeras outras. As discussões geradas com base no conteúdo desse Tema possibilitam o desenvolvimento do TCT – **Educação Ambiental**.



Conservação da biodiversidade

Cada ser vivo está adaptado ao ambiente em que vive e desempenha um papel essencial na manutenção do equilíbrio do ecossistema.

Evolução e biodiversidade

Para compreendermos o que é **biodiversidade** temos que considerar o termo em dois níveis distintos: a variabilidade genética entre indivíduos de uma mesma espécie e também a diversidade de espécies em um mesmo ambiente.

Os seres vivos são caracterizados por variações genéticas hereditárias, que sofrem a ação da seleção natural e podem ser estudadas para fins de inventário biológico e conservação. A manutenção da diversidade genética é um dos principais focos da biologia da conservação, por estar nessa diversidade o potencial adaptativo de uma espécie. Conservar a biodiversidade, portanto, é favorecer a capacidade adaptativa dos seres vivos que existem hoje.

Cada ambiente, com suas características físicas e com os seres vivos que abriga, contribui para o equilíbrio dinâmico da Terra. Uma floresta, por exemplo, influencia a pluviosidade da região, a qualidade do ar, a presença de nascentes de água e as características do solo. Além disso, uma floresta abriga grande número de indivíduos de diversas espécies, com grande variabilidade genética. Essas espécies podem ser polinizadoras de culturas ou servir de fonte de alimento e de substâncias medicinais para a humanidade.

Muitas das atividades humanas impactam direta ou indiretamente os ambientes naturais, prejudicando a sobrevivência de diversos seres vivos e podendo causar desequilíbrios ecológicos. Esses desequilíbrios afetam as populações humanas e podem ser notados de diferentes formas: aumento de eventos climáticos extremos, como secas prolongadas, tempestades e furacões; aumento da incidência e expansão da área de ocorrência de doenças; aumento da população de vetores de doenças em áreas urbanas e de pragas nas plantações; queda da produtividade das lavouras, entre outras.

MARCOS AMENDIPULSAR/IMAGENS



Chuva caindo em área da Floresta Amazônica. (Manaus, AM, 2020.)

Plantação de soja (*Glycine max*). Nesse tipo de cultivo a diversidade é baixa, e se uma planta for suscetível a uma praga, como um fungo, toda a plantação poderá ser dizimada. (Floresta, PR, 2022.)



ERNESTO REGHRANPULSAR/IMAGENS

Reprodução proibida. Art. 184 da Código Penal e Lei 9610 de 19 de fevereiro de 1998.

Unidades de Conservação

Uma das formas de proteger a biodiversidade e a integridade dos ecossistemas é por meio da implantação de **Unidades de Conservação (UC)**. As UC são áreas que apresentam características naturais relevantes e que são legalmente delimitadas pelos governos federal, estaduais ou municipais, com o intuito de assegurar a representatividade de amostras das diferentes populações, habitats e ecossistemas, conservando o patrimônio biológico existente. As Unidades de Conservação devem assegurar às populações humanas tradicionais que vivem nessas regiões, como indígenas, quilombolas e caiçaras, o uso sustentável dos recursos naturais, ou seja, o uso que satisfaz às necessidades atuais, mas não esgota o recurso para o futuro.

As Unidades de Conservação se dividem em dois grupos:

- **Unidades de Proteção Integral:** onde é permitido apenas o uso indireto dos recursos naturais, como recreação em contato com a natureza, turismo ecológico, pesquisa científica e educação ambiental. As categorias de proteção integral são: Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parque Nacional, Monumento Natural e Refúgio de Vida Silvestre.
- **Unidades de Uso Sustentável:** são áreas que visam conciliar a conservação da natureza com o uso sustentável dos recursos naturais. São permitidas atividades que envolvem coleta e uso dos recursos naturais, desde que praticadas de forma sustentável. As categorias de uso sustentável são: 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).



Pescador lançando rede de pesca na Área de Proteção Ambiental Caraíva/Trancoso. (Porto Seguro, BA, 2019.)

ISMAR INGBERPULSAR/IMAGENS



(A) Parque Nacional de Itatiaia, uma Unidade de Conservação de Proteção Integral, que fica na Serra da Mantiqueira, entre os estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro. (Itatiaia, RJ, 2021.)



(B) Moradias da comunidade na Reserva Extrativista do Guariba, uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável. (Apuí, AM, 2020.)

ANDRÉ DIRPULSAR/IMAGENS

Orientações didáticas

- Antes de abordar o grupo das Unidades de Proteção Integral e o grupo das Unidades de Uso Sustentável, com o objetivo de desenvolver a autonomia e o protagonismo dos estudantes no processo de aprendizagem, organize a turma em grupos e, como atividade extraclasse, solicite que façam uma pesquisa sobre o tema. Cada grupo deve ficar responsável pela pesquisa de uma ou mais categorias de Unidades de Conservação, isso pode variar de acordo com o número de estudantes da turma. Além da definição e de exemplos da categoria, solicite aos estudantes que pesquisem a que grupo ela pertence (Unidades de Proteção Integral ou Unidades de Uso Sustentável) e o objetivo desse grupo, caracterizando o que é permitido nele. Peça aos grupos que organizem pequenas apresentações para explicar o conteúdo pesquisado para a turma.
- É interessante incentivar os estudantes a pesquisar a respeito da presença de Unidades de Conservação na região em que vivem, destacando o tipo de ecossistema que é protegido por ela; se há populações humanas vivendo nelas; quais atividades são permitidas, entre outras informações.
- Se possível, organize uma visita a uma Unidade de Conservação de seu município ou região, para que os estudantes vivenciem e percebam a importância dela para as populações do entorno.
- Essas propostas, bem como o desenvolvimento do conteúdo do **Tema 5**, mobilizam a habilidade **EF09CI12**, possibilitando aos estudantes que sejam capazes de justificar a importância das Unidades de Conservação para a proteção da biodiversidade.

Orientações didáticas

• Questione os estudantes sobre outras medidas que podem ser adotadas para a conservação do ambiente. A utilização sustentável dos recursos naturais é difícil de ser obtida em uma sociedade de consumo, cujo objetivo principal é o acúmulo material. A conservação da biodiversidade prescinde de novas relações com a natureza que valorizem o bem coletivo. Essa mudança envolve toda a sociedade. Discuta com os estudantes o consumo de bens materiais, como os tecnológicos, e seu impacto ambiental. A intenção é fazer com que entendam o papel deles na problemática proposta, ou seja, o impacto ambiental decorrente do modo de vida e de consumo que adotam, e repensem suas atitudes, assumindo uma postura mais consciente em relação ao consumo e ao descarte de materiais. Essa discussão possibilita o desenvolvimento do TCT – **Educação para o Consumo**.

• Nesse contexto, apresente a Agenda 2030 das Nações Unidas, destacando que ela abrange as três dimensões do desenvolvimento sustentável – social, ambiental e econômica – e que as iniciativas propostas por ela podem ser praticadas pelos governos, setor privado e por cada cidadão. Destaque o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável de número 12 – Consumo e produção responsáveis – e apresente as metas relacionadas a esse ODS. Verifique esse conteúdo nas **Sugestões de recursos complementares**.



Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estão interconectados e abordam os principais desafios de desenvolvimento no mundo.

122

O consumo consciente e conservação da biodiversidade

Além da implementação de Unidades de Conservação por parte dos governos competentes, é importante lembrar da contribuição significativa que as ações individuais dos cidadãos podem resultar para a conservação da biodiversidade. Um ponto essencial nesse sentido são as nossas relações de consumo. Pode parecer, à primeira vista, que alterações nos comportamentos individuais de consumo no cotidiano são insignificantes; porém quando vistas de modo coletivo, essas alterações podem promover grandes mudanças.

Dessa forma, repensar os hábitos de consumo é essencial para minimizar os impactos sobre o ambiente e, conseqüentemente, para todos os seres vivos que o habitam. Adotar o **consumo consciente**, sem desperdícios, e um estilo de vida sustentável são as melhores estratégias para diminuir a velocidade da produção industrial que utiliza os recursos naturais e gera impactos na biodiversidade da Terra. Algumas medidas simples que podem ser tomadas no dia a dia são:

- Comprar somente o necessário.
- Optar por embalagens reduzidas.
- Reutilizar embalagens e produtos.
- Evitar o desperdício de alimentos, água e energia elétrica.
- Utilizar os produtos até o fim de sua vida útil.
- Optar por produtos de empresas preocupadas com o ambiente.
- Separar o lixo para coleta seletiva e reciclagem.
- Fazer doações de objetos.

A Agenda 2030 e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

O uso equilibrado dos recursos naturais está relacionado diretamente com a conservação da biodiversidade, pois o esgotamento desses recursos coloca em risco a existência da maioria das espécies do planeta Terra. Tendo em vista a necessidade de usar com responsabilidade os recursos da Terra, em 1972, na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente (ou Conferência de Estocolmo), criou-se o conceito de **sustentabilidade**.

Depois dessa conferência, muitas outras aconteceram objetivando a conservação dos recursos naturais e da biodiversidade. Em 2015, líderes mundiais reuniram-se na sede da ONU, em Nova York, e traçaram um plano de ação com o objetivo de erradicar a pobreza, proteger o planeta Terra e promover a paz universal. Esse plano é conhecido como **Agenda 2030** e reúne 17 **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável** (ODS). A Agenda abrange as três dimensões do desenvolvimento sustentável – social, ambiental e econômica – e suas iniciativas podem ser praticadas pelos governos, setor privado e por cada cidadão.

Sugestões de recursos complementares

Site

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – Nações Unidas Brasil.

A página apresenta os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, trazendo detalhes sobre como as Nações Unidas apoiam esses objetivos ao expor as metas relacionadas a eles.

Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 8 ago. 2022.

Vídeo

COMPREENDENDO as dimensões do desenvolvimento sustentável. 2022. (4 min). Publicado pelo canal ONU Brasil.

O vídeo explica a Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU) e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=3kntkV6JtJ8&list=PLUZOT6bFc2fghKopTJcswi3GSYntbRsY3&ab_channel=ONUBrasil. Acesso em: 8 ago. 2022.

**De olho no tema**

1. Explique com suas palavras a importância de conservar a biodiversidade.
2. O que são Unidades de Conservação?
3. Faça uma reflexão sobre os hábitos de consumo consciente que você pode adotar em sua residência. Escreva em seu caderno e converse com seus pais ou responsáveis sobre como podem implementá-los. Depois, compartilhe com a turma quais foram os resultados e as dificuldades.

Vamos fazer

REGISTRE EM SEU CADERNO

Como ter uma escola mais sustentável?

A educação ambiental é uma importante ferramenta para discutir temas atuais como desmatamento, poluição, desperdício, sustentabilidade, entre outros. Como podemos colocar em prática essas discussões?

Material

- Livros ou dispositivo com acesso à internet
- Cartolina e papel sulfite
- Lápis, lápis de cor e canetinhas

Organizar e elaborar

Organizem-se em grupos para o desenvolvimento das etapas a seguir.

1. Pesquisem nos livros ou na internet o que são “escolas sustentáveis”.
 - Com base nos resultados encontrados: Vocês consideram a escola em que estudam sustentável? Por quê?
2. Elaborem uma lista com as medidas que poderiam ser tomadas em sua escola para que ela se torne mais sustentável.
3. Compartilhem as ideias do grupo com a turma e o professor. Discutam, coletivamente, e selecionem

três medidas para serem implementadas. Essas medidas podem ser simples e de fácil execução na dinâmica da escola.

4. Elaborem, coletivamente, uma carta para a direção da escola com propostas, ações e materiais necessários para a implementação das ideias da turma.

Compartilhar

1. Em grupos novamente, produzam os materiais de divulgação sobre o que é uma escola sustentável e as medidas que serão implementadas na escola. Espalhem esses materiais pela escola para que todos possam conhecer essas informações.
2. Elaborem um relatório das atividades da turma. Incluam uma introdução geral sobre escola sustentável; o objetivo do projeto e as medidas elencadas pela turma; os materiais e os métodos utilizados; os resultados obtidos e a discussão de como as medidas implementadas influenciam o ambiente escolar.

123

Respostas – De olho no tema

1. A conservação da biodiversidade é importante para a manutenção dos ecossistemas atuais, já que a continuidade da existência de um ser vivo está atrelada à existência dos demais. Além disso, os componentes vivos se relacionam com os não vivos, influenciando a regulação dos ciclos ecológicos, como o da água ou o do carbono.
2. Unidades de Conservação são áreas que apresentam características naturais relevantes e são legalmente delimitadas pelos governos federal,

estaduais ou municipais, com o intuito de assegurar a representatividade de amostras das diferentes populações, habitats e ecossistemas, conservando o patrimônio biológico existente.

3. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes compartilhem os hábitos que conseguiram implementar em suas casas para o consumo consciente. Promova um ambiente de compartilhamento de experiências, com acolhimento e valorização de ideias.

Orientações didáticas

• A seção **Vamos fazer** tem como objetivo a organização e o desenvolvimento de um projeto pelos estudantes para a transformação da escola em um ambiente mais sustentável. É importante destacar que a escola tem papel fundamental na formação de cidadãos conscientes, que podem identificar problemas da sociedade e colocar em prática ações para solucioná-los. A atividade proposta nessa seção favorece o desenvolvimento das **competências gerais 2, 7 e 10** da Educação Básica e das **competências específicas 5 e 8** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, bem como a habilidade **EF09CI13**, previstas pela BNCC. Além disso, essa proposta mobiliza o TCT – **Educação para o Consumo**.

• Fique atento durante o desenvolvimento da atividade para auxiliar os estudantes se necessário. Se julgar conveniente, selecione previamente imagens de escolas sustentáveis para mostrar como exemplos.

Respostas – Vamos fazer

1. Escolas sustentáveis são aquelas que educam e mantêm uma relação equilibrada com o ambiente, utilizando medidas que minimizem os danos a ele e garantindo a qualidade de vida às gerações presente e futura. Algumas medidas sustentáveis que podem ser executadas na escola são: abolir desperdício de água; economizar energia elétrica; reduzir o uso de papel; evitar desperdício de materiais; implantar coletores seletivos de lixo; cultivar horta coletiva; incentivar rede de caronas; compartilhar conhecimento de educação ambiental, entre outros. Antes da divulgação dos materiais, avalie o conteúdo produzido pelos grupos.

2. Explique aos estudantes que o objetivo do relatório é divulgar os resultados do estudo realizado pela turma. Garanta que a estrutura do relatório solicitada na atividade esteja completa.

Sugestão de recurso complementar**Livro**

MOREIRA, T.; SANTOS, R. S. S. (org.). *Educação para o desenvolvimento sustentável na escola: caderno introdutório*. Brasília: Unesco, 2020.

O livro apresenta propostas para o desenvolvimento de competências e habilidades relacionadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU.

Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375076>. Acesso em: 8 ago. 2022.

Respostas – Atividades

1. a) São características selecionadas, ao longo das gerações, pelo processo de seleção natural, que conferem vantagens aos indivíduos. b) As adaptações são produtos da evolução por seleção natural.

2. Presença de variabilidade, ou seja, diferenças entre os indivíduos de uma mesma espécie, atuação da seleção natural e isolamento reprodutivo.

3. Os desequilíbrios ecológicos prejudicam a sobrevivência de diversos seres vivos. Em relação às consequências para as comunidades humanas algumas consequências são: aumento de eventos climáticos extremos, como secas prolongadas, tempestades e furacões; aumento da incidência e expansão da área de ocorrência de doenças; aumento da população de vetores de doenças em áreas urbanas e de pragas nas plantações; queda da produtividade das lavouras, entre outras.

4. a) Folhas modificadas em espinhos (evitam a perda de água por transpiração), caule suculento (armazena água) e raízes muito profundas (para captar água dos lençóis freáticos). b) Transpiração (adaptação que contribui para a regulação da temperatura corporal) e hábitos noturnos, permanecendo em tocas ou lugares sombreados durante o dia, entre outras.

5. Nos grupos isolados de aranhas o processo de seleção natural atua de forma diferenciada e eles passam a evoluir independentemente um do outro. Com o tempo, tornam-se tão diferentes entre si a ponto de ser impossível a reprodução entre eles (isolamento reprodutivo), mesmo que ocorra o desaparecimento da barreira geográfica (nesse caso, o aumento do nível da água). Com isso, cada grupo passa a representar uma espécie de aranha distinta da população original. O desenho deve ilustrar essas etapas.

6. Apesar das diferenças observadas na coloração dos indivíduos, as populações pertencem à mesma espécie, pois continuam a se reproduzir entre si e a gerar descendentes férteis.

7. Não, pois se trata de uma Unidade de Conservação de Proteção Integral, na qual o uso dos recursos naturais só pode ser feito de forma indireta. Explique aos estudantes que as Unidades de Conservação da categoria Parque Nacional, quando criadas pelo Estado ou Município, são denominadas, respectivamente, Parque Estadual e Parque Natural Municipal.



Atividades ▶ TEMAS 3 A 5

REGISTRE EM SEU CADERNO

ORGANIZAR

1. Responda às questões a seguir.
 - a) O que são adaptações?
 - b) Qual é a relação entre adaptação e evolução biológica por seleção natural?
2. Quais são as condições para que ocorra o processo de formação de novas espécies?
3. Quais são as consequências dos desequilíbrios ecológicos para a conservação da biodiversidade? E para as populações humanas?

ANALISAR

4. O mandacaru é um cacto típico da Caatinga. Importante para a cultura sertaneja, ele está associado a ambientes secos e quentes.



Mandacaru (*Cereus jamacaru*) em seu ambiente natural.

- a) Cite algumas adaptações dessa planta que lhe permitem sobreviver em um ambiente com as características citadas.
 - b) Que adaptações poderiam ser encontradas nos animais que vivem nesse ambiente?
5. Imagine uma população de aranhas que vive em uma ilha. Com o passar do tempo, a água divide a ilha em duas e as aranhas não conseguem fazer a travessia de uma ilha para outra. Em relação ao processo de especiação, o que poderia acontecer com a população de aranhas de cada ilha após um período muito longo? Faça um desenho para ilustrar sua resposta.
 6. Pesquisadores encontraram duas populações de salamandras isoladas por um grande rio.

Na população A, as salamandras eram pretas com manchas amarelas; na população B, elas eram pretas com manchas vermelhas. Alguns indivíduos de A e B foram levados para o laboratório e acasalaram entre si, produzindo descendentes. Depois de alguns meses, os pesquisadores promoveram o acasalamento entre esses descendentes, que também produziu filhotes. As duas populações de salamandras podem ser consideradas uma mesma espécie? Justifique.

7. Uma mineradora realizou estudos geológicos em determinada região e verificou que existe grande chance de haver reservas de um mineral valioso na área. No entanto, a região em questão fica dentro de um Parque Estadual. A atividade de mineração poderia ser permitida dentro dessa área? Justifique.

COMPARTILHAR

8. Leia a tirinha a seguir e faça o que se pede.



O progresso muitas vezes pode levar à destruição dos ambientes naturais e à perda da biodiversidade. O desenvolvimento sustentável é um conceito que busca aliar progresso e conservação ambiental. Em trios, façam uma pesquisa sobre os principais problemas ambientais em sua região e proponham iniciativas coletivas e individuais para solucionar ou minimizar esses problemas. Discutam como essas iniciativas podem contribuir para o desenvolvimento sustentável da região.

Preparem uma apresentação com o uso de recursos audiovisuais e, após a validação do professor, exponham o trabalho para a turma.

8. Auxilie os estudantes na busca por informações e na organização de suas propostas. É importante que eles pensem tanto em atitudes individuais como coletivas, que incluam ações relacionadas ao consumo consciente e ressaltando de que maneira elas promovem um desenvolvimento sustentável. Após as apresentações, proponha uma discussão sobre os impactos desses problemas ambientais sobre a biodiversidade da região e como a sustentabilidade e o consumo consciente podem contribuir para a sua solução. Esta atividade mobiliza a habilidade **EF09CI13**.



Pensar Ciência

As paixões de Darwin

A educação de Darwin começou sob a orientação de suas irmãs mais velhas depois da morte prematura da mãe. Em 1817, ele passou a frequentar uma escola diurna em Shrewsbury, onde foi considerado lento no aprendizado. Em 1818, foi matriculado na escola de Shrewsbury sob a direção do Dr. Samuel Butler [...]. O diretor da escola o repreendeu publicamente por desperdiçar tempo com experiências químicas e o pai o censurou com o comentário: “Você não se importa com nada, a não ser caçar, cuidar de cães e apanhar ratos. Será uma desgraça para você mesmo e toda a família”. Ele foi retirado da escola de Shrewsbury em 1825 e enviado à Universidade de Edimburgo para estudar Medicina.

Darwin permaneceu em Edimburgo até 1827, frequentando ciclos de palestras, que considerou insuportavelmente insípidas, sobre medicina, farmácia, química e anatomia. Mas o pior de tudo foram suas experiências em assistir a operações, realizadas à força, sem anestésicos. Estas lhe causaram uma repulsa tão grande que o fizeram sair apressadamente e jurar que a medicina não era uma carreira para ele. As principais vantagens que obteve de sua estada em Edimburgo foram sua amizade com o zoólogo Robert Grant, que aceitava os ensinamentos de Lamarck sobre a evolução, as excursões geológicas com Robert Jameson e as expedições ao estuário de Forth para coletar animais marinhos. [...]

Fonte: GILLISPIE, C. C. (org.). *Dicionário de biografias científicas*. Rio de Janeiro: Contraponto, 2007. v. 1, p. 574.



Anotações feitas por Darwin e corais que ele coletou durante sua viagem a bordo do HMS Beagle.

MARY EVANS/GLOW IMAGES - MUSEU DE HISTÓRIA NATURAL, LONDRES, REINO UNIDO

Entrando na rede

No endereço <https://www.mostradarwin.com.br/>, você pode conhecer de forma virtual a exposição *Darwin: origens e evolução*. Além de explorar a exposição é possível acessar animações e jogos relacionados a perguntas, hipóteses e evidências que construíram o caminho sobre a teoria da evolução das espécies.

Acesso em: 26 jul. 2022.

ATIVIDADES

REGISTRE EM SEU CADERNO

1. De que maneira os interesses pessoais de Darwin foram importantes para suas pesquisas e suas descobertas?
2. Discuta com os colegas as seguintes questões:
 - Como os interesses e os pontos de vista de um cientista podem influenciar o trabalho que ele realiza?
 - Em quais aspectos essa influência pode ser positiva?
 - E em quais aspectos essa influência pode ser negativa?

125

Orientações didáticas

- A seção **Pensar Ciência** possibilita aos estudantes conhecer aspectos do cotidiano de cientistas e suas histórias de vida, a fim de que percebam que os cientistas são pessoas comuns, assim como eles. Em geral, são divulgados apenas os êxitos e sucessos de cientistas do passado, e não as dificuldades e os erros pelos quais todos passaram. Qualquer pessoa pode, se tiver oportunidades, desejar um dia ser cientista e trabalhar para isso.

- Nesse sentido, a seção mostra como os interesses de Darwin pela investigação e observação da natureza se manifestaram na sua infância. Durante a discussão acerca desse assunto, mencione aos estudantes que o interesse pela investigação pode se desenvolver desde a infância, influenciado por diversos elementos, como: preferências de cada pessoa, as configurações da sua personalidade, as circunstâncias sociais, o ambiente familiar e a mediação da escola.

- É importante que os estudantes se familiarizem com a ideia de que a Ciência não é neutra, pois recebe influência de quem a desenvolve. Além disso, há interferência da sociedade na qual a Ciência se desenvolve, como: o que é considerado ético, o que essa sociedade demanda da Ciência, quem financia as pesquisas, entre outros aspectos. Esse olhar amplo permite aos estudantes que tenham uma visão mais crítica, entendendo que os conhecimentos ou produtos obtidos pela Ciência são resultados de uma determinada forma de ver a realidade, e não uma verdade absoluta. Dessa forma, favorece-se o trabalho com a **competência específica 1** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, prevista pela BNCC.

Respostas – Pensar Ciência

1. As pesquisas e descobertas de Darwin só foram possíveis porque ele perseguiu seus interesses pessoais de estudar aquilo que lhe agradava, a natureza.
2. Respostas pessoais. Usando como exemplo a história de Darwin, que desde a infância manifestava interesse pela investigação e observação de elementos da natureza, realizando experiências químicas nessa época e, mais tarde, participando de excursões geológicas, expedições na natureza e colecionando materiais, espera-se que os estudantes percebam que esses interesses influenciaram a teoria da evolução, proposta por ele (e Wallace). E que, portanto, os interesses pessoais de um cientista podem influenciar os resultados do trabalho que ele realiza.

Orientações didáticas

• O tema do **Atitudes para a vida** é uma oportunidade para discutir o preconceito racial e a ausência de fundamentação biológica para a existência de raças humanas. Além disso, o texto e as atividades propostas permitem debater a igualdade racial valorizando a pluralidade cultural. Essa abordagem favorece o desenvolvimento das **competências gerais 1 e 9** e das **competências específicas 5, 6 e 8** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, previstas pela BNCC.

• É importante que a discussão a respeito do texto da seção seja realizada de forma respeitosa, isto é, que todas os participantes respeitem o direito de fala dos demais e esperem a sua vez para falar.

• Complemente a discussão apresentando aos estudantes as teorias do darwinismo social e a do arianismo, que, ao longo da história, se sustentaram na suposta superioridade de algumas raças para subjugar grupos humanos em diferentes contextos, baseadas em distorções da teoria de Darwin e Wallace. Caso julgue interessante, planeje atividades interdisciplinares sobre esse assunto em parceria com o professor do componente curricular História.

• Sob o nome de “darwinismo social”, surgiram teorias que justificavam práticas sociais eugenistas e racistas que defendiam que apenas os seres humanos mais “fortes” deveriam sobreviver para não degenerar a espécie humana. Esse argumento foi utilizado apenas para dar razões científicas à discriminação e à perseguição racial, que eram praticadas muito antes de Darwin, especialmente no contexto da escravidão.

• Darwin nunca disse que os seres humanos devem ser selecionados. Pelo contrário, ao entrar em contato com a escravidão no Brasil, tanto Darwin como Wallace julgaram-na como uma prática desumana que deveria ser encerrada. Mesmo assim, suas ideias de seleção natural se popularizaram e acabaram sendo inapropriadamente utilizadas por outras pessoas para justificar a discriminação racial.



Atitudes para a vida

REGISTRE EM SEU CADERNO

Raças humanas?

Se é inegável concluir que o racismo ainda existe – e tem força –, a ideia de que a espécie humana pode ser dividida em raças está cada vez mais obsoleta.



As poucas diferenças encontradas nos diversos grupos humanos não são suficientes para indicar a existência de raças distintas.

[...]

A inexistência das raças biológicas ganhou força com as recentes pesquisas genéticas. Os geneticistas descobriram que a constituição genética de todos os indivíduos é semelhante o suficiente para que a pequena porcentagem de genes que se distinguem (que inclui a aparência física, a cor da pele etc.) não justifique a classificação da sociedade em raças. [...]

No Brasil, Sergio Pena, da Universidade Federal de Minas Gerais, em conjunto com uma série de pesquisadores, publicou dezenas de artigos científicos na área. “Nossos estudos revelaram que, em nosso país, a cor avaliada pela aparência das pessoas tem uma correlação fraca com o grau de ancestralidade africana estimada geneticamente. Em outras palavras, no Brasil [...] a cor, como socialmente percebida, tem pouca relevância biológica. [...] cada brasileiro tem uma proporção individual única de ancestralidade ameríndia, europeia e africana”, diz Pena.

Para ele, a noção de raças humanas “é tóxica”: “Como uma casca de banana, o conceito de raça é vazio e perigoso. Vazio, porque sabemos que ‘raças humanas’ não existem como entidades biológicas. Perigoso, porque o conceito de ‘raça’ tem sido usado para justificar discriminação, exploração e atrocidades”, diz.

Para os sociólogos, o perigo é entendermos que, se a raça biológica não existe, o racismo também não. “Antônio Sérgio Guimarães afirma que o conceito não faz sentido senão no âmbito de uma ideologia”, diz Márcia Lima, do departamento de sociologia da USP. “Não é necessário reivindicar nenhuma realidade biológica das ‘raças’ para fundamentar a utilização do conceito em estudos sociológicos.”

“O problema é descontextualizar esses processos científicos do cenário histórico que os está produzindo. Eu compreendo racismo como um fenômeno social, e não um biológico. As raças não existem, mas a mentalidade relativa às raças foi reproduzida socialmente”, concorda Gevanilda Santos, autora de *Racismo no Brasil*, entre outros livros sobre o tema.

126

Sugestão de recurso complementar

Site

Evolução humana e aspectos socioculturais. Faculdade de Ciências e Letras da UNESP, campus de Assis.

A página traz uma síntese do módulo “Características físicas humanas”, do curso Civilizações Mundiais da Universidade de Washington. Trata da evolução humana do ponto de vista biológico, social e cultural. Disponível em: <http://www2.assis.unesp.br/darwinnobrasil/humanev3.htm>. Acesso em: 8 ago. 2022.

[...]

Para os geneticistas, a conclusão de que a raça não está nos nossos genes pode ser mais uma ferramenta no combate ao racismo, já que corrige o erro histórico dos cientistas do passado.

Fonte: SPINELLI, K. C. Raças humanas não existem como entidades biológicas, diz geneticista. UOL Notícias, 5 fev. 2013. Disponível em: <https://www.uol.com.br/tilt/ultimas-noticias/redacao/2013/02/05/racas-humanas-nao-existem-como-entidades-biologicas-diz-geneticista.htm>. Acesso em: 26 jul. 2022.

OBTER INFORMAÇÕES

1. De acordo com o texto, responda.

- O que explica a inexistência das raças biológicas?
- A evidência científica de que não existem raças biológicas entre os seres humanos é suficiente para promover o fim do racismo? Explique.

TROCAR IDEIAS SOBRE O TEMA

2. Discuta com os colegas, quais estratégias deveriam ser tomadas para combater o racismo em nossa sociedade.

COMPARTILHAR

3. Em junho de 2009 foi publicado o Decreto nº 6872, que aprovou o Plano Nacional da Igualdade Racial. Esse plano propõe ações, metas e prioridades para a redução das desigualdades que atingem as populações negra, indígena, quilombola e cigana.

Em grupo, façam uma pesquisa sobre esse decreto e produzam um vídeo, simulando um telejornal, para explicar de maneira simples o que propõe o Plano Nacional de Igualdade Racial. Os vídeos podem ser publicados em plataformas virtuais ou exibidos para a comunidade, após a validação do professor.

Durante a realização desse trabalho, fiquem atentos aos pontos levantados a seguir:

- Juntos, discutam o Plano Nacional de Igualdade Racial, essa discussão ajudará a entendê-lo, assimilando as informações mais importantes para explorá-las de forma simples no vídeo.
- Pensem antes de falar e prestem atenção às ideias dos colegas, essa é uma forma de estimular a participação de todos no trabalho.
- Criem um roteiro detalhado com todas as informações que acham importantes e que devem constar na gravação.
- Escolham o público-alvo e, com base nisso, definam a linguagem mais adequada ao vídeo.
- Definam a data e o local da gravação. O local deve ser bem iluminado e silencioso.
- Escolham o apresentador do vídeo, quem vai filmar, qual será o equipamento usado etc. Certifiquem-se de que o equipamento está funcionando e que o responsável pela filmagem sabe utilizá-lo.
- Falem de forma clara e objetiva durante a gravação.
- Definam as formas de divulgação do vídeo.

▶ COMO EU ME SAÍ?

- Procurei compreender completamente as indicações e o contexto antes de iniciar o trabalho?
- Prestei atenção em meus colegas considerando as ideias e as opiniões deles?
- Considerei as opções possíveis e suas consequências?
- Pensei antes de falar e de agir?
- Procurei desenvolver a melhor estratégia para alcançar meus objetivos?

127

Sugestões de recursos complementares

Livro

HITA, M. G. (org.). *Raça, racismo e genética em debates científicos e controversias sociais*. Salvador: EDUFBA, 2017.

O livro aborda estudos raciais e questões como o que é raça, sua base biológica e a necessidade de mudanças no cenário de movimentos sociais brasileiros.

Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/32042/1/raca-racismo-e-genetica-repositorio.pdf>.

Artigo

GRAVINA, M.; MUNK, M. Por que discutir racismo em aulas de Biologia? *Ciência Hoje*, jan. 2019.

O texto trata da importância do estudo da cultura afro-brasileira no ensino de Ciências da Natureza por apresentar uma oportunidade de promover a aprendizagem de genética e evolução humana.

Disponível em: <https://cienciahoje.org.br/artigo/por-que-discutir-racismo-em-aulas-de-biologia/>.

Acessos em: 8 ago. 2022.

Respostas – Atitudes para a vida

1. a) De acordo com o texto, a constituição genética de todos os indivíduos é semelhante o suficiente para que a pequena porcentagem de genes que se distinguem (que inclui a aparência física, a cor da pele etc.) não justifique a classificação da sociedade em raças. b) Não. Apesar de poder ser uma ferramenta no combate ao racismo, o racismo não é um fenômeno biológico, mas sobretudo social. Assim, são necessárias outras ações, além do esclarecimento científico, para combatê-lo.

2. Resposta pessoal. Com essa atividade espera-se que os estudantes debatam suas ideias iniciais sobre medidas para o combate ao racismo, que serão aprofundadas com a realização da atividade 3.

3. Auxilie os estudantes na busca e na organização de informações e na produção dos materiais. Oriente-os a não reproduzir visões estereotipadas de algumas etnias, difundidas pelo senso comum, que fogem à realidade e acabam servindo para a propagação de preconceitos. Reforce que não há etnias superiores ou inferiores, apenas diferentes, cada qual com características próprias. Antes da publicação do material, valide o conteúdo produzido pelos grupos.

Orientações didáticas

- Com base no conteúdo da seção **Compreender um texto** é possível discutir os tipos de Unidades de Conservação e a sua relação com a proteção da biodiversidade. Esse conteúdo permite o trabalho com a habilidade **EF09CI12**.

- A atividade de leitura tem como objetivo ampliar o contato dos estudantes com gêneros textuais específicos. A leitura de um texto de divulgação científica exercita a prática de leitura e aproxima os estudantes dos conhecimentos científicos.

- A leitura pode ser feita individual ou coletivamente. Caso opte por realizá-la de forma individual, reserve um tempo em aula para que cada estudante faça sem pressa. Caso deseje realizá-la coletivamente, faça a leitura em voz alta e peça aos estudantes que acompanhem. Independentemente da forma escolhida, é interessante que haja um momento de debate coletivo sobre o texto.

- Um critério que pode ser utilizado para avaliar a turma é o avanço de cada estudante em relação à sua capacidade de leitura e interpretação de texto. Durante o ano letivo, verifique se está havendo progresso.

- A capacidade de leitura e de interpretação é um processo contínuo, no qual cada estudante se encontra em um ponto distinto. Por isso, inicie a discussão com a interpretação básica do texto e vá aprofundando a análise conforme a particularidade de cada estudante, direcionando as questões levantadas.

- Ainda que a discussão seja realizada de forma coletiva, oriente os estudantes a escrever suas respostas às atividades individualmente no caderno. Assim, além de praticar a leitura, os estudantes praticarão o exercício de síntese e a escrita.



Compreender um texto

Unidades de Conservação do Boqueirão da Onça

O Dia da Caatinga, celebrado neste dia 28 de abril, por si só é uma data que traz visibilidade para o bioma – o único exclusivamente brasileiro – que ocupa 11% do território do país. Mas este mês de abril [de 2020] marca também os dois anos da criação do Mosaico de Unidades de Conservação do Boqueirão da Onça, no sertão baiano. Composto por um parque nacional e uma área de proteção ambiental que somam quase 900 mil hectares, o mosaico é uma das maiores áreas protegidas da Caatinga. [...]

Criados em 5 de abril de 2018, o Parque Nacional do Boqueirão da Onça, com 347 mil hectares, e a Área de Proteção Ambiental do Boqueirão da Onça, com 505 mil, protegem o maior contínuo de Caatinga no Brasil. Como o próprio nome já indica, as protagonistas por lá são as onças, tanto a parda (*Puma concolor*) quanto a pintada (*Panthera onca*). Os predadores de topo de cadeia são apenas uma fração da rica fauna encontrada nas áreas, onde foram identificados 26 mamíferos de médio e grande porte. Tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*), tatupeba (*Euphractus sexcinctus*), veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira*), gato-do-mato (*Leopardus tigrinus*) e a jaguatirica (*Leopardus pardalis*) são outros dos habitantes do Boqueirão.

Os levantamentos de fauna e flora, entretanto, são apenas uma parte do trabalho feito nos últimos dois anos. A criação de uma unidade de conservação não é um fim e sim o começo de um grande ciclo de ações para consolidar a área protegida, que incluem a formação de um conselho gestor com participação do governo e da sociedade civil, a elaboração de um Plano de Manejo e o trabalho com as comunidades no entorno. Concomitante a isso, há os trabalhos rotineiros de uma unidade de conservação (UC), como a fiscalização.

[...]

Enquanto o ICMBio [Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade] não conseguia caminhar na região, o projeto [Programa Amigos da Onça] fez atividades com as comunidades do entorno e sempre levou o recado da importância da conservação da Caatinga da região, e toda sua fauna e flora”, explica Cláudia [responsável pela gestão do Mosaico do Boqueirão da Onça], que espera firmar uma parceria oficial com o projeto. “Também estou em busca de concretizar a parceria com universidades e outras instituições para aumentar os esforços de pesquisa para conservação na região”, acrescenta.

A retaliação por perdas nos rebanhos de caprinos e ovinos, que são criados livremente na região, é um dos principais motivos de abates de onças. Por isso, uma das frentes do Amigos da Onça, além da pesquisa e monitoramento dos felinos, é a educação e o trabalho socioambiental. [...]

Segundo a pesquisadora, a densidade populacional das onças é menor na Caatinga, devido à própria escassez de recursos vitais como a água. No Boqueirão, o Programa Amigos da Onça estima uma população de 30 indivíduos de onças-pintadas e de 180 para onças-pardas, uma redução de 40% e 10%, respectivamente, na população nos últimos 10 anos.

A forte pressão da caça sobre as onças foi sentida diretamente durante o monitoramento pioneiro via rádio-colar que o Programa realizou [...] entre 2016

e 2019, na região do Boqueirão. Das 4 onças monitoradas, 2 foram abatidas enquanto eram monitoradas pela equipe. A lista de pressões e desafios para as unidades de conservação do Boqueirão da Onça incluem também a exploração ilegal de pedras semipreciosas, a ocupação irregular com abertura de áreas de plantio e pecuária com a utilização de fogo, assim como o interesse de empresas de energia eólica e solar [...] em explorar o Boqueirão.



Onça-parda (*Puma concolor*) na Caatinga. (Campo Formoso, BA, 2016.)

“O Boqueirão da Onça é uma área enorme e com um valor de biodiversidade imenso para o bioma. Você encontra vestígios de Mata Atlântica, manchas de Cerrado e a Caatinga propriamente dita, que é a maior parte”, exalta Cláudia. “Além disso, o Boqueirão tem nos seus paredões rochosos milhares de pinturas rupestres, além de fósseis de animais pré-históricos como a preguiça-gigante e o tigre-dente-de-sabre”, em referência ao patrimônio arqueológico da região, ainda pouco estudado. O Mosaico também abriga a maior caverna do hemisfério sul, a Toca da Boa Vista, com mais de 100 quilômetros de galerias já mapeadas.

[...]

MENEGASSI, D. Especial Caatinga: unidades de conservação do Boqueirão da Onça completam 2 anos. *Eco*, 28 abr. 2020. Disponível em: <https://oeco.org.br/reportagens/especial-caatinga-unidades-de-conservacao-do-boqueirao-da-onca-completam-2-anos/>. Acesso em: 25 jul. 2022.

ATIVIDADES

REGISTRE EM SEU CADERNO

OBTER INFORMAÇÕES

1. Por que o mosaico de Unidades de Conservação do Boqueirão da Onça foi criado? Explique relacionando com os objetivos da implantação dessas áreas.
2. Quais atividades humanas têm prejudicado a proteção da biodiversidade nas Unidades de Conservação do Boqueirão da Onça?
3. Duas categorias de Unidades de Conservação formam o Boqueirão da Onça. Quais são essas categorias e quais atividades são permitidas nelas?

COMPARTILHAR

4. Converse com familiares a respeito das Unidades de Conservação. Eles sabem o que são e o papel delas na proteção da biodiversidade? Conhecem as Unidades de Conservação do Boqueirão da Onça? Explique a eles.

Respostas – Compreender um texto

1. A implantação de uma Unidade de Conservação tem o objetivo de proteger a biodiversidade e a integridade dos ecossistemas. O Boqueirão da Onça é uma área que apresenta grande biodiversidade, além de ter paredões rochosos com milhares de pinturas rupestres, fósseis de animais pré-históricos e abrigar a maior caverna do hemisfério sul.
2. A caça de onças, a exploração ilegal de pedras semipreciosas e a ocupação irregular com abertura de áreas de plantio e pecuária com a utilização de fogo.
3. O Boqueirão da Onça é composto por um Parque Nacional e uma Área de Proteção Ambiental. O Parque Nacional é uma categoria de Unidade de Conservação (UC) pertencente ao grupo de Proteção Integral, onde é permitido apenas o uso indireto dos recursos naturais, como recreação em contato com a natureza, turismo ecológico, pesquisa científica e educação. Área de Proteção Ambiental (APA) é uma categoria de Unidade de Conservação de Uso Sustentável, áreas que visam conciliar a conservação da natureza com o uso sustentável dos recursos naturais. São permitidas atividades que envolvem coleta e uso dos recursos naturais, desde que praticadas de forma sustentável.
4. Espera-se que os estudantes exponham seus conhecimentos sobre as Unidades de Conservação, por meio das informações levantadas no texto e atividades da seção, bem como no conteúdo da Unidade.

Objetivos da Unidade

- Reconhecer que a maior parte do material genético está armazenada no núcleo celular.
- Reconhecer que o DNA contém as informações genéticas hereditárias.
- Extrair o DNA de células vegetais.
- Compreender a estrutura do cromossomo eucariótico.
- Diferenciar homocigotos de heterocigotos.
- Conhecer algumas alterações cromossômicas.
- Relacionar os cromossomos sexuais ao sexo biológico.
- Comparar cariótipos.
- Diferenciar os processos de divisão celular: mitose e meiose.
- Associar os gametas às transmissões de características entre as gerações.
- Refletir sobre ética na utilização de seres humanos e animais em experimentos científicos.
- Conhecer as contribuições de Mendel para a Genética.
- Identificar algumas características hereditárias humanas.
- Distinguir os dois principais sistemas de classificação do sangue humano.
- Conhecer algumas aplicações atuais do conhecimento genético.
- Identificar a transmissão de características hereditárias por meio da análise de um heredograma.
- Debater a respeito do uso da seleção genética.
- Relacionar a herança genética com a resposta imunológica ao coronavírus.

Temas Contemporâneos Transversais (TCTs) em foco nesta Unidade

- **Ciência e Tecnologia:** apresentar algumas tecnologias em destaque na Genética, indicando as suas aplicações.
- **Educação em Direitos Humanos:** estimular a reflexão sobre a igualdade e não discriminação de pessoas com síndrome de Down.

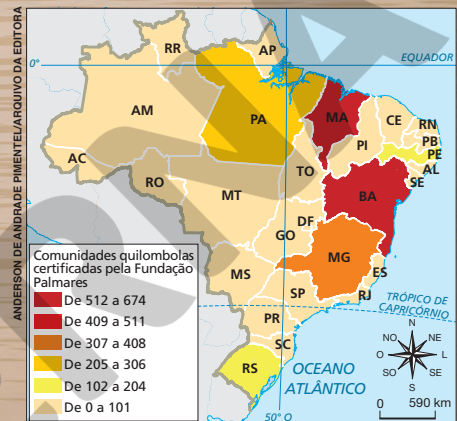


Comunidades quilombolas

Os quilombos foram formados inicialmente por pessoas escravizadas fugidas ou libertas entre os séculos XVI e XIX. Atualmente, existem milhares de comunidades remanescentes de quilombos espalhadas pelo Brasil. Essas comunidades mantêm as tradições e a cultura de seus antepassados e são representativas do processo básico de miscigenação da população brasileira, envolvendo principalmente africanos, europeus e indígenas.

Por essas características e por serem relativamente pequenas e isoladas, foram feitos estudos com essas populações, visando resgatar a história genética das gerações que constituíram os quilombos. Em alguns casos, é possível, por exemplo, identificar os fundadores dessas comunidades e verificar como certas características hereditárias foram transmitidas dos ancestrais para os descendentes. Em algumas dessas comunidades, foi encontrado elevado grau de miscigenação evidenciado por um cromossomo proveniente do pai, predominantemente europeu, enquanto um cromossomo proveniente da mãe indica que a origem é majoritariamente africana.

Comunidades quilombolas certificadas no Brasil (2022)



Fonte: FUNDAÇÃO CULTURAL PALMARES. Certificação quilombola. Disponível em: https://www.palmares.gov.br/?page_id=37551. Acesso em: 13 ago. 2022.



Apresentação do grupo de Reisado da comunidade quilombola de Inhanhum. (Santa Maria da Boa Vista, PE, 2019.)

Habilidades da BNCC em foco nesta Unidade

- **EF09CI08:** Associar os gametas à transmissão das características hereditárias, estabelecendo relações entre ancestrais e descendentes.
- **EF09CI09:** Discutir as ideias de Mendel sobre hereditariedade (fatores hereditários, segregação, gametas, fecundação), considerando-as para resolver problemas envolvendo a transmissão de características hereditárias em diferentes organismos.



RICARDO AZOURY/PULSAR IMAGENS

Artesãs produzindo objetos cerâmicos na comunidade quilombola Itamatatua. (Alcântara, MA, 2019.)

Começando a Unidade

1. Você sabe como as características genéticas são transmitidas de uma geração a outra?
2. Mencione algumas características que podem ser transmitidas dos pais para os filhos.
3. As comunidades remanescentes de quilombos, por serem relativamente pequenas e isoladas, facilitam os estudos genéticos. Por que você acha que isso acontece?

Por que estudar esta Unidade?

Você já reparou como pessoas de uma mesma família consanguínea compartilham algumas características? As características hereditárias são transmitidas de geração a geração, estabelecendo relações entre ancestrais e descendentes. A Genética é a área da Biologia que estuda como isso ocorre. Houve um desenvolvimento significativo nessa área desde meados do século XX, possibilitando, por exemplo, a manipulação do material genético das células, o que levanta várias discussões éticas.



Colheita de cacau na comunidade quilombola de Mangabeira. (Mocajuba, PA, 2022.)

CADU DE CASTROPULSAR IMAGENS

131

Sugestões de recursos complementares

Artigos

MOON, P. Pesquisas resgatam história genética de remanescentes de quilombos. *Jornal da USP*, 24 abr. 2017.

O artigo trata de um estudo genético realizado em comunidades remanescentes de quilombos do Vale do Ribeira (SP).

Disponível em: <https://jornal.usp.br/ciencias/ciencias-biologicas/pesquisas-resgam-historia-genetica-de-remanescentes-de-quilombos/>.

REIS, B. Genética revela alta miscigenação em população quilombola. *Agência Universitária de Notícias*, 13. dez. 2017.

O artigo aborda a composição genética de populações quilombolas.

Disponível em: <https://aun.webhostusp.sti.usp.br/index.php/2017/12/13/genetica-revela-alta-miscigenacao-em-populacao-quilombola/>.

Acessos em: 19 ago. 2022.

Orientações didáticas

- Para introduzir o trabalho com o conteúdo desta Unidade, pode ser interessante pedir aos estudantes que tragam, se possível, fotografias de parentes biológicos próximos, como avós, pais e irmãos. Em sala, os estudantes poderão analisar as imagens e identificar características físicas semelhantes. Pergunte-lhes se sabem como acontece a transmissão de características hereditárias.

- Aborde o tema tratado na abertura e explique a relevância e as vantagens dos estudos genéticos em comunidades isoladas. Se julgar conveniente, faça uso dos artigos indicados nas **Sugestões de recursos complementares** para enriquecer a conversa.

- A análise de genes de povos quilombolas permite mostrar aspectos da história do Brasil. Se possível, realize uma atividade interdisciplinar com professores de Ciências Humanas, mostrando que a maior variedade de cromossomos paternos indica a reprodução entre europeus e mulheres escravizadas, o que muitas vezes não era consensual, e que os filhos dessas relações geralmente não eram reconhecidos. Pesquisas indicam que, em determinadas comunidades, 40% dos genomas dos quilombolas são europeus, 40% são africanos e cerca de 20% são indígenas.

- É importante destacar que, embora isolados, há diversidade entre os quilombolas. A origem africana comum é bem diversa, devido à participação de diferentes povos e etnias que estão espalhados por diversos países desse continente.

Respostas – Começando a Unidade

1. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes reconheçam que as informações hereditárias estão no material genético das células e são transmitidos de uma geração a outra pelos gametas.

2. Resposta pessoal. Entre outras, os estudantes podem citar características como a cor dos olhos, da pele e dos cabelos e algumas doenças.

3. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes reconheçam que o estudo genético é facilitado pois o material genético é “cruzado” entre menos indivíduos, sendo mais viável acompanhar essas trocas entre as gerações.

Orientações didáticas

• Os processos celulares e moleculares abordados nesta Unidade ocorrem em nível microscópico e envolvem alto grau de abstração. Por essa razão, a leitura dos esquemas que acompanham os textos assume importante papel na compreensão do assunto.

• Ao trabalhar o **Tema 1**, retome estudos anteriores sobre a estrutura celular, destacando a função e a característica das principais organelas. Aproveite este momento para trabalhar com os conhecimentos prévios dos estudantes sobre esse assunto. De forma desorganizada, escreva na lousa o nome das principais organelas de uma célula eucariótica animal, suas funções e características e solicite a eles que os relacionem. Destaque as características e as funções dos ribossomos – estruturas envolvidas na produção de proteínas das células, que se encontram livres no citoplasma tanto das células eucarióticas como das procarióticas. Nas eucarióticas, os ribossomos também podem estar aderidos ao retículo endoplasmático.

• O **Saiba mais!** traz a informação de que algumas organelas apresentam material genético, como as mitocôndrias e os cloroplastos. Caso julgue interessante, comente que esse é um dos argumentos que corrobora a teoria da endossimbiose proposta em 1967 pela cientista Lynn Margulis, segundo a qual mitocôndrias e cloroplastos teriam surgido como consequência de uma associação simbiótica. Ou seja, mitocôndrias e cloroplastos eram seres procarióticos que foram capturados por outros organismos e que viviam no interior deles. Essa união gerou, então, as células eucarióticas.

Resposta – De olho no tema

O núcleo das células eucarióticas contém o material genético, que carrega as informações hereditárias.



O núcleo celular

O núcleo é a estrutura celular na qual a maior parte do material genético está armazenada.

Os componentes do núcleo celular

O material genético contém instruções que comandam atividades da célula e, conseqüentemente, do organismo. Nas células eucarióticas, o material genético está armazenado no núcleo. Esse núcleo é formado por envelope nuclear, nucleoplasma e nucléolo, além do material genético.

O **envelope nuclear**, também chamado de carioteca ou envoltório nuclear, é constituído por duas membranas e separa o citoplasma do conteúdo do núcleo. Ele possui **poros** que permitem a troca de substâncias entre o núcleo e o citoplasma.

O **nucleoplasma** é uma solução aquosa que contém proteínas e outras substâncias necessárias para que o material genético nuclear realize suas atividades.

O **nucléolo** é uma estrutura esférica, sem membrana, constituída por proteínas e RNA (estrutura química que será apresentada posteriormente). O nucléolo é a região onde se formam os ribossomos.

O **material genético** é o portador das informações que determinam as características hereditárias e o funcionamento dos organismos. No núcleo, o material genético está associado a proteínas.

O nucléolo e o material genético ficam mergulhados no nucleoplasma.

Saiba mais!

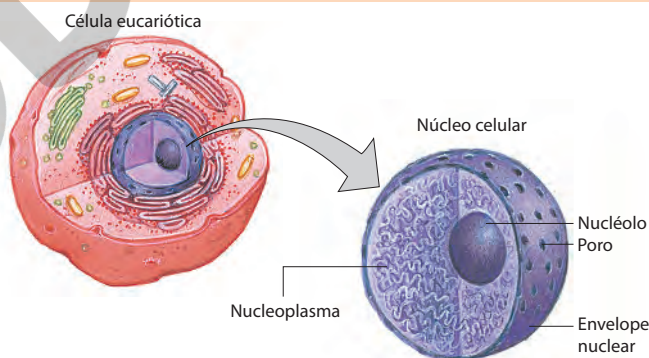
ORGANELAS COM MATERIAL GENÉTICO

Grande parte do material genético das células eucarióticas encontra-se no núcleo. No entanto, algumas organelas – como as mitocôndrias e os cloroplastos – possuem seu próprio material genético, que também contém informações sobre algumas características do organismo.

De olho no tema

Qual é a relação entre o núcleo das células eucarióticas e as características hereditárias dos seres vivos?

Núcleo celular



Representação esquemática de uma célula eucariótica, mostrando em detalhe o núcleo em corte, indicando alguns de seus componentes. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Fonte: Adaptado de REECE, J. B. et al. *Biologia de Campbell*. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015.

GEOLIA IWASHITARAQUINO DA EDITORA

Reprodução proibida. Art. 184 da Código Penal e Lei 5.610 de 19 de fevereiro de 1968.

Sugestão de recurso complementar

Artigo

SALAMANDRA. 50 anos de endossimbiose: a mulher por trás da teoria. *Cientistas feministas*, 14 dez. 2017.

O artigo conta a história de Lynn Margulis, a cientista que propôs a teoria que explica a origem das células eucarióticas.

Disponível em: <https://cientistasfeministas.wordpress.com/2017/12/14/50-anos-de-endossimbiose-a-mulher-por-tras-da-teoria/>. Acesso em: 8 ago. 2022.

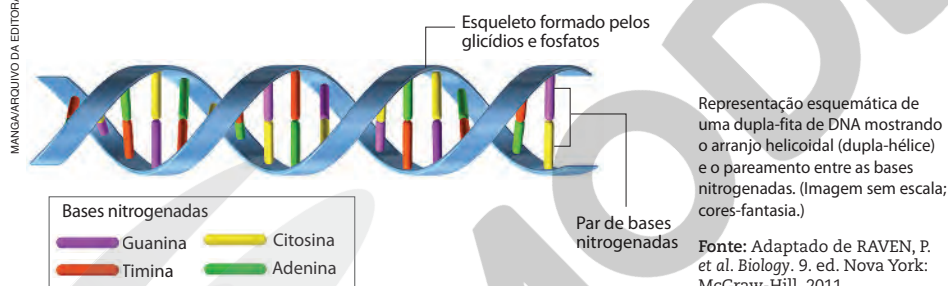
O material genético

O DNA e os genes

O **DNA** (ácido desoxirribonucleico) é a estrutura química que contém as informações genéticas hereditárias, ou seja, aquelas que são passadas de geração em geração e que estão relacionadas à manifestação das características. É o DNA que contém as informações para a produção das proteínas do organismo. As proteínas são as substâncias que determinam aspectos estruturais das células e controlam as suas atividades.

A estrutura do DNA é constituída de diversas subunidades: os **nucleotídeos**. Cada nucleotídeo de DNA é formado por um glicídido (desoxirribose), por um grupo fosfato e por bases nitrogenadas, que podem ser: adenina (A), guanina (G), citosina (C) ou timina (T). Esses componentes são arranjados em duas cadeias, que se apresentam em um formato helicoidal (dupla-hélice), semelhante a uma escada em caracol. As duas cadeias são mantidas unidas por interações químicas entre as bases nitrogenadas, nas quais a base adenina forma par com a base timina, enquanto a base citosina forma par com a base guanina. Toda informação genética do organismo encontra-se codificada na sequência dessas quatro bases.

Estrutura do DNA



O **RNA** (ácido ribonucleico) é uma estrutura de cadeia única, também formada por nucleotídeos. Cada nucleotídeo de RNA é constituído de um glicídido (ribose), um grupo fosfato e uma base nitrogenada, que pode ser adenina (A), guanina (G), citosina (C) ou uracila (U).

Cada dupla-fita de DNA contém milhares de regiões que servem de molde para a codificação de uma fita de RNA, que, em sua maioria, orientará a produção de uma proteína. Essas regiões codificantes são chamadas de **genes**.

O material genético dos seres vivos é o DNA.

Orientações didáticas

- No Tema 2 são introduzidos termos como nucleotídeos, bases nitrogenadas, DNA, RNA e genes. É importante que os estudantes compreendam o nível hierárquico de organização dessas estruturas: os genes são formados por trechos de DNA que codificam uma proteína. O DNA é formado por nucleotídeos em cuja constituição há uma base nitrogenada. É importante deixar claro aos estudantes que a única diferença entre os nucleotídeos que compõem o DNA é a base nitrogenada e, por isso, eles podem ser representados apenas por essa base.

- A construção do modelo do DNA é um exemplo de como o conhecimento científico resulta do trabalho de diversos cientistas. Em 1944, alguns pesquisadores concluíram que a estrutura química que carregava as informações biológicas dos seres vivos era um ácido nucleico, e não uma proteína. Em 1950, o bioquímico austríaco Erwin Chargaff (1905-2002) estudou a composição do DNA de diferentes espécies e chegou à conclusão de que em todas elas a quantidade de adenina era igual à de timina e a de guanina, igual à de citosina. Em 1952, a biofísica britânica Rosalind Franklin (1920-1958) e o fisiologista neozelandês Maurice Wilkins (1916-2004) realizaram experimentos usando os raios X e concluíram que a estrutura do DNA era formada por duas longas cadeias. Reunindo os dados dos trabalhos de diversos pesquisadores, em 1953, o biólogo estadunidense James Watson (1928-) e o físico britânico Francis Crick (1916-2004) propuseram o modelo tridimensional de dupla-hélice para o DNA. Embora tenha contato com a contribuição de diversos cientistas de várias partes do mundo, esse modelo ficou conhecido como o de Watson e Crick. A contribuição de Rosalind Franklin, por exemplo, não foi reconhecida durante a vida da pesquisadora.

- Se desejar, realize uma atividade complementar solicitando aos estudantes que pesquisem sobre a importância de Rosalind Franklin nos estudos da estrutura do DNA e por que ela só obteve reconhecimento por esse trabalho tardiamente. A discussão sobre questões de gênero na Ciência auxilia os estudantes no desenvolvimento das **competências gerais 6 e 9** da Educação Básica, previstas pela BNCC.

- Comente com a turma que alguns vírus, como o HIV, têm como material genético o RNA, e não o DNA. Estes são chamados vírus de RNA ou retrovírus.

Sugestão de recurso complementar

Artigo

FURLAN, C. M. et al. *Extração de DNA vegetal: o que estamos realmente ensinando em sala de aula? Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 33, n. 1, p. 32-36, fev. 2011.

O artigo aborda a atividade de extração de DNA vegetal em atividades escolares e discute a diferenciação entre DNA e outras substâncias, como a pectina.

Disponível em: http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc33_1/05-RSA6409.pdf. Acesso em: 9 ago. 2022.

Orientações didáticas

• Para auxiliar os estudantes na compreensão do processo de diferenciação celular, represente-o esquematicamente na lousa. Inicie o esquema desenhando um zigoto e, em seguida, a multiplicação celular. Explique que cada célula originada nesse processo se modifica e forma uma célula do corpo; para isso, desenhe, por exemplo, uma célula da pele, uma célula do músculo e uma célula do osso. Também é possível projetar uma imagem e explicar aos estudantes cada uma das etapas desse processo. A leitura do esquema acompanhada da leitura do texto facilitará a compreensão dos estudantes sobre esse conteúdo.

• Antes de executar a proposta da seção **Vamos fazer**, levante as hipóteses dos estudantes a respeito do tema, questionando-os sobre como imaginam o aspecto do DNA que será extraído das células. Provavelmente, eles responderão que o DNA será visível na forma de dupla-hélice, como é representado esquematicamente. Esclareça que não é possível ver a dupla-hélice do DNA a olho nu, pois se trata de uma estrutura que só pode ser vista com a utilização de microscópio eletrônico. Portanto, o que vemos são conjuntos de estrutura de DNA misturados, visíveis na forma de filamentos. No fim da atividade, compare as hipóteses levantadas pelos estudantes com o resultado obtido. Essa abordagem favorece o desenvolvimento da **competência geral 2** da Educação Básica, prevista pela BNCC.

• Nesta seção, os processos envolvidos na execução da atividade proposta, como a experimentação e a análise de resultados, recorrem à abordagem própria das Ciências, favorecendo o desenvolvimento da **competência específica 2** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, prevista pela BNCC.

• Se julgar conveniente, explique para a turma que o detergente é usado para quebrar as membranas das células e o sal contribui para que o DNA precipite na solução aquosa. O álcool gelado faz com que as estruturas do DNA se aglutinem, formando uma massa filamentosa e esbranquiçada. Na concentração e temperatura do experimento, o DNA não se dissolve no álcool. Como o DNA é menos denso que a solução aquosa, ele se localiza na interface da fase alcoólica e aquosa.

• Para mais detalhes sobre aspectos relacionados às atividades práticas do isolamento e da identificação de DNA vegetal para fins didáticos, consulte o artigo indicado na **Sugestão de recurso complementar** anterior.

Respostas – Vamos fazer

1. Espera-se que os estudantes descrevam o DNA como uma massa filamentosa e esbranquiçada. Explique que essa

Os genes e a diferenciação celular

Todas as células de um organismo pluricelular se originam de uma única célula: o zigoto. Por isso, as informações genéticas são as mesmas em todas as células do corpo. No entanto, na maioria dos organismos pluricelulares existem diferentes tipos de célula. Então como células com o mesmo material genético são diferentes entre si?

Vamos tomar como exemplo o ser humano. Com o desenvolvimento, acontecem divisões celulares, formando novas células e promovendo o crescimento do embrião e a formação de diferentes órgãos e tecidos. Esse processo é chamado especialização ou **diferenciação celular**. Apesar de todas as células desse organismo terem o mesmo material genético, em cada tipo celular apenas uma parte dos genes está ativa, o que define sua especialização. Por esse motivo, uma célula do pâncreas produz o hormônio insulina, e não o pigmento melanina, por exemplo, que é produzido nas células da epiderme e confere a cor da pele. De acordo com trechos ativos do material genético em cada célula, ela se diferencia em um tipo especializado.

De olho no tema

1. Aponte as principais diferenças entre o DNA e o RNA.
2. Explique geneticamente o que possibilita que uma célula muscular tenha função diferente de uma célula nervosa.

Vamos fazer

REGISTRE EM SEU CADERNO

Como extrair o DNA das células?

Em grupo, realizem a atividade a seguir.

Material

- ½ banana madura
- Saco plástico para alimento com fecho hermético
- Copo medidor
- 150 mL de água (de preferência mineral)
- 1 colher de sopa de detergente
- 1 colher de chá de sal de cozinha
- 3 copos de plástico transparente de 300 mL
- Filtro de papel ou peneira
- Funil
- Palito de madeira
- 50 mL de álcool etílico 95% gelado

Procedimento

1. Coloquem a banana sem casca no saco plástico para alimento com fecho hermético e esmaguem-na com as mãos (cuidado para não rasgar o saco) até ficar um purê homogêneo.
2. Transfiram a banana macerada para um copo.
3. Em outro copo, misturem a água, o detergente e o sal de cozinha.

4. Adicionem 50 mL dessa solução à banana macerada e misturem gentilmente com uma colher, evitando formar espuma.
5. Deixem a mistura incubando por 30 minutos à temperatura ambiente, mexendo delicadamente de vez em quando.
6. Filtrem a mistura, passando pelo filtro de papel ou peneira, transferindo-a para outro copo.
7. Ao material filtrado, adicionem lentamente, deixando escorrer pela parede do copo, o álcool etílico gelado. Atenção: após a adição do álcool etílico, não agitem a mistura!
8. Aguardem cerca de 3 minutos e observem a separação de um material branco na parte alcoólica (mais transparente) da mistura. Esse é o DNA do fruto.
9. Gentilmente, mergulhem o palito de madeira, girando-o para enrolar o material.

Analisar e concluir

1. Descrevam a aparência do material que vocês extraíram.
2. Vocês acham que o resultado seria diferente usando outro vegetal? Expliquem.
3. Qual é a importância da extração de DNA pelos cientistas?

134

aparência se deve ao fato de o DNA ser uma estrutura longa que fica enovelada no núcleo da célula.

2. Espera-se que os estudantes concluam que, usando outro vegetal, o resultado seria igual, pois todas as células eucarióticas apresentam DNA com a mesma estrutura química básica.

3. A extração de DNA das células é importante para a realização de estudos científicos para detectar alterações cromossômicas; por exemplo, para realizar testes de paternidade, para aplicações em tecnologias atuais, como na manipulação de organismos geneticamente modificados, entre outros.

Respostas – De olho no tema

1. A molécula de DNA tem cadeia dupla e contém o açúcar desoxirribose e a base nitrogenada timina. Já a molécula de RNA tem cadeia única e contém o açúcar ribose e a base nitrogenada uracila em vez de timina.

2. Em um mesmo indivíduo, as células têm o mesmo material genético, mas expressam genes diferentes, que determinam sua especialização.

Os cromossomos eucarióticos

Estrutura do cromossomo eucariótico

Nas células eucarióticas, cada dupla-fita de DNA está associada a proteínas, formando um **cromossomo**.

Durante o período de vida em que a célula não está se dividindo, os cromossomos ficam emaranhados no núcleo celular, e não é possível distingui-los individualmente ao microscópio óptico. Quando a célula entra no processo de divisão, os cromossomos dobram-se sobre si mesmos, tornando-se mais compactados. Isso facilita sua distinção ao microscópio óptico.

Cada espécie de ser vivo possui um número fixo de cromossomos e, portanto, de duplas-fitas de DNA em suas células. Os seres humanos, por exemplo, têm 23 pares de cromossomos em cada uma de suas células, totalizando 46 cromossomos. A célula com cromossomos aos pares é denominada **célula diploide**, representada por **2n**. Por apresentar forma e tamanho semelhantes e a mesma sequência de genes, os membros de cada par de cromossomos são denominados **cromossomos homólogos**.

Algumas células apresentam apenas um cromossomo de cada tipo. São as **células haploides**, representadas por **n**. Os gametas humanos são exemplos de células haploides. Os gametas femininos e masculinos dos seres humanos têm 23 cromossomos, ou seja, metade do número de cromossomos da espécie, sendo um cromossomo de cada par de cromossomos homólogos. Eles se unem na fecundação, formando o zigoto e restabelecendo o número de 46 cromossomos, padrão para a espécie humana.

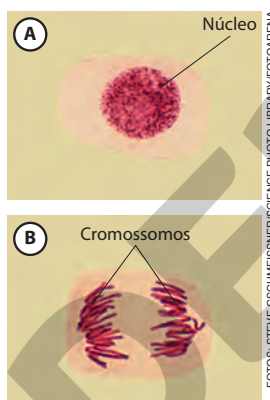
Número de cromossomos no gameta e no zigoto



Representação esquemática dos gametas masculino e feminino e do zigoto formado após fecundação em uma espécie com $2n = 6$. Os gametas haploides apresentam três cromossomos cada um, o zigoto apresenta três pares de cromossomos homólogos, totalizando seis cromossomos. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Fonte: Adaptado de ALBERTS, B. et al. *Biologia molecular da célula*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.

Os cromossomos das células eucarióticas correspondem a uma dupla-fita de DNA associada a proteínas.



(A) Célula de raiz de cebola que não está em processo de divisão celular. (B) Célula de raiz de cebola em processo de divisão celular. (Imagens obtidas com microscópio óptico, colorizadas artificialmente e ampliadas cerca de 450 vezes.)

PAULO MANZI/ARQUIVO DA EDITORA

FOTOS: STEVE SCHNEISS/SCIENCE PHOTO LIBRARY/FOTOBANKA

Orientações didáticas

- Enfatize para a turma que os cromossomos são formados por uma sequência de genes, que, por sua vez, são compostos de trechos de DNA capazes de codificar um RNA. É importante que os estudantes compreendam que os cromossomos são visíveis ao microscópio óptico apenas quando a célula entra no processo de divisão celular. As micrografias A e B auxiliam visualmente nesse entendimento. Garanta também que eles percebam que a classificação das células como haploides e diploides é feita com base em quantos lotes cromossômicos elas possuem. As células haploides, como os gametas, têm um lote cromossômico, enquanto as células somáticas (todas as células do corpo humano, exceto os gametas) têm dois lotes cromossômicos.

- Se julgar interessante, proponha aos estudantes uma pesquisa sobre o número de cromossomos apresentados por diferentes seres vivos. Cite como exemplo o milho, que apresenta 20 cromossomos, e o cavalo, que apresenta 64 cromossomos. Peça a eles que calculem quantos cromossomos teriam as células haploides desses organismos.

- Use a ilustração “Número de cromossomos no gameta e no zigoto” para auxiliar os estudantes na compreensão das consequências de os gametas terem metade do número de cromossomos da espécie. Indique que, com a fecundação, o número de cromossomos se reestabelece. Reforce também que o gameta feminino carrega os cromossomos da mãe e o gameta masculino, os cromossomos do pai. No zigoto, os pares homólogos se encontram, recompondo a diploidicidade da célula.

Sugestão de recurso complementar

Artigo

THIEMANN, O. H. A descoberta da estrutura do DNA: de Mendel a Watson e Crick. *Química na escola*, n. 17, maio 2003.

O texto traz informações sobre a descoberta da estrutura de DNA.

Disponível em: <http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc17/17-a04.pdf>. Acesso em: 8 ago. 2022.

Orientações didáticas

- Juntamente com a turma, analise a ilustração “Combinações de cromossomos sexuais em humanos” auxiliando os estudantes na compreensão da determinação do sexo em humanos. Espera-se que eles percebam que a mãe sempre doará o cromossomo X; portanto, quem define o sexo da criança é o cromossomo doado pelo pai, que pode ser X (gerando uma menina) ou Y (gerando um menino). Ao abordar a composição dos gametas parentais no que concerne aos cromossomos sexuais e as possíveis combinações dos gametas na determinação do sexo em humanos, introduz-se a ideia de transmissão de características por meio dos gametas, favorecendo o desenvolvimento da habilidade **EF09CI08**.

- Ajude os estudantes a perceberem que o cromossomo Y sempre vem do pai, ou seja, em uma linhagem de descendentes diretos, todos os homens têm o mesmo cromossomo Y. Então, retome as informações da abertura da Unidade e indique que esse raciocínio permite traçar a descendência dos homens de uma população, o que permitiu analisar a miscigenação dos homens quilombolas.

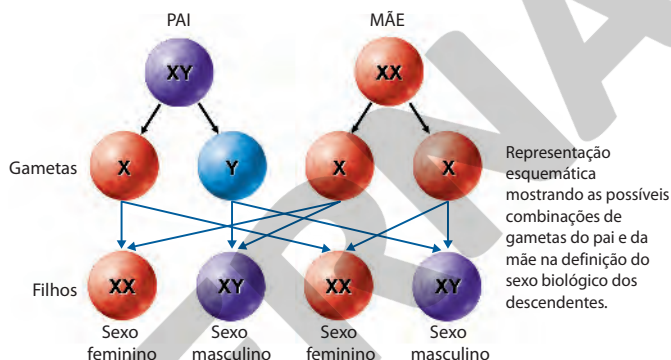
- Depois de estudar os cromossomos sexuais, proponha aos estudantes que identifiquem se o cariótipo da micrografia pertence a um homem ou a uma mulher. Espera-se que eles tirem suas conclusões analisando os tipos de cromossomo sexual presentes. Aproveite essa proposta para ressaltar que os cromossomos sexuais, embora pareados, não são necessariamente homólogos nos seres humanos (existem muitas diferenças entre o cromossomo X e o Y de um homem).

Os cromossomos sexuais

Nos mamíferos e em alguns outros seres vivos, há um par de cromossomos que diferem entre indivíduos do sexo masculino e do feminino. São os **cromossomos sexuais**.

Nas pessoas do sexo biológico feminino, esse par é formado por dois cromossomos idênticos, denominados **cromossomos X**. Nas pessoas do sexo biológico masculino, esse par é constituído por um **cromossomo X** e um cromossomo menor, chamado **cromossomo Y**. Desse modo, é possível determinar o sexo biológico de um indivíduo pela análise de seu cariótipo.

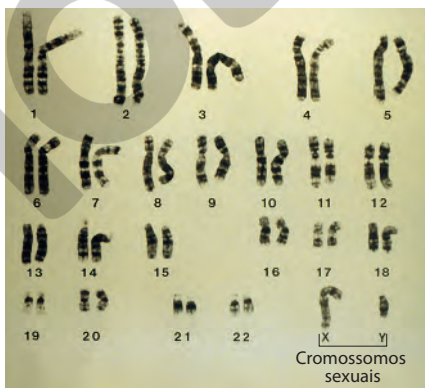
Combinações de cromossomos sexuais em humanos



Cariótipo

O conjunto de características morfológicas dos cromossomos, como número, tamanho e forma, constitui o **cariótipo** de uma espécie. Cada espécie apresenta um cariótipo típico. Existem técnicas que facilitam o estudo do cariótipo de uma espécie, como a fotomicrografia, na qual células em divisão são fotografadas ao microscópio e recebem tratamentos que promovem o surgimento de faixas horizontais típicas, as bandas, nos cromossomos. Com base nessas técnicas, é possível organizar os cromossomos de um cariótipo em pares, considerando seu tamanho e sua forma, além do padrão de bandas. Por convenção, organizam-se os pares em ordem decrescente de tamanho, numerando-os. O último par é formado pelos cromossomos sexuais de uma espécie que apresenta essa característica. Esses cromossomos podem ter forma e tamanho diferentes, como no caso dos humanos.

Exemplo de cariótipo humano de um homem, em que os cromossomos receberam tratamento para evidenciar o padrão de bandas (faixas horizontais). (Imagem obtida com microscópio óptico e ampliada cerca de 2780 vezes.)



Alterações cromossômicas

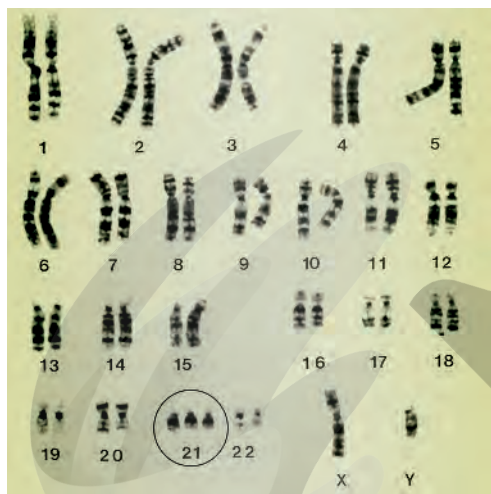
O cariótipo de algumas pessoas apresenta alterações no número ou na estrutura dos cromossomos. Muitas dessas alterações resultam em um conjunto de características e sintomas, chamados **síndromes cromossômicas**.

Observe o esquema “Combinações de cromossomos sexuais em humanos” e reflita: o que aconteceria se o filho de um casal fosse o resultado da fecundação de um gameta feminino alterado, com **dois** cromossomos X, por um gameta masculino com um cromossomo Y?

As células dessa criança teriam um cromossomo sexual a mais que o padrão da espécie (seriam XXY – sendo os dois X herdados da mãe e o Y, do pai), totalizando 47 cromossomos. Essa condição ocasiona a **síndrome de Klinefelter**. As pessoas com essa síndrome são do sexo biológico masculino e apresentam características como órgãos sexuais pouco desenvolvidos, infertilidade e membros inferiores e superiores alongados.

De forma similar, a fecundação de um gameta feminino sem nenhum cromossomo sexual por um espermatozoide portador de um cromossomo X levaria à formação de um zigoto com cariótipo diferente do padrão da espécie. Nesse caso, o zigoto formado teria apenas um cromossomo X (portanto, 45 cromossomos no total), caracterizando a **síndrome de Turner**. As pessoas com essa síndrome são do sexo biológico feminino e apresentam baixa estatura e infertilidade, entre outras características.

Outro exemplo de alteração cromossômica é a **síndrome de Down**. Pessoas com essa síndrome têm três cromossomos 21, em vez de dois, totalizando 47 cromossomos. Essa condição, em que o cariótipo apresenta três cromossomos de um par, recebe o nome de **trissomia**. Por esse motivo, a síndrome de Down também é chamada de trissomia do cromossomo 21.



Cariótipo de uma pessoa com síndrome de Down. Os cromossomos receberam tratamento para evidenciar o padrão de bandas (faixas horizontais). (Imagem obtida com microscópio óptico e com aumento de cerca de 3450 vezes.)



As pessoas com síndrome de Down, assim como qualquer outra pessoa, apresentam personalidades e características únicas e podem levar uma vida autônoma.

Entrando na rede

No endereço <http://www.movimentodown.org.br/>, você encontra mais informações sobre a síndrome de Down. Acesso em: 13 ago. 2022.

De olho no tema

1. No caso do ser humano, qual gameta define o sexo do bebê? Justifique.
2. Quantos cromossomos há no cariótipo de uma pessoa com síndrome de Turner?

137

Orientações didáticas

- É possível trabalhar o conteúdo sobre alterações cromossômicas utilizando uma metodologia que promova o protagonismo e a autonomia dos estudantes no processo de aprendizagem. Para isso, organize a turma em grupos e determine para cada um deles a leitura de parte do conteúdo do livro do estudante sobre as síndromes cromossômicas – Klinefelter, Turner e Down. Disponibilize outros materiais para complementar os estudos. Se possível, reserve um momento para que os grupos realizem pesquisas sobre o tema. Por fim, peça aos grupos que organizem pequenas apresentações para explicar o conteúdo para a turma.

- Ao longo do estudo sobre as alterações cromossômicas, apresente imagens de cariótipos das síndromes de Klinefelter e Turner, descritas no texto, e identifique com os estudantes as alterações cromossômicas encontradas nos cariótipos.

- Ressalte que síndrome é um conjunto de sintomas, ou seja, não é uma definição de capacidade ou caráter de uma pessoa. Além disso, os sintomas de uma mesma síndrome podem variar, o que também torna inadequada a adoção de esterótipos de pessoas com síndromes. Os sintomas de pessoas com síndrome de Down, por exemplo, podem variar. É importante destacar que pessoas com síndrome de Down têm deficiência intelectual (um desenvolvimento cognitivo abaixo da média esperada, que pode ser muito abaixo ou pouco abaixo, dependendo do caso), o que não é o mesmo que deficiência mental (um comprometimento de ordem psicológica).

- Essa é uma ótima oportunidade para conversar com os estudantes sobre o preconceito que pode afetar as pessoas que possuem síndromes cromossômicas. Se houver disponibilidade, sugira que assistam ou exiba o filme “Colegas”, indicado na seção **Fique por dentro**, no fim do livro do estudante. Marque um dia para um bate-papo e converse com a turma sobre as impressões que tiveram do filme. Os atores protagonistas dessa história têm síndrome de Down, mas não é a alteração cromossômica dos atores o tema principal do filme, e sim suas dificuldades e seus sonhos, destacando a inclusão dessas pessoas na sociedade. Explore a fotografia da pessoa com síndrome de Down apresentada no livro do estudante e sua legenda. Essa abordagem promove o respeito ao outro e a valorização da diversidade de indivíduos, identificando suas potencialidades, o que propicia desenvolver a **competência geral 9** da Educação Básica e a **competência específica 5** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, previstas pela BNCC. Ela também mobiliza o TCT – **Educação em Direitos Humanos**.

Respostas – De olho no tema

1. O gameta masculino define o sexo do bebê. A mãe produz gametas apenas com o cromossomo X, já o pai produz gametas que podem carregar o cromossomo X (que originará menina após fecundação) ou o cromossomo Y (que originará menino após fecundação).
2. 45 cromossomos, pois há apenas um dos cromossomos sexuais.

Orientações didáticas

• No estudo deste Tema, espera-se que os estudantes reconheçam as diferenças entre mitose e meiose. É importante que eles compreendam que a mitose origina células idênticas à célula-mãe; já a meiose origina células com metade do número de cromossomos da célula-mãe e com diferentes combinações cromossômicas, o que está relacionado com a variabilidade genética. O objetivo é que os estudantes associem os gametas à transmissão das características genéticas de pais para filhos, e assim possam desenvolver a habilidade **EF09CI08**.

• Explique aos estudantes as etapas da meiose e da mitose comentando que a mitose está diretamente relacionada ao crescimento dos organismos e ao processo de regeneração tanto de células mortas (como no intestino ou na pele) ou de partes do corpo do ser vivo (como crescimento de caudas perdidas nas lagartixas ou recomposição dos braços perdidos de uma estrela-do-mar). O **Saiba mais!** comenta que erros no controle da mitose podem levar ao desenvolvimento de tumores, incluindo o câncer.

• A meiose está relacionada à produção de células reprodutivas. Em razão de seu processo, permite a recombinação genética, o que gera variabilidade. Nesse momento, é possível retomar os conteúdos trabalhados sobre evolução biológica, destacando a meiose e os processos que nela ocorrem como alguns dos fatores relacionados à geração de variabilidade genética entre indivíduos de uma espécie.

• Use a ilustração “Processos de divisão celular” para enfatizar as semelhanças e as diferenças entre os dois processos.



A divisão celular

A divisão celular é um conjunto de processos pelos quais uma célula gera duas ou quatro novas células.

Saiba mais!

CÂNCER

As divisões celulares são rigidamente controladas pelo organismo. Quando as células se dividem por mitose e crescem incontrolavelmente, elas formam tumores. Nos tumores malignos ou cânceres, essas células são capazes de ir para a corrente sanguínea e migrar para outras regiões do corpo, originando novos tumores.

O ciclo de vida da maioria das células é composto de um período em que a célula realiza atividades, como produção e/ou armazenamento de substâncias, crescimento, entre outras, e de um período em que a célula se divide, originando novas células. A **divisão celular** é comandada pelo núcleo da célula. Existem dois tipos básicos de divisão celular: a **mitose** e a **meiose**.

Mitose

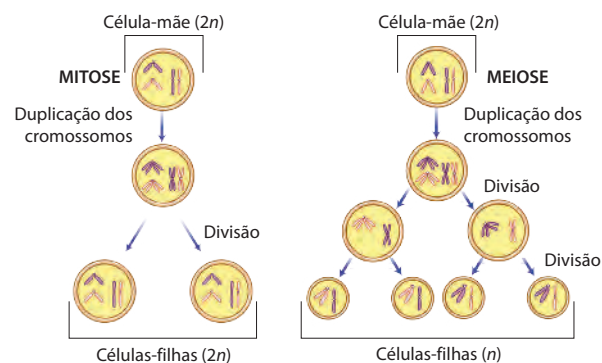
A **mitose** é um processo em que uma célula-mãe origina duas células-filhas idênticas a ela, com o mesmo número de cromossomos. Quando a célula está se preparando para a divisão, os cromossomos se duplicam, o que possibilita que o número de cromossomos das células-filhas seja mantido.

Nos seres pluricelulares, a mitose possibilita o crescimento do organismo e a reposição de células que se desgastam e morrem. Em vários seres unicelulares, a mitose é o meio de reprodução.

Meiose

A **meiose** é um tipo de divisão celular que origina quatro células-filhas com metade do número de cromossomos da célula-mãe. Os cromossomos também são duplicados no início da meiose, porém ocorrem duas divisões celulares, resultando em quatro células e na redução da quantidade de cromossomos.

Processos de divisão celular



Representação esquemática comparando os processos de divisão mitótica e meiótica. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Fonte: Adaptado de ALBERTS, B. et al. *Biologia molecular da célula*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.

138

Sugestão de recurso complementar

Livro

CAVALLI-SFORZA, L.; CAVALLI-SFORZA, F. *Quem somos? História da diversidade humana*. São Paulo: Editora Unesp, 2002.

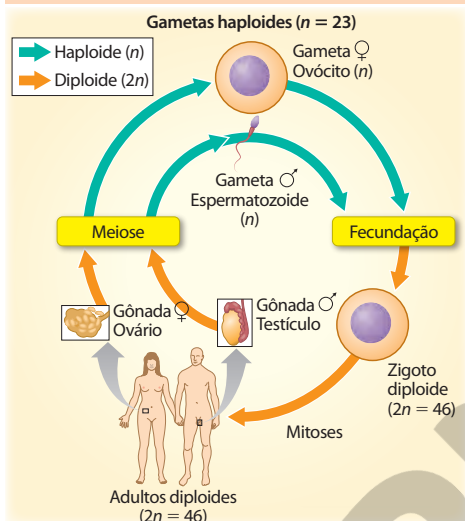
A obra mostra como as semelhanças entre as pessoas predominam sobre as diferenças.

Nos animais, incluindo os seres humanos, a meiose ocorre em **células germinativas**, localizadas nas gônadas, originando os **gametas**, células sexuais que se unem na fecundação, formando um novo indivíduo.

Os gametas são haploides e contêm metade do número de cromossomos da espécie, um de cada par de homólogos. Ao se unirem na fecundação, originam um indivíduo diploide, restabelecendo o número de cromossomos padrão da espécie. Assim, o novo indivíduo possui, para cada par de cromossomos homólogos, um herdado da mãe e outro herdado do pai. Dessa forma, os gametas são responsáveis pela transmissão do DNA e, conseqüentemente, das características genéticas dos pais para os filhos.

Os gametas podem conter diferentes combinações dos cromossomos do indivíduo que o originou. Por exemplo, considerando uma espécie com quatro cromossomos ($2n = 4$), o gameta de um indivíduo pode ter todos os cromossomos herdados da mãe ou do pai, o primeiro cromossomo do pai e o segundo da mãe ou vice-versa. As diferentes combinações possíveis entre os gametas do pai e os da mãe e o próprio processo da meiose contribuem para a **variabilidade genética**, ou seja, a diversidade de genes que indivíduos de uma espécie podem apresentar. Quanto maior a variabilidade genética, maior diversidade de indivíduos uma espécie apresenta.

Produção de gametas e o processo de fecundação na espécie humana

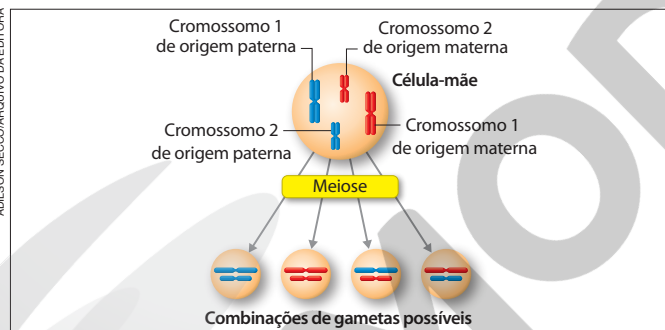


ADILSON SECCO/ARQUIVO DA EDITORA

Representação esquemática do ciclo reprodutivo humano. Note a variação no número de cromossomos ao longo do processo. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Fonte: Adaptado de REECE, J. B. et al. *Biologia de Campbell*. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015

Combinações de gametas possíveis



Representação esquemática mostrando os gametas possíveis a partir da combinação dos cromossomos homólogos de uma célula-mãe com $2n = 4$. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Fonte: Adaptado de REECE, J. B. et al. *Biologia de Campbell*. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015

De olho no tema

1. Alguns seres vivos podem regenerar partes perdidas do corpo. Que tipo de divisão celular está envolvida nesse processo? Justifique.
2. Explique como os gametas estão relacionados à transmissão das características hereditárias entre as gerações.

Orientações didáticas

- Auxilie os estudantes na compreensão da ilustração “Produção de gametas e o processo de fecundação na espécie humana”. Comente que, por meio do processo de meiose, o gameta feminino é produzido nos ovários, enquanto os gametas masculinos são produzidos nos testículos. Reforce que a meiose produz células haploides, que têm apenas um dos cromossomos do par homólogo. É fundamental que os estudantes percebam que na fecundação ocorre a união dos materiais genéticos dos progenitores, reestabelecendo o número de cromossomos característico da espécie.

- A ilustração “Combinações de gametas possíveis” ajuda os estudantes a entender como o processo da meiose contribui para a diversidade genética. Durante o processo, os cromossomos se separam de forma independente, podendo gerar 4 tipos de gametas diferentes geneticamente.

- Em geral, uma população apresenta variabilidade genética entre os indivíduos que a compõem. Essa variabilidade pode se dar apenas no genótipo, mas também pode se manifestar no fenótipo; além disso, pode ser neutra ou interferir na seleção natural dos indivíduos. A variabilidade genética contribui para que uma população resista a mudanças do ambiente, e, inversamente, sua diminuição acarreta uma capacidade adaptativa menor.

Respostas – De olho no tema

1. Espera-se que os estudantes identifiquem que a mitose está envolvida nesse processo, já que as células formadas devem ser idênticas à de origem.
2. Os gametas contêm metade do material genético do indivíduo que o produziu. Na fecundação, há a união dos gametas dos pais, gerando o zigoto, que contém, portanto, uma mistura do material genético dos progenitores. No material genético estão as informações que determinam as características hereditárias e o funcionamento dos organismos. Essa atividade mobiliza a habilidade **EF09CI08**.

Sugestão de recurso complementar

Revista

GENÉTICA NA ESCOLA. Ribeirão Preto: *Sociedade Brasileira de Genética*, 2006-. ISSN: 1980-3540.

Revista semestral da Sociedade Brasileira de Genética que aborda temas interessantes para motivar discussões sobre questões atuais dessa área da Biologia.

Disponível em: <https://www.geneticanaescola.com/>. Acesso em: 8 ago. 2022.

Respostas – Atividades

1. 1. Poros do envelope nuclear; permite a troca de materiais entre o núcleo e o citoplasma. 2. Envelope nuclear; separa o citoplasma do conteúdo nuclear. 3. Nucleoplasma; meio em que se encontram proteínas e outras substâncias necessárias para que o material genético nuclear realize suas atividades. 4. Nucléolo; onde se formam os ribossomos.

2. a) Dez cromossomos. b) Dez duplas-fitas. c) Cinco duplas-fitas.

3. A cada geração, o número de cromossomos iria se duplicar nas células.

4. a) A pessoa é do sexo masculino, pois no cariótipo há um cromossomo X e um Y. b) **Dado** que no cariótipo observa-se três cromossomos 21, em vez de dois, **conclui-se** que esta pessoa, provavelmente, (**qualificador**) apresenta a síndrome de Down. Pois, a condição em que o cariótipo apresenta três cromossomos de um par recebe o nome de trissomia, e se for o par 21 trata-se da síndrome de Down (**garantia**), totalizando 47 cromossomos (**apoio**). A não ser que (**refutador**) tenha havido um erro no exame. O exercício de argumentação proporcionado pela atividade colabora para o desenvolvimento da **competência geral 7** da Educação Básica, prevista pela BNCC.

5. a) Espera-se que os estudantes percebam que as pessoas com síndrome de Down podem levar uma vida com qualidade e manter relações sociais, como qualquer pessoa. De acordo com o conteúdo do texto, pessoas com essa síndrome podem morar sozinhas, devem namorar e ter o máximo de independência possível. b) Resposta pessoal. Para a realização desta atividade é possível solicitar aos estudantes que pesquisem o significado da palavra discriminação. De acordo com o dicionário *Michaelis on-line*, a palavra “discriminação” significa:

Ato de segregar ou de não aceitar uma pessoa ou um grupo de pessoas por conta da cor da pele, do sexo, da idade, credo religioso, trabalho, convicção política etc.

Fonte: Dicionário *Michaelis on-line*. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/discrimina%C3%A7%C3%A3o/>. Acesso em: 26 ago. 2022.

Discuta com a turma os resultados dessa pesquisa e explique que a discriminação pode ser consequência do preconceito. Explore também o significado da palavra “preconceito”, que segundo o dicionário *Michaelis on-line* significa:

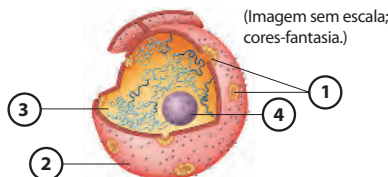


Atividades ▶ TEMAS 1 A 4

REGISTRE EM SEU CADERNO

ORGANIZAR

1. Abaixo está representado o núcleo de uma célula. Indique a que estrutura corresponde cada número da imagem e informe sua função.



Fonte: Adaptado de REECE, J. B. et al. *Biologia de Campbell*. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015.

2. Considere uma célula diploide que possui dez duplas-fitas de DNA em seu núcleo para responder às questões a seguir.

- Quantos cromossomos tem essa célula?
- Se essa célula passar por mitose, quantas duplas-fitas de DNA terão as células-filhas originadas?
- Se essa célula passar por meiose, quantas duplas-fitas de DNA terão as células-filhas originadas?

3. Quais seriam as consequências para a descendência se os gametas humanos fossem produzidos por mitose?

ANALISAR

4. Observe o cariótipo humano e responda às questões.



(Imagem obtida com microscópio óptico, colorizada artificialmente e ampliada cerca de 2 200 vezes.)

a) Qual é o sexo dessa pessoa? Justifique.

b) Qual alteração cromossômica essa pessoa apresenta? Apresente um **argumento científico** com: **dado, conclusão, qualificador, apoio, garantia e refutador**.

COMPARTILHAR

5. Leia o texto e faça o que se pede.

O jovem Gabriel Bernardes faz sucesso nas redes sociais, onde posta vídeos de receitas da sua marca de brigadeiros gourmet [...]. A soteropolitana Cacaí Bauer é outra jovem bastante popular nas mídias. Com cerca de 300 mil seguidores, ela [...] produz conteúdos de beleza e entretenimento. Cacaí, assim como Gabriel, é uma pessoa com Síndrome de Down (SD).

Os dois jovens são exemplos de que pessoas com Síndrome de Down podem, e devem, ser independentes. “A pessoa com a trissomia 21 pode morar sozinha, deve namorar e deve ter o máximo de independência possível”, explica a médica pediatra, geneticista e especialista no assunto Patrícia Salmona. [...]

A SD [Síndrome de Down] é então uma condição, um jeito diferente de estar na vida. Esta é a alteração genética mais comum em seres humanos. Segundo dados do IBGE, no Brasil há cerca de 300 mil pessoas com trissomia do cromossomo 21. No país nasce uma criança com Síndrome de Down a cada 600 a 800 nascimentos. [...]

Fonte: SÍNDROME de Down: como combater os preconceitos e promover a inclusão. Fundação Telefônica Vivo. Disponível em: <https://fundacaotelefonicavivo.org.br/noticias/sindrome-de-down-como-combater-os-preconceitos-e-promover-a-inclusao/>. Acesso em: 13 ago. 2022.

- O fato de uma pessoa ter síndrome de Down determina que ela seja incapaz de levar uma vida com qualidade e de se relacionar socialmente? Justifique usando exemplos do texto.
- Capacitismo é a discriminação de pessoas com alguma deficiência. Você acha que existe capacitismo relacionado às pessoas com síndrome de Down? Explique.

- Em grupo, preparem um material informativo utilizando recursos audiovisuais com o objetivo de combater a discriminação e promover a inclusão de pessoas com síndrome de Down. Após a validação do professor, publiquem o trabalho nas redes sociais ou no blog da escola.

140

Conceito ou opinião formados antes de ter os conhecimentos necessários sobre um determinado assunto.

Fonte: Dicionário *Michaelis on-line*. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/preconceito/>. Acesso em: 26 ago. 2022.

Desse modo, espera-se que os estudantes compreendam que situações de discriminação acontecem por falta de conhecimento e, nesse caso, conhecer a síndrome de Down e como é a vida das pessoas portadoras dessa síndrome é importante para não

associá-la com uma deficiência e evitar situações de discriminação. Decorrente da discussão proposta na questão anterior, espera-se que os estudantes percebam que para combater a discriminação e promover a inclusão de pessoas com síndrome de Down é necessário promover a conscientização sobre essa síndrome e que esse é o objetivo do material elaborado por eles. Avalie o conteúdo produzido pelos grupos antes da divulgação. A proposta desta atividade mobiliza as **competências gerais 9 e 10** da Educação Básica, previstas pela BNCC, e o TCT – **Educação em Direitos Humanos**.



Ética e tratamentos experimentais em humanos

O desenvolvimento de novas técnicas de tratamento e medicamentos deu-se em grande parte por meio de testes em seres humanos, o que permitiu avaliar sua eficácia, suas vantagens e suas desvantagens. Essa experimentação, essencial em algumas situações, envolve inúmeras questões éticas. Muitos casos de uso indevido e desrespeitoso de seres humanos em experiências científicas já foram noticiados e levaram a discussões e à elaboração de documentos produzidos pela Organização Mundial da Saúde (OMS) que regulamentam experimentos em seres humanos. No Brasil, há a Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (Conep), conselho ligado ao Ministério da Saúde e responsável pela aprovação de pesquisas com voluntários. Entre as normas que a Conep estabelece, destacam-se:

- a identidade dos indivíduos que fazem parte da pesquisa deve ser mantida em sigilo;
- os testes devem respeitar os valores culturais, sociais, morais, étnicos, religiosos e éticos, bem como os hábitos e os costumes das comunidades;
- a adesão à pesquisa deve ser voluntária, garantindo à pessoa a liberdade de se negar a participar;
- os riscos e os benefícios dos experimentos devem ser esclarecidos aos participantes.



"ENCONTREI UM JEITO DE SUBMETER PACIENTES A UM TESTE DE ESTRESSE ENQUANTO ELES CARREGAM ARQUIVOS ATÉ O NONO ANDAR PARA MIM."

McPheerson © 2008 JOHN MCPHERSON
DIST. BY ANDREWS McMEEL SYNDICATION

Orientações didáticas

- O tema trabalhado nesta seção **Pensar Ciência** tem como objetivo a reflexão dos estudantes a respeito da ética na Ciência, especificamente em experimentos que envolvam testes em animais, inclusive seres humanos. Incentive os estudantes a expressar suas opiniões sobre esse assunto polêmico. Oriente-os a ouvir, com atenção e respeito, a opinião do colega e a valorizá-la como um novo ponto de vista a respeito do assunto.

Respostas – Pensar Ciência

1. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes levantem aspectos positivos e negativos da utilização de seres humanos em experimentos científicos e citem fatores importantes, como permitir a avaliação da eficácia, das vantagens e das desvantagens de novos medicamentos ou técnicas de tratamento, antes de disponibilizá-los para muitas pessoas.

2. É possível que os estudantes apresentem pontos favoráveis e desfavoráveis a essa prática. Pode-se, por exemplo, discutir como uma pessoa em grave situação financeira poderia recorrer a esse procedimento para obter dinheiro, ignorando os riscos à sua saúde.

3. Resposta pessoal. Os estudantes podem discutir algumas normas para garantir o bem-estar físico e emocional dos animais. Além disso, os institutos de pesquisa devem justificar a necessidade de realizar testes em animais e lançar mão dessa prática apenas quando se esgotam outras possibilidades (como empregar amostras de células ou tecidos ou utilizar modelos).

ATIVIDADES

REGISTRE EM SEU CADERNO

1. Quais são a importância e os dilemas da utilização de seres humanos em experimentos científicos?
2. No Brasil, a maioria das pessoas que se submete a testes está em busca de cura para a doença da qual sofre. Aqui, a legislação proíbe que se receba ou se ofereça pagamento pela participação em pesquisas científicas. Já em outros países, como Estados Unidos e Reino Unido, a oferta de recompensa para participantes de experimentos é uma prática comum. Em grupo, discutam e emitam opiniões sobre as práticas adotadas no Brasil, nos Estados Unidos e no Reino Unido.
3. Além de seres humanos, outros animais são usados em experimentos científicos. Os testes em animais também estão sujeitos a regras. Em grupo, discutam e elaborem uma lista de procedimentos que vocês consideram importantes para a realização de experimentos com animais.

Orientações didáticas

- O objetivo do estudo introdutório da Genética aqui proposto é que os estudantes compreendam, em linhas gerais, o mecanismo de transmissão das características hereditárias. Por essa razão, este Tema não aborda as leis da herança de Mendel, que envolvem cálculos de probabilidades.

- Este Tema proporciona uma abordagem histórica do início dos estudos na área. Discuta os primeiros experimentos de Mendel, chamando a atenção dos estudantes para o fato de que ele partiu de observações. Comente que, muitas vezes, os cientistas fazem descobertas ao estudar casos específicos e, com base nisso, postulam regras gerais sobre certos fenômenos. É o que podemos observar no caso de Mendel: seus estudos com ervilhas proporcionaram conhecimentos sobre mecanismos de transmissão de características hereditárias que se aplicam a todos os seres vivos que se reproduzem sexualmente. Ao apresentar e discutir as ideias de Mendel e o histórico da construção desse conhecimento, favorece-se o trabalho parcial com a habilidade **EF09CI09** e com a **competência específica 1** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, prevista pela BNCC.

- Para auxiliar os estudantes no entendimento dos procedimentos adotados por Mendel, use a ilustração “Procedimentos realizados por Mendel para os cruzamentos em ervilhas”. Aproveite e retome os conhecimentos dos estudantes sobre botânica, questionando-os sobre o que é a antera e por que ela foi cortada para evitar a autofecundação nos procedimentos realizados por Mendel para os cruzamentos. Explique que, utilizando essa técnica, é possível fecundar a flor com pólen de outra planta ou mesmo da própria planta, ou seja, Mendel tinha controle sobre quais plantas estavam se reproduzindo.

TEMA 5

As contribuições de Mendel para a Genética

As pesquisas de Mendel foram essenciais para o desenvolvimento da Genética.

Mendel, suas observações e seus experimentos

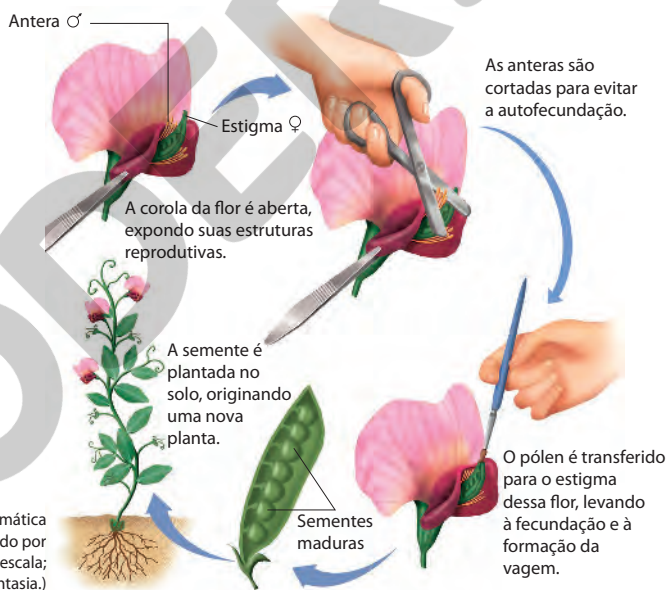
Gregor Mendel (1822-1884) foi um monge que viveu no século XIX em uma região que hoje corresponde à República Tcheca. Suas observações e seus experimentos não foram realizados em laboratórios como os atuais, mas seguiram a lógica e alguns métodos da Ciência moderna.

Mendel estudou o cruzamento entre plantas de ervilhas da espécie *Pisum sativum*, analisando a herança de características como a cor da semente, a altura da planta e o formato das vagens.

Procedimentos realizados por Mendel para os cruzamentos em ervilhas



Arbusto de ervilha-de-neve (*Pisum sativum* var. *saccharatum*) em que se encontram vagens e flores.



Representação esquemática do procedimento adotado por Mendel. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Fonte: Adaptado de REECE, J. B. et al. *Biologia de Campbell*. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015.

As conclusões de Mendel a respeito desses experimentos contribuíram muito para a compreensão da hereditariedade e serviram de base para os estudos de Genética realizados por outros cientistas.

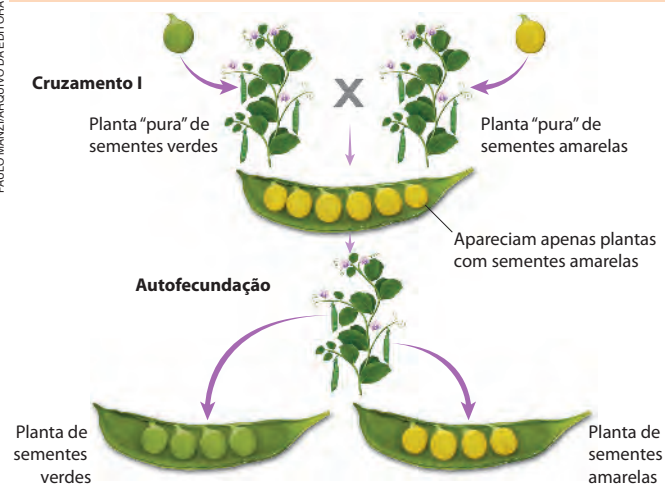
Os cruzamentos realizados por Mendel

Em seus experimentos, Mendel observou que algumas plantas originadas de sementes verdes, quando cruzadas entre si, sempre produzem plantas com sementes verdes. Da mesma forma, havia plantas de sementes amarelas que, cruzadas entre si, produzem apenas plantas com sementes amarelas. Mendel chamou essas plantas de “puras”.

Cruzando plantas de sementes verdes “puras” com plantas de sementes amarelas “puras”, eram produzidas apenas plantas com sementes amarelas, como representado no cruzamento I da imagem a seguir.

Ao permitir a autofecundação (fecundação dos óvulos da flor pelo próprio pólen) das plantas com sementes amarelas dessa geração, eram produzidas tanto plantas com sementes amarelas quanto com sementes verdes.

Cruzamentos realizados por Mendel



Representação esquemática que mostra cruzamentos realizados por Mendel. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Fonte: Adaptado de GRIFFITHS, A. J. F. et al. *Introduction to genetic analysis*. 9. ed. Nova York: W. H. Freeman, 2008.

As conclusões de Mendel

Com base em seus experimentos, Mendel elaborou a hipótese de que cada característica é determinada por um par de **fatores hereditários**, que hoje chamamos de **alelos**. Os alelos são diferentes formas de um gene que ocupam a mesma posição nos cromossomos homólogos. No caso das ervilhas, o gene para a característica “cor da semente” tem dois alelos: um para a cor verde e outro para amarela.

Mendel concluiu que as plantas “puras” apresentavam dois alelos iguais para a cor da semente. As plantas geradas pelo cruzamento entre elas (cruzamento I da imagem “Cruzamentos realizados por Mendel”) possuíam um alelo para semente de cor verde e outro alelo para semente de cor amarela. Ele chamou essas plantas de “híbridas” e percebeu que a cor amarela das sementes predominava sobre a cor verde. Assim, referiu-se aos alelos para cor amarela como **dominantes** e aos alelos para cor verde como **recessivos**.

Orientações didáticas

- É importante destacar que, na época das pesquisas realizadas por Mendel, ainda não era conhecida a composição do material genético e o modelo de DNA não havia sido proposto. Quando essas descobertas foram realizadas, corroboraram as pesquisas de Mendel.
- Comente com a turma os motivos de Mendel ter escolhido a ervilha para utilizar em seus experimentos. As ervilhas mostram várias características fáceis de distinguir, apresentam autofecundação, são de fácil polinização, seus descendentes são férteis e se apresentam em grande número, entre outras.
- Leve os estudantes a perceber os métodos científicos empregados por Mendel em seu experimento com as ervilhas, como a coleta de dados e o levantamento e o teste de hipóteses.
- Um dos diferenciais do trabalho de Mendel foi ter usado a Matemática em suas análises. Em seus experimentos, ele empregou uma amostra ampla e analisou as proporções encontradas de cada característica. Antes dele, outros pesquisadores já haviam proposto hipóteses sobre os padrões de herança nos seres vivos, porém Mendel foi o primeiro a aplicar uma análise quantitativa ao estudo. Pensar com base em uma nova perspectiva foi fundamental para o sucesso de seus experimentos.
- Ainda neste Tema são apresentados diversos conceitos novos, como alelos, alelos dominantes e recessivos, heterozigoto e homozigoto. É importante que os estudantes compreendam cada um deles, pois são pré-requisitos para o entendimento do conteúdo abordado no próximo Tema.

Sugestão de recurso complementar

Livro

ARAGÃO, F. J. L.; MOREIRA, J. R. (ed.) *Mendel: das leis da hereditariedade à engenharia genética*. Brasília-DF: Embrapa, 2017.

A obra descreve a evolução da Genética desde o século XIX até os dias atuais.

Orientações didáticas

- Comente com os estudantes que, embora todas as características estudadas por Mendel tenham relação de dominância completa, existem outras relações entre alelos. Vale comentar também que o alelo recessivo leva a produção de proteínas na presença do alelo dominante, embora a característica relacionada a ele não apareça no indivíduo.

- A ilustração “Meiose e segregação dos fatores mendelianos” mostra, de forma simplificada, as duas fases da meiose. Na primeira ocorre a separação dos cromossomos homólogos e na segunda, ocorre a separação das cromátides irmãs. Destaque que, quando Mendel elaborou suas conclusões, os processos de divisão celular ainda não eram conhecidos.

- Comente com a turma que os estudos sobre genética progrediram muito nos últimos anos e que os trabalhos de Mendel, embora não expliquem diversos fenômenos naturais, ainda são essenciais.

- A Oficina 4 – Herança da cor da pelagem em ratos propõe a análise de genótipos e fenótipos de cruzamentos hipotéticos. Considere realizar essa oficina após o estudo deste Tema, possibilitando a avaliação da aprendizagem dos estudantes e o trabalho com a habilidade **EF09CI09**.

Os pares de alelos são representados por letras; nesse caso, os alelos dominantes, pela letra *A* (maiúscula), e os alelos recessivos, pela letra *a* (minúscula).

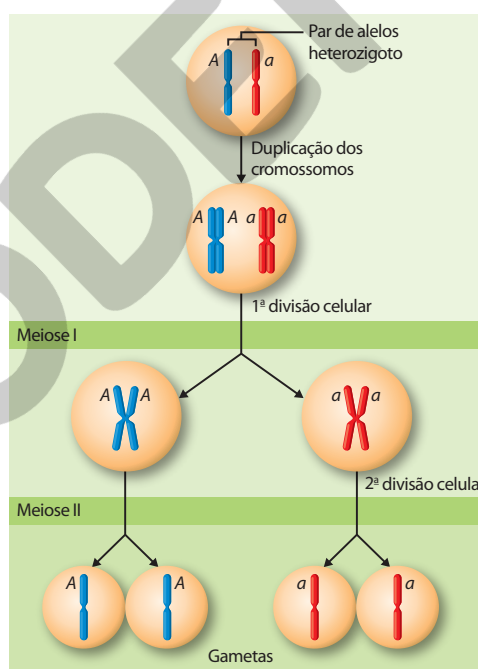
Organismos que têm um par de alelos iguais, isto é, que determinam a mesma variação da característica, são chamados de **homozigotos** (*aa* e *AA*). Organismos que têm um par de alelos diferentes, um de cada tipo, são chamados de **heterozigotos** (*Aa*). Nas características estudadas por Mendel, os alelos apresentam uma relação denominada **dominância** ou **dominância completa**, em que a presença de pelo menos um alelo dominante faz com que a característica com a qual ele está relacionado apareça no organismo, enquanto os alelos recessivos precisam estar em dupla para fazer esse efeito. Dessa forma, indivíduos heterozigotos têm a característica condicionada pelo alelo dominante, no caso, semente amarela.

Mendel propôs que os indivíduos homozigotos somente poderiam formar gametas com um tipo de alelo, para plantas com sementes de cor verde ou de cor amarela, e que os heterozigotos poderiam formar gametas dos dois tipos. Assim, concluiu que os fatores hereditários se segregam independentemente na formação dos gametas. Somente no início do século XX os trabalhos de Mendel foram reconhecidos e foi possível relacionar a segregação dos fatores mendelianos com o comportamento dos cromossomos durante a divisão celular.

De olho no tema

1. Qual é a diferença entre homozigoto e heterozigoto?
2. Mendel também estudou a textura das sementes, observando que havia plantas com sementes lisas e plantas com sementes rugosas. O alelo para semente lisa é dominante sobre o alelo para semente rugosa.
 - Elabore um esquema representando o cruzamento entre uma planta “pura” de semente lisa e uma planta de semente rugosa. Indique os alelos das plantas-mães e de seus possíveis descendentes. Mostre também os gametas que podem ser formados pelas plantas-mães.

Meiose e segregação dos fatores mendelianos



Representação esquemática que mostra a segregação dos alelos na meiose para a formação dos gametas. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Fonte: Adaptado de REECE, J. B. et al. *Biologia de Campbell*. 10. ed. Porto Axlegre: Artmed, 2015.

ADILSON SECCO/ARQUIVO DA EDITORA

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

Respostas – De olho no tema

1. Considerando determinada característica, organismos homozigotos possuem um par de alelos iguais, e organismos heterozigotos possuem um par de alelos diferentes.
2. Plantas: $RR \times rr$. Todos os descendentes serão sementes lisas (Rr). Um dos indivíduos parentais forma apenas gametas com o alelo R , e o outro, apenas com r . Essa atividade mobiliza a habilidade **EF09CI09**.

Hereditariedade humana

Quando nos referimos à constituição genética de um indivíduo, ou seja, os tipos de alelo que ele possui, estamos falando do seu **genótipo**. Já quando nos referimos a uma característica ou a um conjunto de características de um indivíduo, determinadas pelo genótipo e pelas condições do ambiente, estamos falando de seu **fenótipo**. Nos experimentos de Mendel, as cores verde e amarela das ervilhas são os fenótipos, ao passo que os alelos que cada planta possui, AA , Aa ou aa , constituem o genótipo.

Algumas características hereditárias humanas podem ser estudadas de maneira semelhante à que fez Mendel. Uma delas é o tipo sanguíneo, que será abordado a seguir. Outras apresentam diferentes padrões de herança, como é o caso da cor da pele, relacionada a mais de um gene. Esses genes podem acionar a produção de maior ou menor quantidade de melanina, substância relacionada com a cor da pele: quanto maior a quantidade de melanina, mais escura a pele tende a ser.

Muitas características também são influenciadas por fatores ambientais. Por exemplo, a cor da pele varia dependendo da exposição ao Sol. Assim, podemos dizer que essa característica não depende apenas dos tipos de alelo que a pessoa possui, mas também de **condições do ambiente**: a produção de melanina pode ser aumentada pela exposição aos raios solares, modificando o fenótipo tom de pele, mas o genótipo permanece o mesmo.

Herança do tipo sanguíneo

Há dois sistemas principais de classificação do sangue em humanos, os sistemas ABO e Rh. Ambos seguem padrões de herança semelhantes aos mostrados por Mendel.

Sistema ABO

Em relação a esse sistema, os seres humanos podem ter quatro diferentes tipos de sangue: A, B, AB e O, determinados por um gene, representado pela letra I . Esse gene pode estar na forma de três alelos: I^A , I^B e i .

Os alelos I^A e I^B são dominantes em relação ao alelo i , mas não há dominância entre os alelos I^A e I^B , ou seja, ambos aparecem no fenótipo do indivíduo quando presentes, mesmo sendo apenas um alelo do fenótipo.

Cada indivíduo recebe um alelo do pai e outro da mãe. As combinações que podem ser formadas (genótipo) e os tipos sanguíneos que elas determinam (fenótipo) são mostrados no quadro "Sistema ABO".

A hereditariedade é o modo pelo qual o material hereditário é transmitido de geração a geração.



A cor da pele humana é determinada por mais de um gene e pode sofrer influência do ambiente.

Sistema ABO		
Grupo sanguíneo	Genótipo	Hemácias
A	$I^A I^A$ ou $I^A i$	Proteína A
B	$I^B I^B$ ou $I^B i$	Proteína B
AB	$I^A I^B$	Proteína A Proteína B
O	ii	

Fonte: Adaptado de REECE, J. B. et al. *Biologia de Campbell*. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015.

Orientações didáticas

• Neste momento é importante que os estudantes percebam que há diferentes tipos de herança e que há características condicionadas: por um gene com dois alelos; por um gene com mais de dois alelos (como no caso dos grupos sanguíneos do sistema ABO); por mais de um gene (estatura, cor dos olhos, cor da pele). Em todos esses casos ainda pode haver influência do ambiente.

• De forma complementar, sugerimos a aplicação de uma atividade de investigação em genética de populações. Essa atividade pode ser realizada de forma interdisciplinar com Matemática, colaborando na elaboração e na interpretação dos gráficos. A capacidade de dobrar a língua é uma característica genética de indivíduos heterozigotos e homozigotos dominantes; homozigotos recessivos não têm essa capacidade. Peça uma pesquisa sobre a proporção de indivíduos capazes de dobrar a língua em determinada população (amostra). Para isso, organize a turma em grupos. Cada grupo fará a pesquisa entrevistando 20 pessoas. Os entrevistados poderão ser estudantes e funcionários da escola e pessoas da comunidade. É preciso atentar para que uma mesma pessoa não seja entrevistada por dois grupos diferentes. Para fazer as entrevistas, oriente os estudantes a preparar uma ficha de anotações com as seguintes informações: 1. Nome do entrevistador; 2. Nome do entrevistado; 3. Data e local da entrevista; 4. Dobra a língua?. Instrua os estudantes a fazer a mesma solicitação para todos os entrevistados: "Você é capaz de dobrar sua língua no sentido do comprimento?"; "Poderia tentar, por favor?". Os dados obtidos na pesquisa devem ser organizados na forma de tabelas e gráficos, que serão analisados, e as conclusões serão apresentadas para a turma. Ao final, os dados obtidos por todos os grupos devem ser somados para obter o número total de entrevistados pela turma e o número total de indivíduos capazes de dobrar a língua. Propostas como essa favorecem o desenvolvimento de aspectos das práticas de investigação científica, desenvolvendo, portanto, a **competência específica 2** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, prevista pela BNCC.

• Ao abordar o conteúdo sobre o sistema ABO, explique a origem do termo "O" (letra "O" maiúscula) na nomenclatura desse sistema. Originalmente e formalmente, não é a letra "O", mas sim o número 0 (zero), que é uma referência à ausência das proteínas A e B nas hemácias. Entretanto, popularizou-se o uso da letra "O".

Orientações didáticas

- Ao tratar sobre as transfusões sanguíneas, explique que a aglutinação ocorre porque o organismo da pessoa que recebeu o sangue reconhece como estranha a proteína que ele não apresenta e que veio da hemácia do sangue doado. Dessa forma, o sistema imunitário reage à presença dessa célula, gerando a aglutinação. Embora prejudicial nesse caso, esse mecanismo de reconhecimento é essencial para que o organismo reconheça microrganismos invasores.

- Ainda sobre as transfusões sanguíneas, é preciso estar atento a possíveis diferenças de conduta advindas de convicções religiosas distintas, garantindo que todas as opiniões sejam respeitadas.

- Ao trabalhar este conteúdo, liste o tipo sanguíneo dos estudantes da turma (em relação aos sistemas ABO e Rh). Para isso, inicialmente, pergunte para cada estudante o seu tipo sanguíneo e, depois, monte um quadro, com a turma, com essas informações. O quadro deve apresentar três colunas: uma para os nomes dos estudantes, outra para a identificação do tipo sanguíneo pelo sistema ABO e uma terceira para a identificação pelo sistema Rh. Os estudantes, então, com base nos dados do quadro, devem identificar os colegas com compatibilidade para transfusões sanguíneas. Portanto, cada estudante deve identificar todos os colegas para quem poderia doar sangue e todos os colegas de quem poderia receber sangue. Solicite que anotem essas informações no caderno. Essa pode ser uma forma de avaliar a compreensão da turma sobre os sistemas ABO e Rh.

De olho no tema

1. Qual é a diferença entre genótipo e fenótipo?
2. Uma pessoa tem cabelos pretos e os pintou de vermelho. Como isso altera seu fenótipo? E seu genótipo?
3. Quantos alelos estão relacionados ao sistema sanguíneo ABO?
4. Qual é o tipo sanguíneo do sistema ABO que pode:
 - a) receber transfusões de todos os outros tipos sanguíneos?
 - b) doar sangue para todos os tipos sanguíneos?

Cada alelo dominante tem a informação para a produção de uma proteína diferente, localizada na superfície das hemácias, enquanto o alelo *i* não traz informação para a formação desse tipo de proteína. Assim, pessoas que possuem o alelo I^A têm no sangue uma proteína A. As que possuem o alelo I^B têm em seu sangue uma proteína B. Pessoas que possuem os alelos I^A e I^B têm as duas proteínas no sangue. Nenhuma dessas proteínas está presente no sangue das pessoas que possuem dois alelos *i*. São essas proteínas que caracterizam os **tipos sanguíneos** do sistema ABO.

Transfusões sanguíneas

No início do século XX, o médico austríaco Karl Landsteiner (1868-1943) verificou que nem sempre as transfusões sanguíneas tinham êxito. Pesquisando, ele e sua equipe descobriram que, quando algumas amostras de sangue de pessoas diferentes eram misturadas, elas aglutinavam, isto é, se aglomeravam. Esses aglomerados podem entupir os vasos sanguíneos e prejudicar a circulação, causando até a morte.

A **incompatibilidade** entre os grupos sanguíneos deve-se a uma reação entre proteínas que podem estar presentes ou ausentes no sangue.

As incompatibilidades entre tipos sanguíneos ocorrem quando o sangue que possui determinada proteína é doado a um indivíduo cujo sangue não a possui. O quadro a seguir mostra a compatibilidade para transfusões sanguíneas no sistema ABO.

Compatibilidade para transfusões sanguíneas		
Grupo sanguíneo	Pode receber de	Pode doar para
A	A e O	A e AB
B	B e O	B e AB
AB	A, B, AB e O	AB
O	O	A, B, AB e O

Sistema Rh

Em 1940, Landsteiner e sua equipe verificaram que, mesmo com a identificação dos quatro tipos sanguíneos do sistema ABO, algumas transfusões continuaram a não ter êxito. Em suas pesquisas envolvendo macacos *Rhesus*, atualmente denominado *Macaca mulatta*, constataram a existência de outra proteína sanguínea em hemácias humanas, que denominaram fator Rh (de *Rhesus*). Essa proteína está presente em aproximadamente 85% da população humana.

As pessoas que têm essa proteína no sangue são denominadas Rh positivas (Rh^+), e as que não a apresentam são denominadas Rh negativas (Rh^-). De maneira geral, o alelo que determina o fator Rh^+ (*R*) é dominante sobre o alelo que determina o fator Rh^- (*r*).

Se uma pessoa com sangue Rh^- recebe sangue Rh^+ , ocorrem aglutinações que podem causar problemas de saúde.

146

Respostas – De olho no tema

1. a) Genótipo se refere aos genes presentes em um indivíduo, enquanto fenótipo se refere às características que um organismo apresenta, que envolvem o genótipo e o ambiente.
2. O genótipo se mantém, mas o fenótipo muda, já que são observadas outras características.
3. São três alelos. Aproveite essa questão para destacar que um mesmo gene pode ter vários alelos.
4. a) Tipo AB. b) Tipo O.

Aplicações atuais do conhecimento genético

A Genética hoje

Há tempos o ser humano busca o conhecimento biológico da hereditariedade. Diversas explicações foram propostas ao longo dos séculos, mas foi no início do século XX que a Ciência começou a elucidar essa questão. A partir de então, a Genética passou a existir formalmente e a se desenvolver como um campo científico.

Atualmente, a Genética tem tido grande destaque na mídia e no meio científico, e muitos recursos financeiros têm sido investidos em pesquisas. Esses estudos representam uma promessa de grandes avanços na produção de alimentos e na Medicina, por exemplo. Conheça, a seguir, algumas tecnologias em destaque nessa área.

Genômica

Desde o final da década de 1980, foram lançados projetos para diversos organismos que visam identificar a sequência de todas as bases nitrogenadas das cadeias de DNA de uma espécie. O projeto de maior destaque nessa área foi o Projeto Genoma Humano, um consórcio internacional iniciado em 1990 e completado em 2003. Os dados gerados vêm sendo utilizados em diversas áreas das Ciências Biológicas.

Outro importante projeto, desenvolvido por pesquisadores brasileiros, foi o sequenciamento do genoma da bactéria *Xylella fastidiosa*. Essa bactéria ataca as plantas cítricas (laranja, limão e tangerina), provocando uma doença conhecida como “amarelhinho”. Os resultados têm ajudado pesquisadores a desenvolver técnicas para proteger esses cultivos.

Capa da revista científica *Nature* (13 jul. 2000) apresentando os resultados dos sequenciamentos do genoma da bactéria *Xylella fastidiosa*.



Atualmente, aplicações do conhecimento genético estão cada vez mais presentes no cotidiano.

Orientações didáticas

- Ao abordar os usos atuais do conhecimento genético, apresentando algumas tecnologias em destaque na Genética e as suas aplicações, o desenvolvimento do Tema 7 possibilita mobilizar o TCT – **Ciência e Tecnologia**.

- O projeto Genoma Humano foi muito importante para o desenvolvimento científico, embora ainda tenha poucas aplicações práticas. Se desejar, aprofunde essa questão com os estudantes, usando as informações da **Sugestão de recurso complementar**.

- Ao longo do trabalho com este Tema, aproveite para aprofundar o estudo sobre outras tecnologias em destaque na Genética – organismos geneticamente modificados, clonagem terapêutica e terapia gênica –, propondo à turma pesquisas sobre grupos sociais favoráveis e contrários à aplicação de determinada técnica e seus respectivos argumentos e motivações. Em seguida, pode-se organizar um debate em sala de aula, dividindo a turma em grupos que representem cada um desses posicionamentos. Dessa forma, desperta-se a postura crítica dos estudantes diante dessas questões. Dê oportunidade para que eles construam seus próprios pontos de vista. Os encaminhamentos propostos mobilizam as **competências específicas 3, 4 e 5** Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, previstas pela BNCC.

- Caso julgue oportuno, é possível trabalhar alguns tópicos deste Tema utilizando uma estratégia de leitura compreensiva. Para isso, escolha os tópicos e solicite aos estudantes que façam a leitura antes da aula. Oriente-os a buscar os conceitos-chave e as ideias principais e secundárias de cada parágrafo, e a anotar as palavras cujos significados desconhecem, organizando-as em ordem alfabética. No dia da aula, estipule um tempo para a releitura do texto solicitando que deem a cada parágrafo um nome que seja representativo de seu conteúdo. Em seguida, solicite que reescrevam as ideias principais de cada parágrafo. Por fim, solicite que elaborem um novo título para os tópicos com base no que foi trabalhado durante a leitura.

Sugestão de recurso complementar

Artigo

HEISE, G. Há 20 anos, sequenciamento do genoma humano mudou medicina. *DW Brasil*, 6 abr. 2020.

O artigo mostra efeitos já existentes do Projeto Genoma Humano e outros que ainda podem surgir.

Disponível em: <https://www.dw.com/pt-br/h%C3%A1-20-anos-sequenciamento-do-genoma-humano-revolucionou-a-medicina/a-53039800>. Acesso em: 8 ago. 2022.

Orientações didáticas

- Reserve um pouco mais de tempo para conversar com os estudantes sobre os alimentos transgênicos. Pergunte se eles conhecem o símbolo que indica que um alimento contém ingredientes transgênicos, explorando a imagem ilustrada. Questione-os sobre se já repararam na presença desse símbolo em embalagens de alimentos que consomem frequentemente. No Brasil, há o cultivo de muitas plantas geneticamente modificadas, como o milho, a soja e o algodão. Essas plantas são utilizadas na produção de derivados, principalmente do milho e da soja, como farinhas, óleos etc. Portanto, muitos dos alimentos que consumimos frequentemente podem ser transgênicos e nós nem sequer percebemos. Comente a existência de uma lei que determina a presença do símbolo de alimento transgênico no rótulo dos alimentos. Assim, cabe a cada um fazer escolhas alinhadas à sua própria saúde.

- É importante que os estudantes entendam que a clonagem terapêutica é uma das formas de obtenção de células-tronco, que podem se diferenciar em diversos tipos celulares. Como o termo células-tronco está frequentemente na mídia, é provável que os estudantes já tenham algum conceito formado sobre o assunto. Investigue o que eles sabem e promova uma discussão a partir desses conhecimentos. Na **Sugestão de recurso complementar** há um texto sobre o trabalho com células-tronco no Brasil.

- Se julgar interessante, comente com a turma que a ovelha Dolly possuía aparência normal, porém, apresentava anomalias cromossômicas e sofria de envelhecimento precoce. Aos seis anos, Dolly foi sacrificada, por ser portadora de uma doença pulmonar incurável. A ovelha foi submetida à técnica de taxidermia, que tem como objetivo conservar o corpo do animal.

A ovelha Dolly morreu em 2003, em decorrência de uma infecção pulmonar. Seu corpo foi empalhado e está exposto no Museu Real da Escócia, em Edimburgo. (Escócia, 2003.)

148

Organismos geneticamente modificados

Organismos geneticamente modificados (OGM) são quaisquer organismos que tenham seus genes manipulados para expressar ou ressaltar características de interesse, como o aumento da produção de óleo em grãos de milho, por exemplo. Entre os OGM estão os chamados **transgênicos**. No DNA desses organismos são inseridos genes de outra espécie, que expressam características de interesse médico ou econômico, por exemplo.



Símbolo dos alimentos que contêm ingredientes transgênicos.

GRUPO TRANSGÊNICOSCC BY SA 4.0/WIKIMEDIA FOUNDATION

Clonagem

Há dois tipos de clonagem: a reprodutiva e a terapêutica.

A **clonagem reprodutiva** envolve a geração de um novo indivíduo, o clone, que pode ser definido como um organismo geneticamente idêntico à célula da qual ele se originou. O primeiro mamífero clonado foi a ovelha Dolly, em 1996. Nesse experimento, pesquisadores retiraram do ovócito de uma ovelha o núcleo contendo material genético (DNA) e o substituíram pelo núcleo retirado de uma célula mamária de outra ovelha adulta. Ocorreu a fusão do núcleo com o ovócito, e o embrião resultante foi implantado no útero de uma terceira ovelha, que deu à luz Dolly, um clone da ovelha que cedeu a célula mamária.

Na **clonagem terapêutica** são realizados os mesmos procedimentos iniciais da clonagem reprodutiva, porém não ocorre implantação do embrião em um útero para gestação. O conjunto de células cultivado no laboratório é utilizado para obter células-tronco.

As **células-tronco** são células indiferenciadas que têm potencial para formar vários tipos de célula do corpo. Elas podem ser obtidas de embriões ou de células adultas, que são estimuladas a voltar ao estágio indiferenciado e a se multiplicar em seguida. As pesquisas com células-tronco têm recebido muita atenção nos últimos anos em virtude das expectativas de desenvolvimento de novos tratamentos para diversas doenças, como diabetes, alguns tipos de cegueira, infarto e lesões na medula.



GUSTOIMAGES/SCIENCE PHOTO LIBRARY/FOOTAREINA

Reprodução proibida. Art. 184 da Código Penal e Lei 5.610 de 19 de fevereiro de 1968.

Sugestão de recurso complementar

Artigo

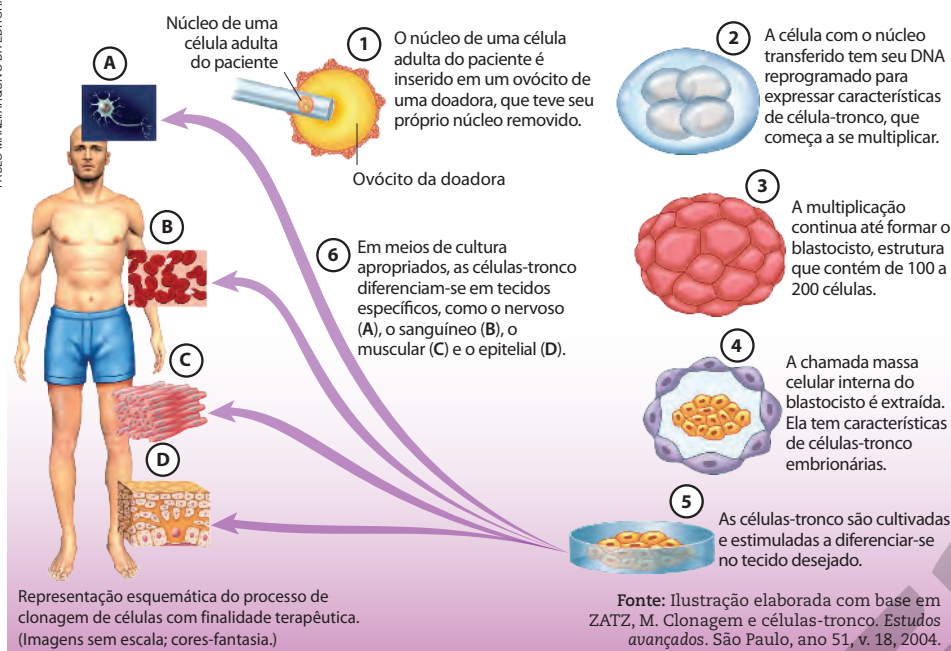
ZORZANELLI, R. T. *et al.* Pesquisa com células-tronco no Brasil: a produção de um novo campo científico. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, Rio de Janeiro, v. 24, n. 1, p. 129-144, jan.-mar. 2017.

O artigo faz um levantamento bibliográfico com artigos de pesquisadores brasileiros publicados no início do século XXI sobre células-tronco no Brasil.

Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/hcsm/v24n1/0104-5970-hcsm-50104-59702016005000026.pdf>.

Acesso em: 8 ago. 2022.

Clonagem terapêutica



Terapia gênica

Também chamada de geneterapia, a terapia gênica tem o objetivo de curar ou prevenir doenças genéticas pela manipulação do material genético do paciente.

Para desenvolver esse tratamento, alguns testes e pesquisas já vêm sendo feitos, suscitando muitas questões éticas, principalmente por envolver a alteração do genoma de uma pessoa.

Genética e sociedade

O desenvolvimento da Genética propiciou muitas possibilidades interessantes. No entanto, existem questões polêmicas que precisam ser debatidas abertamente com a sociedade, desde a produção de alimentos transgênicos até a manipulação de genes humanos.

Por um lado, o conhecimento e a tecnologia em Genética possibilitam não apenas a obtenção de variedades vegetais mais produtivas, nutritivas ou resistentes, mas também a produção de medicamentos, como a insulina e o hormônio do crescimento. Por outro lado, o uso dessas técnicas levanta questões éticas muito sérias. A produção de OGM é controversa, pois ainda não foram devidamente avaliados os riscos potenciais desses organismos, tanto para os seres vivos como para os ecossistemas. Ainda assim, hoje a maior parte das plantações agrícolas de diversos países, inclusive do Brasil, são feitas majoritariamente com OGM.

De olho no tema

1. Como técnicas de manipulação do material genético podem ser úteis para a agricultura e para a Medicina?
2. Qual é a diferença entre organismo geneticamente modificado e transgênico?
3. O que são células-tronco?

Orientações didáticas

- É importante que os estudantes consigam diferenciar a clonagem reprodutiva da clonagem terapêutica. Utilize a imagem “Clonagem terapêutica” para colaborar com a compreensão desse processo. Comente, por exemplo, que os procedimentos iniciais são semelhantes, mas os objetivos são distintos. Sugere-se a leitura conjunta dos passos indicados na imagem e a explicação de cada um deles após a leitura.

- Ao trabalhar com o conteúdo sobre genética e sociedade, é importante levar os estudantes a refletir que a Ciência é uma atividade humana, e como tal, é influenciada por fatores sociais, culturais e econômicos. Dessa forma, favorece-se o desenvolvimento da **competência específica 1** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, prevista pela BNCC. É importante que os estudantes tenham consciência de que o desenvolvimento científico e suas aplicações devem ser pautadas na ética.

- Ao final do trabalho com essa Unidade, retome os mecanismos da evolução biológica estudados anteriormente. Nesse momento, é possível que os estudantes tenham mais facilidade para compreender as bases genéticas da evolução.

Respostas – De olho no tema

1. Elas podem ser úteis para o desenvolvimento de plantas resistentes a pragas e de medicamentos produzidos por organismos geneticamente modificados ou para a terapia gênica.
2. Organismo geneticamente modificado é qualquer organismo que tenha seus genes manipulados para ressaltar ou expressar características de interesse. Já transgênicos são OGMs que receberam genes de outra espécie.
3. São células capazes de dar origem a diferentes células especializadas e, conseqüentemente, a tecidos e órgãos.

Sugestões de recursos complementares

Filmes

A ILHA. Direção de Michael Bay. Estados Unidos, 2005. (132 min).

No filme, pessoas que vivem na “ilha” são clones que têm como finalidade fornecer partes do corpo para seres humanos reais.

GATTACA. Direção de Andrew Niccol. Estados Unidos, 1997. (106 min).

O filme conta a história de uma sociedade formada por indivíduos cujos genes foram selecionados e que são considerados superiores a pessoas concebidas sem manipulação genética.

Respostas – Atividades

1. I-b; II-e; III-d; IV-a; V-f; VI-c.

2. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes relacionem os termos, indicando que Mendel concluiu que as características eram determinadas por um par de fatores hereditários que se segregam independentemente na formação dos gametas, que, ao se unirem, formam o novo indivíduo, com fatores dos dois progenitores.

3. a) AA e Aa : genótipos para indivíduo com pigmentação na pele; aa : genótipo para indivíduo albino. b) Os filhos do casal poderão ser albinos (aa) ou com pigmentação de pele (Aa).

		Homem		
		Gametas		
Mulher	Gametas		a	a
		A	Aa	Aa
		a	aa	aa

4. A criança com sangue tipo AB apresenta genótipo $I^A I^B$, portanto precisa ter recebido o alelo I^A de um dos pais e o I^B do outro. Dos casais descritos, o único em que isso é possível é o da alternativa c; a mãe pode transmitir o alelo I^A , e o pai, o I^B .

5. a) Espera-se que os estudantes esclareçam que o alelo para cor vermelha é dominante e que o alelo para a cor azul é recessivo. Como o casal de peixes é geneticamente “puro” para essa característica, eles só podem gerar filhotes híbridos. Todos os filhotes híbridos são vermelhos porque essa característica é determinada pelo alelo dominante. b) Se o criador cruzar dois peixes “híbridos”, derivados do primeiro cruzamento, ele poderá obter filhotes vermelhos e azuis. E se, posteriormente, cruzar dois peixes azuis, todos os filhotes serão azuis.

6. a) Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes reconheçam que a doação de sangue colabora para aumentar os estoques dos bancos de sangue e que esse sangue pode salvar vidas. b) Aumentar o número de doações de sangue por meio de campanhas de incentivo. c) Estar em boas condições de saúde, pesar no mínimo 50 kg, estar descansado (ter dormido pelo menos 6 horas nas últimas 24 horas) e estar alimentado (evitar alimentação gordurosa nas 4 horas que antecedem a doação).

Oriente os estudantes na elaboração e confecção do material de campanha e valide o conteúdo produzido pelos grupos antes da divulgação do material.



Atividades ▶ TEMAS 5 A 7

REGISTRE EM SEU CADERNO

ORGANIZAR

1. Relacione os conceitos da coluna da esquerda com suas definições na coluna da direita.

- | | |
|--------------------|--|
| a) Alelo | I. Manifesta sua característica mesmo na presença de um alelo diferente. |
| b) Alelo dominante | II. Conjunto de alelos que formam a constituição genética de um indivíduo. |
| c) Homozigoto | III. Organismo que possui alelos diferentes de um mesmo gene. |
| d) Heterozigoto | IV. Forma diferente de um gene que ocupa a mesma posição nos cromossomos homólogos. |
| e) Genótipo | V. Característica presente em um indivíduo que pode ser determinada geneticamente e sofrer influência do ambiente. |
| f) Fenótipo | VI. Organismo que possui alelos iguais de um mesmo gene. |

2. Resuma os experimentos e as conclusões de Mendel em um pequeno texto, que deve incluir os seguintes termos: segregação, fecundação, fatores hereditários e gametas.

ANALISAR

3. O albinismo caracteriza-se pela ausência de pigmento (melanina) na pele, nos pelos, nos cabelos e nos olhos. O alelo que condiciona a produção de pigmento (A) é dominante sobre o alelo que condiciona ausência de pigmento (a). Com base nessas informações, faça o que se pede.

- Determine os genótipos possíveis para um indivíduo com pigmentação na pele e um indivíduo albino.
- Um homem albino casa-se com uma mulher com pigmentação na pele. Sabe-se que ela é heterozigota para a característica albinismo. Como poderão ser os filhos desse casal quanto à pigmentação da pele? Monte um esquema para explicar sua resposta.

4. Analise os fenótipos dos casais descritos abaixo para concluir qual deles poderia ser os pais de uma criança com sangue tipo AB.

- mãe com sangue tipo AB e pai com sangue tipo O.
- mãe com sangue tipo A e pai com sangue tipo O.
- mãe com sangue tipo A e pai com sangue tipo AB.
- mãe com sangue tipo O e pai com sangue tipo O.

5. Um criador de peixes ornamentais cruzou um macho azul com uma fêmea vermelha de linhagens “puras” para essas características. Ele observou que todos os filhotes eram vermelhos e se decepcionou, pois tinha mais interesse em vender peixes azuis. Ao pesquisar mais sobre o tipo de herança da cor desses peixes, descobriu que essa é uma característica que apresenta padrão de herança semelhante ao da cor das ervilhas de Mendel.

- Como você explicaria ao criador o que ocorreu?
- Que indicação você daria para que ele obtivesse peixes azuis?

COMPARTILHAR

6. Transfusões sanguíneas podem salvar muitas vidas. Porém, a maioria dos bancos de sangue – locais que guardam sangue doado por pessoas – tem baixos estoques, o que pode levar à falta de bolsas de sangue disponíveis em momentos importantes.

- Qual é a importância de doar sangue?
 - O que pode ser feito para aumentar os estoques dos bancos de sangue?
 - Para ser um doador, é necessário ter ao menos 16 anos completos, além de respeitar outras condições. Pesquise quais são essas condições.
- Com base em suas respostas e pesquisas, organizem-se em grupos e produzam uma campanha de incentivo à doação de sangue. Vocês podem expor cartazes e panfletos, ou divulgar nas redes sociais da escola, para toda a comunidade.



Explore

Heredogramas

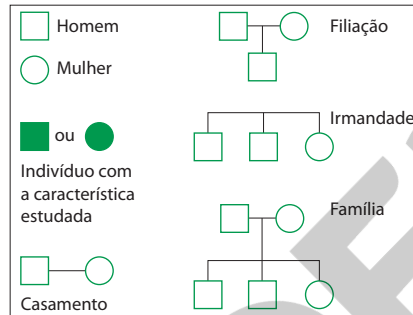
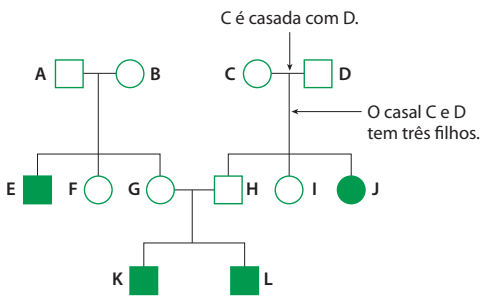
Os **heredogramas** são esquemas gráficos que representam famílias ou árvores genealógicas. Eles são usados para observar a ocorrência de características genéticas específicas nos indivíduos e podem informar como essas características são transmitidas hereditariamente.

A característica genética estudada pode ser uma doença, um caráter fisiológico ou uma característica física, como a cor da pele, a cor dos olhos etc. Vamos conhecer melhor os símbolos que formam os heredogramas?

ATIVIDADES

REGISTRE EM SEU CADERNO

Heredograma de uma família



Analisar e interpretar

1. Quantos homens e quantas mulheres há no exemplo do heredograma acima?
2. Identifique, no heredograma, quem são os avós maternos, os avós paternos, os pais, os tios e o irmão do indivíduo L.
3. O heredograma está destacando pessoas com certa doença de caráter hereditário. Identifique os membros da família com a doença.
4. Supondo que essa doença é condicionada por um gene que segue um padrão de herança mendeliana, descubra se ela é causada por um alelo dominante (A) ou por um alelo recessivo (a). Acompanhe as descrições a seguir para chegar às suas conclusões.
 - a) Possibilidade de o alelo ser recessivo: se a doença é determinada por um alelo recessivo, é preciso possuir um genótipo aa

para apresentar a doença. Marque, no heredograma, aa para todos os indivíduos destacados. Em seguida, considere que um desses alelos foi herdado da mãe e o outro, do pai. Represente um alelo a no genótipo de cada um dos pais. Se eles não apresentam a doença, o outro alelo é A. Tente preencher o heredograma seguindo esse raciocínio e, no final, responda:

- É possível identificar o par de alelos de todos os indivíduos? É possível que o alelo que condiciona a doença tenha caráter recessivo?
- b) Possibilidade de o alelo ser dominante: observe apenas o casal A e B e seus filhos. Marque o alelo dominante no filho afetado. Em seguida, procure identificar se ele poderia ter herdado esse alelo da mãe ou do pai.
- Algum dos pais é afetado? É possível que o alelo tenha caráter dominante?

Orientações didáticas

• Na seção **Explore**, a representação das árvores genealógicas por meio de heredogramas contribui para que os estudantes compreendam graficamente a transmissão das características hereditárias trabalhando parcialmente a habilidade **EF09CI08**.

• Incentive os estudantes a montar um heredograma da própria família ou da família de algum conhecido. Pode-se também pedir que marquem e analisem alguma característica. Lembre-os de que muitas características genéticas são determinadas por vários genes, também podem sofrer influência do meio e apresentar outras formas de herança, além da descrita por Mendel. Assim, os resultados nem sempre são claros, dificultando a identificação de tal relação. Por isso, oriente-os a escolher características fáceis de serem observadas e que sofram pouca influência do ambiente, como a capacidade de dobrar a língua no sentido do comprimento, o lóbulo da orelha preso ou solto, a forma como cruza os braços e a presença de bico de viúva no cabelo.

Respostas – Explore

1. Há seis mulheres (círculos) e seis homens (quadrados).
2. Avós maternos: A e B; avós paternos: C e D; pais: G e H; tios: E, F, I e J; irmão: K.
3. Os indivíduos afetados pela doença são: E, J, K e L.
4. a) Espera-se que os estudantes consigam estabelecer os genótipos de todos os indivíduos, exceto os dos indivíduos F e I. Comente com eles que uma forma de conhecer o genótipo desses indivíduos seria por meio da análise do genótipo de seus filhos. Como eles não têm filhos, não há como identificar os respectivos genótipos apenas com base na análise desse heredograma. É possível concluir que o alelo que determina a doença tem caráter recessivo. b) Os pais não são afetados. No caso de doenças causadas por alelos de caráter dominante autossômico, se um filho é afetado, pelo menos um dos pais deve ser portador desse alelo.

Orientações didáticas

- A seção **Atitudes para a vida** traz um conteúdo bastante polêmico e propicia o debate sobre ética na Ciência. Seu objetivo é estimular os estudantes a refletir sobre o assunto, considerando diferentes aspectos. Dessa forma, essa seção favorece o desenvolvimento das **competências gerais 7 e 9** da Educação Básica e das **competências específicas 2 e 5** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, previstas pela BNCC.
- Crie condições para que os estudantes desenvolvam um olhar crítico sobre esse tema, estimulando-os a examinar a situação do ponto de vista legal das pesquisas, da importância para o tratamento dos pacientes e daqueles que criticam esse tipo de estudo.
- A exibição em sala de aula do filme indicado nas **Sugestões de recursos complementares** pode ser interessante para ampliar a discussão. Se o tempo disponível não for suficiente, proponha aos estudantes que assistam ao filme em casa e combine um dia para realizar um bate-papo sobre ele.



Atitudes para a vida

REGISTRE EM SEU CADERNO

Família fez fertilização in vitro para que filha pudesse salvar a irmã

Sem Antônia, nascida há 10 meses, Ana Luiza Cunha da Costa, cinco anos, não teria chance de sobreviver. [...] A irmã mais velha sofre de uma doença rara e depende de um transplante de medula óssea para se salvar. Depois de quase dois anos de buscas, não foi localizado nenhum doador compatível.

Os pais, a professora Gerciani Cunha da Costa, 39 anos, e o militar da Aeronáutica Alex Gularte da Costa, 45 anos, decidiram dar um passo invulgar e controverso para consegui-lo. Procuraram uma clínica de reprodução assistida, produziram 13 embriões, submetem-nos a testes e descobriram que dois deles tinham 100% de compatibilidade com Ana Luiza. Ambos foram implantados em Gerciani. Um deles vingou. É Antônia, o bebê planejado e programado geneticamente para salvar a irmã. [...]

A seleção genética

- Do ovário da mãe, foram captados os óvulos que foram fertilizados por espermatozoides do pai, produzindo 13 embriões in vitro – oito na primeira tentativa e cinco na segunda.
- Para testar a compatibilidade entre os irmãos, foram retiradas células dos embriões a partir do quinto dia de desenvolvimento.
- Do total, apenas dois foram compatíveis com Ana Luiza.
- Ambos foram transferidos para o útero de Gerciani por técnica de fertilização e apenas um deles deu continuidade à gestação.

Fonte: DUARTE, R. Família fez fertilização in vitro para que filha pudesse salvar a irmã. *Gauchazh*, 4 maio 2014. Disponível em: <https://gauchazh.clicrbs.com.br/comportamento/noticia/2014/05/Familia-fez-fertilizacao-in-vitro-para-que-filha-pudesse-salvar-a-irma-4491002.html>. Acesso em: 13 ago. 2022.



O filme *Uma prova de amor* (*My Sister's Keeper*, de Nick Cassavetes, Estados Unidos, 2009) conta a história de um casal que decide ter uma filha para salvar a filha mais velha, que tem um caso grave de leucemia.

152

Sugestões de recursos complementares

Artigo

RAMOS, A. V. G. F. F.; MORAIS, L. C. C. Os limites da luta para salvar um filho: questionamentos acerca dos *saviour siblings*. In: ENCONTRO NACIONAL DO CONPEDI, 21., 2012, Uberlândia. *Anais* [...]. Florianópolis: Fundação Boiteux, 2012. p. 2433-2455.

O texto trata de diversos aspectos relacionados aos embriões geneticamente selecionados para salvar a vida de seus irmãos.

Disponível em: <http://www.publicadireito.com.br/artigos/?cod=67f7fb873eaf2952>. Acesso em: 8 ago. 2022.

Filme

UMA PROVA de amor. Direção de Nick Cassavetes. Estados Unidos, 2009. (109 min).

O filme narra uma história em que os pais de uma menina com leucemia decidem conceber outra criança com o objetivo de auxiliar no tratamento da filha adoecida.

DECISÃO DE FAMÍLIA

Saiba em que circunstâncias um casal pode optar por ter mais um filho para tentar a cura de outro



FERNANDO BRUMRE/ISTA ISTOÉ

O QUE É USADO

O cordão umbilical do novo bebê. Ele tem células-tronco que se transformam em células que compõem os sistemas sanguíneo e imunológico. Essas células (sanguíneas e do sistema de defesa) são produzidas na medula óssea. O problema é que, na presença de determinadas enfermidades, a medula passa a fabricá-las com “defeitos”

Em casos extremos, é preciso destruir a medula defeituosa e substituí-la por outra que passe a fabricar as células corretamente. Isso pode ser feito de duas maneiras: por meio de transplante de medula – o paciente recebe uma medula nova – ou pelo uso das células do cordão. Nesse caso, o doente ganha as células-tronco que construirão uma nova medula

DOENÇAS NAS QUAIS PODE SER UTILIZADO

Leucemias e linfomas
Falência de medula óssea
Anemias congênitas
Imunodeficiências congênitas
Doenças caracterizadas por defeitos na hemoglobina (proteína presente nos glóbulos vermelhos que contém ferro e que permite o transporte de oxigênio pelo corpo). A talassemia é uma delas
Alguns tumores infantis

VANTAGENS

Usar as células-tronco do cordão umbilical de um irmão aumenta as chances de sucesso por alguns motivos. Em primeiro lugar, a chance de um irmão ser compatível com outro é de **25%**, o que já é um bom começo. A rejeição é menor do que a verificada nos transplantes de medula

Além disso, não há necessidade de haver compatibilidade total entre doador e receptor. No caso do transplante de medula, é preciso achar um doador absolutamente compatível. Após a coleta, está imediatamente disponível para uso (o mesmo não acontece com a medula, pois o doador precisa ser novamente localizado para a doação)

TROCAR IDEIAS SOBRE O TEMA

Em grupo, discutam as seguintes questões:

1. Que motivos levam os casais, como o apresentado no texto anterior, a planejar a gestação de outro filho?
2. Qual é a opinião de vocês sobre a possibilidade de seleção de embriões com relação a características como cor dos olhos ou tipo de cabelo?

COMPARTILHAR

3. O caso apresentado por esta seção é polêmico e envolve questões do campo da Bioética. Para compreender essa questão, é preciso desenvolver e considerar diversos aspectos, como a situação do ponto de vista legal, dos pais e daqueles que criticam essa conduta. Dividam a turma em dois grupos: um dos grupos vai representar pessoas que são a favor do procedimento (planejar a gestação de um filho para o tratamento de outro que esteja doente) e o outro grupo representará as pessoas que são contra. Cada grupo deve pesquisar e estudar fatos que embasam sua posição. Os dois grupos devem discutir o caso em um debate em que o professor será o mediador. Após esse debate, os estudantes votarão para concluir qual lado foi mais convincente.

Para participar do debate da melhor maneira possível, leve em consideração os seguintes pontos:

- Produza e apresente **argumentos científicos** com a maior completude de elementos possível: **dado, conclusão, qualificador, apoio, garantia e refutador**.
- Preste atenção nos **argumentos** dos colegas.
- Requeira e faça uso de **dados** de fontes confiáveis.
- Atenção ao uso de falácias. Cuidado para não incorrer em uma falácia estrutural, quando as premissas são falsas ou não apoiam a **conclusão**.
- Se for rebater o **argumento** do outro grupo, fique atento: rebata o **argumento** e não a pessoa.
- Investigue pontos de vista alternativos àqueles levantados.
- Proponha problemas hipotéticos.

▶▶ COMO EU ME SAÍ?

- Prestei atenção à fala dos meus colegas?
- Questionei as fontes em que se embasava a posição deles?
- Expus de forma clara e precisa minhas ideias e minhas propostas?

153

Orientações didáticas

• Ao longo do debate proposto nesta seção, é importante estimular os estudantes a organizar os pensamentos e expor seus argumentos com clareza e precisão para que as ideias sejam compreendidas, consideradas e respeitadas por todos. Peça que utilizem termos claros para explicar suas ideias e suas opiniões, tanto nas discussões orais quanto na produção de textos escritos, resultando em uma linguagem de fácil compreensão.

• Peça aos estudantes que reflitam a respeito das questões do quadro **Como eu me saí?** para fazer uma autoavaliação de suas atitudes e postura durante a atividade.

Respostas – Atitudes para a vida

1. No caso apresentado no texto, o casal planejou o segundo filho para buscar a cura de uma doença que afetava o primeiro filho.

2. Resposta pessoal. Oriente os estudantes a expressar suas opiniões e a ouvir respeitosamente as opiniões dos colegas. Esclareça aos estudantes que na fertilização *in vitro* a seleção genética só pode ser feita, legalmente, para evitar doenças genéticas e, como no caso relatado, também para gerar um bebê compatível com a pessoa a receber o transplante, mas nunca para atender à exigência de características físicas como as descritas na atividade.

3. Ajude os estudantes a organizar o debate e procure mostrar outras perspectivas e possibilidades dos argumentos utilizados pelos grupos. É importante lembrá-los de que não há uma única resposta para essa questão. Essa atividade estimula o desenvolvimento de argumentação, favorecendo o desenvolvimento da **competência geral 7** da Educação Básica, prevista pela BNCC.

Orientações didáticas

- Por meio do texto apresentado na seção **Compreender um texto**, apresente aos estudantes diferentes estratégias de leitura. Cite, por exemplo, a leitura em voz alta. Explique que, para muitos leitores, ela facilita a compreensão do texto. Para algumas pessoas, com a leitura em voz alta, é possível perceber mais facilmente a estrutura do texto, como pontuação, início e término de parágrafos etc. Outra estratégia que pode ser citada é a atenção dada ao texto: ler o conteúdo com calma e atenção certamente melhora o entendimento do texto. Oriente-os a realizar a leitura novamente se não compreenderem o conteúdo. A terceira estratégia é perceber as ideias principais do texto, o que pode ser realizado dando-se destaque às palavras-chave do texto. Informe aos estudantes que eles devem perceber durante as suas leituras com quais técnicas se saem melhor.

- O texto exige alguns conhecimentos que os estudantes podem não ter. Caso eles citem isso, pergunte o que podem fazer nesse tipo de situação e indique a possibilidade de pesquisar informações e palavras desconhecidas do texto. Se considerar conveniente, comente que os neandertais são seres humanos muito próximos do ser humano atual, inclusive sendo considerados da mesma espécie.

- Ao término da leitura, verifique se os estudantes têm curiosidade sobre suas origens genéticas, comentando que existem testes capazes de detectar a porcentagem de genes de diferentes populações humanas, como neandertais, europeus, africanos, indígenas etc.

- O tema pode ser usado para mostrar a elevada similaridade entre humanos atuais e neandertais, afinal, se existem genes neandertais nos seres humanos atuais, isso indica que eles se reproduziram entre si. Destaque que, embora existam algumas diferenças, as similaridades entre todos os seres humanos são bem maiores e mais significativas.



Compreender um texto

Covid: Como herança genética neandertal influencia resposta imunológica ao coronavírus

A descoberta feita na Gruta Guattari, em Roma, dos restos mortais de nove neandertais – os verdadeiros senhores do oeste da Europa [...] pode nos oferecer um outro olhar sobre nossa história evolutiva.

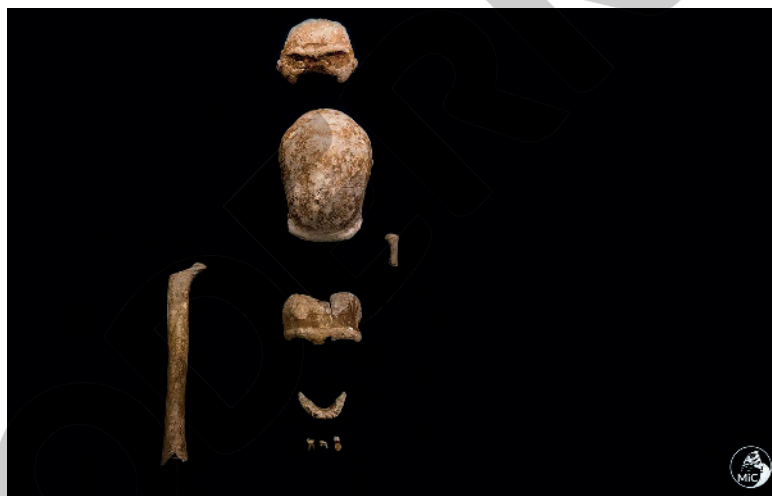
É um achado muito importante, pois constitui uma peça fundamental para esclarecer nossas origens e nosso passado e revela que a herança dos neandertais segue existindo hoje.

Na atualidade, essa herança afeta muitos aspectos da nossa vida diária e, como se constatou num estudo recente, os genes dos neandertais influenciam parte da nossa suscetibilidade à covid-19.

[...] 2% do DNA dos indivíduos de origem euroasiática é procedente dos neandertais.

Desse percentual, alguns dos genes estudados influenciam na qualidade e tipo de sono, humor, tendência de isolamento e na suscetibilidade à infecção pelo coronavírus.

Restos fossilizados de neandertais encontrados na Gruta Guattari. De cima para baixo: vista frontal de crânio, vista superior de crânio, osso de dedo da mão, fêmur, vista frontal de outro crânio, vista superior de maxilar inferior. (Itália, 2021.)



Proteção genética

Um estudo feito pelo Instituto de Antropologia Evolutiva Max Planck, na Alemanha, e o Instituto Karolinska, na Suécia, demonstrou que os genes presentes no cromossomo 3 humano podem se associar a formas mais graves de infecção pelo SARS-CoV-2, mas alguns genes do cromossomo 12 de origem neandertal podem favorecer a resposta imunológica e nos proteger do ataque do vírus.

Estima-se que a presença desses genes pode reduzir em 22% a probabilidade de desenvolver a doença. Por isso, talvez as pessoas assintomáticas que se contaminaram com coronavírus sejam mais neandertais do que pensam.

ITALIAN MINISTRY OF CULTURE/AFP

Reprodução proibida. Art. 184 da Código Penal e Lei 5.610 de 19 de fevereiro de 1968.

Estudos dos genes predispostos à infecção poderiam levar à identificação precoce de pacientes em risco, segundo os pesquisadores. Além disso, trata-se de variantes genéticas que têm uma distribuição diferente na população humana: até 60% da população europeia e 50% da população do sul asiático carregaria a variante que predispõe à infecção.

[...]

Sensibilidade para a arte

A herança não acaba aí.

Os neandertais tinham uma constituição física robusta, andavam erguidos, tinham um crânio mais largo que o nosso no sentido anteroposterior e não tinham queixo (um traço típico dos humanos modernos).

Mas a organização das estruturas do ouvido, que permitem escutar, era muito parecida à dos humanos. Essa descoberta permitiu considerar a possibilidade de os neandertais terem tido um sistema de comunicação verbal parecido com o dos humanos.

Também herdamos a sensibilidade artística. É possível falar deles como os primeiros artistas da história: as cavernas da Extremadura, Cantábria e Andaluzia levam as marcas de grupos de neandertais que se comunicavam com a arte, da maneira mais imediata e primitiva que se conhece.



Pintura feita por neandertais localizada na caverna conhecida como Cueva de Ardales, na Andaluzia. (Espanha, 2018.)

Fonte: BOVE, L. C. Covid: como herança genética neandertal influencia resposta imunológica ao coronavírus. *BBC News Brasil*, 10 jun. 2021. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-57361036>. Acesso em: 13 ago. 2022.

ATIVIDADES

REGISTRE EM SEU CADERNO

OBTER INFORMAÇÕES

1. Os neandertais foram uma população que foi extinta há cerca de 40 mil anos. Os genes herdados deles têm ligação com que características dos humanos atuais?
2. Em que cromossomo estão os genes de origem neandertal que podem proteger contra a covid-19?

INTERPRETAR

3. Que tipo de vestígio de neandertais foi encontrado na Gruta Guattari?
4. Por que é possível supor que os neandertais tinham um sistema de comunicação parecido com o dos humanos atuais?
5. Por que é possível encontrar genes de neandertais nos seres humanos atuais?
6. Os efeitos dos genes neandertais impedem os seres humanos de contrair covid-19 nos dias atuais?

Respostas – Compreender um texto

1. Qualidade e tipo de sono, humor, tendência de isolamento e na suscetibilidade à infecção pelo coronavírus.
2. No cromossomo 12.
3. Foram encontrados restos mortais de nove indivíduos.
4. Porque a organização das estruturas do ouvido, que permitem escutar, era muito parecida com a dos humanos atuais.
5. Essa presença indica que eles se relacionaram sexualmente, trocando material genético e gerando descendentes férteis, que se reproduziram e mantiveram esses genes na população humana.
6. Não, eles podem favorecer a resposta imunológica do organismo, aumentando a chance de a doença não se desenvolver.

Objetivos da Unidade

- Caracterizar ondas.
- Classificar as ondas de acordo com sua natureza e sua forma de propagação.
- Identificar as características dos movimentos ondulatórios.
- Compreender a natureza das ondas sonoras e seu modo de propagação.
- Construir um aparato para verificar que o som é uma onda mecânica.
- Pesquisar sobre a ecolocalização, relacionando sonares biológicos e tecnológicos.
- Compreender a ciência como construção humana, influenciada pela sociedade e cultura da época.
- Debater sobre o respeito à diversidade na sociedade e nos ambientes onde ocorre a produção científica.
- Analisar fatos históricos reconhecendo a evolução do conhecimento científico ao longo do tempo.
- Compreender os conceitos de onda eletromagnética e de espectro eletromagnético.
- Conhecer as aplicações médicas das radiações eletromagnéticas, tanto no diagnóstico como no tratamento de doenças.
- Conhecer a utilização das ondas eletromagnéticas nas comunicações humanas.
- Analisar dados sobre o uso da internet pelos adolescentes.
- Debater atitudes associadas ao uso seguro das redes sociais.
- Relacionar a decomposição da luz branca e a reflexão da luz à percepção das cores dos objetos.
- Verificar correlações entre luz e cores através de experimentos.
- Compartilhar informações sobre tratamentos médicos que envolvam aplicação de radiação.
- Refletir sobre atitudes relacionadas ao diagnóstico de câncer.
- Conhecer a evolução histórica dos tratamentos contra o câncer desde o século XIX.

Temas contemporâneos transversais (TCTs) em foco nesta Unidade

- **Ciência e Tecnologia:** apresentar o desenvolvimento tecnológico associado ao uso das ondas eletromagnéticas na medicina e nas comunicações.
- **Saúde:** discutir ações preventivas para o desenvolvimento do câncer infantil e a evolução dos tratamentos dessa doença.
- **Vida Familiar e Social:** levantar dados relacionados ao uso de redes sociais pelas crianças e adolescentes.
- **Educação em Direitos Humanos:** discutir questões relacionadas ao respeito à diversidade e à integridade humana em ambientes virtuais.



Ondas: som e luz

A Rede de Espaço Profundo é um conjunto internacional de três antenas de rádio gigantes operado pela Nasa. Ele é responsável pelo envio e pela recepção de informações de sondas espaciais. As antenas estão situadas, aproximadamente, a 120° de distância em longitude uma da outra (nos Estados Unidos, na Espanha e na Austrália). Na foto, antena localizada em Madri, na Espanha (2016).

O PROGRAMA ESPACIAL VOYAGER

As sondas espaciais Voyager são os equipamentos construídos pelo ser humano que estão mais distantes da Terra. Ainda assim, elas conseguem se comunicar com a Terra transmitindo ondas de rádio, que são captadas por meio de antenas, e fornecem dados importantes sobre o Sistema Solar e o espaço interestelar.



DAVID HERRERAZ/ALAMY/FOTOLIA/RENA



Sala de controle da missão Juno na Califórnia, Estados Unidos (2016). A missão Juno lançou uma sonda espacial para estudar o planeta Júpiter. É comandada da Terra por meio de ondas eletromagnéticas.

MINTANA NESLIHAN EROGLU/
ANADOLU AGENCY/GETTY IMAGES

156

Habilidades da BNCC em foco nesta Unidade

- **EF09CI04:** Planejar e executar experimentos que evidenciem que todas as cores de luz podem ser formadas pela composição das três cores primárias da luz e que a cor de um objeto está relacionada também à cor da luz que o ilumina.
- **EF09CI05:** Investigar os principais mecanismos envolvidos na transmissão e recepção de imagem e som que revolucionaram os sistemas de comunicação humana.
- **EF09CI06:** Classificar as radiações eletromagnéticas por suas frequências, fontes e aplicações, discutindo e avaliando as implicações de seu uso em controle remoto, telefone celular, raios X, forno de micro-ondas, fotocélulas etc.
- **EF09CI07:** Discutir o papel do avanço tecnológico na aplicação das radiações na medicina diagnóstica (raios X, ultrassom, ressonância nuclear magnética) e no tratamento de doenças (radioterapia, cirurgia ótica a laser, infravermelho, ultravioleta etc.).

ILUSTRAÇÃO: RICARDO SANCHES/ARQUIVO DA EDITORA



Representação artística da Voyager 1. (Imagem sem escala, cores-fantasia.)

Começando a Unidade

1. Como se dá a comunicação a grandes distâncias?
2. Como a luz do Sol chega até a Terra?
3. Qual é a diferença entre luz e som?
4. Por que ouvimos o trovão alguns segundos depois de vermos o raio?

25 de agosto

A Voyager 1 entra no espaço interestelar, saindo do Sistema Solar.

13 de agosto

A Voyager 2 torna-se o objeto espacial com mais tempo de operação.

Por que estudar esta Unidade?

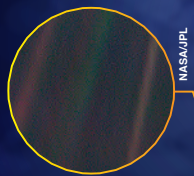
O estudo das ondas propicia a compreensão de muitos fenômenos do nosso cotidiano e dos avanços tecnológicos em diversas áreas, como a Medicina. Você vai conhecer, por exemplo, como as ondas sonoras se movimentam e por que os sons não se propagam no espaço sideral. Além disso, vai compreender de que modo a luz interfere na percepção que temos das cores dos objetos e quais são as características das ondas que possibilitam sua utilização na comunicação a longa distância ou para aquecer um alimento no forno de micro-ondas.

17 de fevereiro

A Voyager 1 se torna o objeto criado pelo ser humano a chegar mais distante da Terra no espaço.

14 de fevereiro

A última imagem da Voyager 1: um retrato do Sistema Solar.



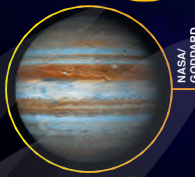
9 de novembro

A Voyager 1 está próxima a Saturno e começa sua jornada para fora do Sistema Solar.



5 de março

A Voyager 1 está próxima a Júpiter.



5 de setembro

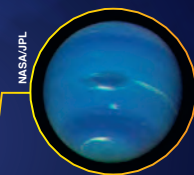
A Voyager 1 é lançada do Kennedy Space Flight Center, nos Estados Unidos.



1 VOYAGER 2

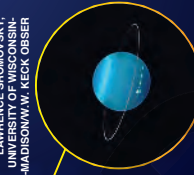
Fonte: NASA. The Mission Timeline. Voyager – Jet Propulsion Laboratory. Disponível em: <https://voyager.jpl.nasa.gov/>. Acesso em: 19 jul. 2022.

- 2013
- 2012
- 2011
- 2010
- 2009
- 2008
- 2007
- 2006
- 2005
- 2004
- 2003
- 2002
- 2001
- 2000
- 1999
- 1998
- 1997
- 1996
- 1995
- 1994
- 1993
- 1992
- 1991
- 1990
- 1989
- 1988
- 1987
- 1986
- 1985
- 1984
- 1983
- 1982
- 1981
- 1980
- 1979
- 1978
- 1977



25 de agosto

A Voyager 2 é o primeiro aparelho humano a chegar próximo a Netuno e começa sua viagem para fora do Sistema Solar.



24 de janeiro

A Voyager 2 é o primeiro aparelho humano a chegar próximo a Urano.



25 de agosto

A Voyager 2 está próxima a Saturno.



20 de agosto

A Voyager 2 é lançada do Kennedy Space Flight Center, nos Estados Unidos.

Orientações didáticas

• Esta Unidade aborda os fenômenos da natureza descritos pelas ondas, como o som e a luz. Apesar de os efeitos do som e da luz serem bastante familiares para os estudantes, o tratamento teórico e conceitual desses fenômenos requer um modelo com elevado nível de abstração, o que, muitas vezes, se torna difícil para o estudante de Ensino Fundamental.

• Faça uma leitura das imagens de abertura com os estudantes, seguida de questionamentos, a fim de avaliar os conhecimentos prévios deles sobre os temas que serão abordados. Caso julgue interessante, auxilie os estudantes na organização de suas ideias com base nas respostas apresentadas durante as discussões, orientando-os a anotá-las no caderno, a fim de avaliá-las e aprimorá-las ao final desta Unidade. Nesse momento, aproveite para sanar as dúvidas pendentes, retomando os conceitos sempre que for necessário. As respostas sugeridas a seguir só serão obtidas plenamente ao final do estudo desta Unidade. No início, essas questões servem para instigar a curiosidade e o interesse pelo estudo do Tema.

Respostas – Começando a Unidade

1. A comunicação a grandes distâncias pode ser feita por ondas de rádio. Para tal, as informações são transformadas em sinais elétricos e depois em sinais na faixa das ondas de rádio, que são ondas eletromagnéticas.
2. A luz do Sol se propaga pelo espaço até atingir a Terra. Ela consegue se propagar no espaço porque é uma onda eletromagnética.
3. Uma das diferenças entre luz e som é a própria natureza delas: o som é uma onda mecânica, e a luz é uma onda eletromagnética.
4. Devido à diferença de velocidade entre as duas ondas, a luz se propaga com velocidade de aproximadamente 300 000 000 m/s, e o som se propaga no ar com velocidade de cerca de 340 m/s.

Orientações didáticas

- No Tema 1 são apresentadas a definição e a caracterização das ondas, sendo esses conceitos fundamentais para a compreensão do restante da Unidade. Para que os estudantes compreendam esses conceitos, que são bastante abstratos, utilize as ilustrações “Propagação de uma onda” e “Onda e matéria”, chamando a atenção para o sentido de propagação da onda.

- Caso seja possível, desenvolva a atividade proposta no item **Movimentos ondulatórios**. Primeiro, oriente os estudantes a observar as ondas formadas pelo gotejamento de água na bacia. Depois, coloque uma folha na bacia e peça que repitam o procedimento analisando o seu movimento em direção às bordas. Solicite a eles que elaborem hipóteses sobre o movimento da folha e, então, explique que a onda transporta apenas energia, sem ocorrer transporte de matéria. Esse fato pode não ficar claro para os estudantes com o exemplo de uma onda na água. Use o exemplo da onda em uma corda ou fio, em que fica evidente que a massa não é deslocada.



Ondas e suas características

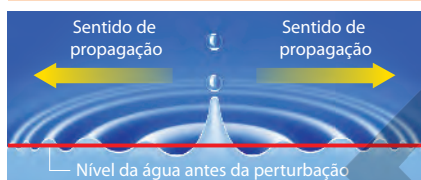
As ondas transportam energia, mas não carregam matéria.

Ondas

Ao chutar uma bola, o pé transfere energia para ela, que se movimenta, pois adquiriu energia cinética. Se durante o movimento, essa bola atingir um objeto, essa energia será transferida para ele, movimentando-o ou danificando-o. Nesse exemplo, a energia e a matéria (a bola) foram transportadas juntas de um ponto a outro.

Será que é possível transportar apenas energia sem que a matéria seja deslocada? Sim, e isso ocorre por meio das **ondas**. De maneira geral, as ondas são perturbações periódicas que se propagam transportando energia, sem que haja o transporte de matéria.

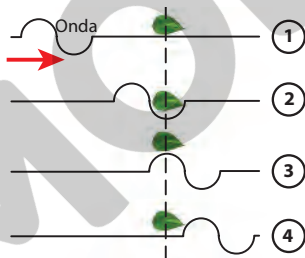
Propagação de uma onda



A perturbação faz com que a água da bacia oscile verticalmente: para cima e para baixo. Não há movimento horizontal. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Fonte consultada: YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. Física II, Sears e Zemansky: termodinâmica e ondas. 14. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2015.

Onda e matéria



Fonte consultada: NASA, Science Mission Directorate. Anatomy of an Electromagnetic Wave. [S. l.], 10 ago. 2016. Disponível em: https://science.nasa.gov/ems/02_anatomy. Acesso em: 26 jul. 2022.

Movimentos ondulatórios

Realize a seguinte atividade: em um ambiente fechado e sem vento, deixe uma bacia ou panela com água em repouso e, com o auxílio de um conta-gotas, pingue uma gota de água no centro da bacia. Você verá algo muito parecido com a imagem apresentada: uma série de círculos concêntricos afastando-se do centro – em decorrência das ondas se propagando.

Nesse exemplo, as gotas que saem do conta-gotas geram uma perturbação na bacia com água, promovendo o deslocamento de um pulso. Se essa perturbação for periódica, ou seja, ocorrer em intervalos de tempos iguais, ocorrerá a propagação de uma onda, que é uma sequência de pulsos periódicos.

Embora a onda se mova do centro para as bordas, a água oscila apenas verticalmente com o deslocamento da perturbação, não ocorrendo movimento da água na direção horizontal. Imagine que houvesse uma folha de uma árvore sobre a água na bacia. Conforme as ondas passassem sob a folha, ela apenas oscilaria para cima e para baixo, mas não se moveria em direção às bordas. Assim, a energia é transferida de uma região a outra da bacia com água sem que houvesse transporte de matéria.

Em (1), a onda se desloca para a direita, e a sua parte inferior atinge a folha (2). A onda continua seu trajeto, fazendo a folha oscilar para cima (3). Após a passagem da onda (4), a folha volta para a sua posição inicial. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

158

Sugestão de recurso complementar

Artigo

Energia das ondas: como funciona a geração ondomotriz. Portal da energia.

O texto trata da geração de energia elétrica a partir da energia das ondas do mar, explicando suas vantagens e desvantagens.

Disponível em: <https://portaldenergia.com/energia-das-ondas/>. Acesso em: 20 ago. 2022.

As ondas podem ser classificadas quanto à sua **natureza** ou quanto à sua forma de **propagação** e **oscilação**.

Natureza das ondas

De acordo com sua natureza, as ondas podem ser classificadas em mecânicas ou eletromagnéticas.

- **Ondas mecânicas:** são ondas que se propagam em meios materiais. O som, por exemplo, é uma onda que se propaga no ar. As ondas do mar, por sua vez, propagam-se na superfície da água, enquanto os terremotos geram ondas que se propagam nas rochas que compõem a crosta terrestre. As ondas mecânicas são geradas pela vibração de objetos materiais que, em geral, transmitem essa vibração ao meio.

Jongueiros tocando tambor
(São Francisco de Itabapoana, RJ, 2019).



LUCIANA WHITAKER/PIUSBAR/IMAGENS

- **Ondas eletromagnéticas:** são ondas que, para se propagar, não necessitam de um meio material, podendo se propagar no vácuo. A luz, as ondas de rádio, as micro-ondas, os raios infravermelhos, os raios ultravioleta e os raios X são alguns exemplos de ondas eletromagnéticas.

Imagem obtida por meio de radiação infravermelha.

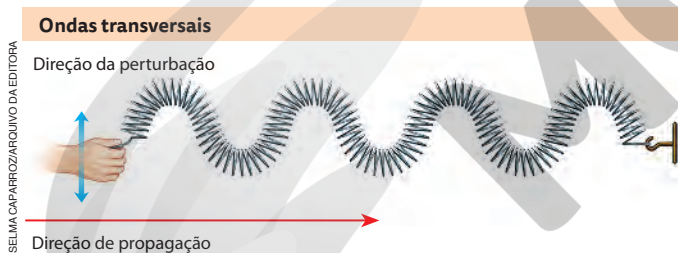


IVAN SIMUKALAM/FOTOGARENA

Propagação e oscilação das ondas

Quanto à forma de propagação e oscilação, podemos classificar as ondas em transversais ou longitudinais, de acordo com a direção de propagação e a direção de oscilação delas.

- **Ondas transversais:** são ondas que possuem a direção da vibração perpendicular à direção de propagação. Considere uma mola com uma extremidade fixa, conforme a figura a seguir. Quando a pessoa oscila a extremidade livre dessa mola, para cima e para baixo, a onda se propaga na direção horizontal.



SELMA CAFARROZZI/ARQUIVO DA EDITORA

A direção na perturbação na mola (movimento de sobe e desce) é perpendicular à direção de propagação da onda. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Fonte consultada: TIPLER, P. A.; MOSCA, G. *Physics for scientists and engineers: with modern physics*. 6. ed. New York: W. H. Freeman and Company, 2008.

159

Orientações didáticas

- Faça uma demonstração usando um instrumento musical, de preferência um violão, para que os estudantes possam perceber como cada corda passa essa vibração ao ar produzindo diferentes intensidades de sons. Incentive a comparação da situação demonstrada com a propagação de outras ondas mecânicas em meios materiais.

- Explique que ondas eletromagnéticas não necessitam de um meio material para propagação, podendo se propagar no vácuo. Comente que essas ondas são emitidas por diversos aparelhos que usamos no dia a dia, como celulares e micro-ondas.

- Caso julgue oportuno, proponha aos estudantes que pesquisem a respeito dos efeitos provocados pela exposição excessiva às ondas eletromagnéticas, considerando o uso de celulares e computadores. Essa proposta oportuniza o desenvolvimento das **competências gerais 5, 7 e 8** da Educação Básica e as **competências específicas 4, 5 e 7** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, previstas pela BNCC. A discussão também possibilita o trabalho com os TCTs – **Ciência e Tecnologia** e **Saúde**.

- Explique como ocorre a propagação de uma onda transversal usando a ilustração da mola, ressaltando que essa observação é feita em uma mola com uma extremidade fixa. Dê exemplos de outras oscilações, como a de uma corda.

Sugestão de recurso complementar

Artigo

NASCIMENTO, S. M. C. Ondas eletromagnéticas e o impacto na saúde humana. *Direito Ambiental e Sociedade*, v. 7, n. 2, p. 203-227, 2017.

O artigo aborda os efeitos das ondas eletromagnéticas emitidas por celulares, micro-ondas e aparelhos de exames diversos sobre a saúde humana.

Disponível em: <http://www.ucs.br/etc/revistas/index.php/direitoambiental/article/download/4054/3097>.

Acesso em: 20 ago. 2022.

Orientações didáticas

Os conceitos estudados nesse Tema exigem alto grau de abstração. Assim, o uso de imagens, demonstrações e experimentos será de grande utilidade para ajudar na compreensão. Para trabalhar esse Tema utilizando uma metodologia ativa, solicite aos estudantes que, como tarefa de casa, realizem a leitura do texto do Tema e anotem os principais conceitos abordados. No dia planejado para o início do trabalho com o Tema, organize os estudantes em grupos com quatro integrantes e peça a eles que compartilhem o que estudaram e anotaram, tirando as dúvidas remanescentes. Em seguida, solicite a elaboração de um mapa conceitual sobre a temática. Para tornar esse mapa mais interessante, os estudantes podem utilizar cores diferentes para identificar conceitos e seus desdobramentos. Solicite aos grupos que apresentem suas produções e, em seguida, explique o assunto tirando as dúvidas que os estudantes ainda possam ter.

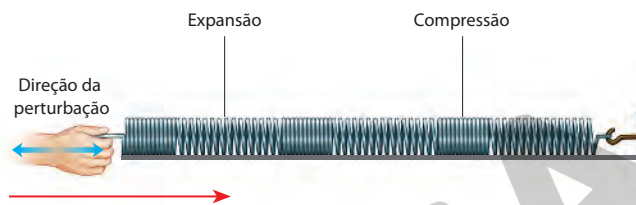
Explique aos estudantes que a demonstração feita na ilustração “Ondas longitudinais” é válida para uma corda ou mola com uma extremidade fixa.

Utilize a ilustração “Crista e vale” para explicar que, ao se propagar, uma onda apresenta dois pontos de perturbação, um máximo (crista) e um mínimo (vale). Se necessário, providencie uma corda grossa e a leve à sala de aula para demonstrar esses conceitos. Outra demonstração seria produzir ondas em uma bacia com água ou em uma mola.

Para auxiliar na construção do conhecimento sobre as características das ondas, oriente os estudantes na compreensão das imagens presentes no livro do estudante. Na ilustração “Ondas com amplitudes diferentes”, pergunte a eles em qual das duas ondas foi aplicada mais energia. Espera-se que eles percebam que na onda com maior amplitude foi aplicada maior energia. Caso seja possível, faça esse experimento com os estudantes utilizando uma corda amarrada a um pilar por uma das pontas. Um dos estudantes promove a oscilação da corda, enquanto o outro filma, usando um celular, por exemplo. Depois, peça ao estudante que balance a corda com mais força. Assim, é possível comparar os dois vídeos e verificar a diferença de amplitude entre as ondas, relacionando esta característica à quantidade de energia transferida para a corda.

- Ondas longitudinais:** são ondas que possuem a direção de vibração coincidente com a direção de propagação. Considere agora que a mesma mola do exemplo anterior esteja sobre uma superfície plana e alguém execute movimentos de compressão e distensão sobre ela. Serão criadas regiões de expansão e de compressão na mola, que oscilarão na mesma direção da vibração.

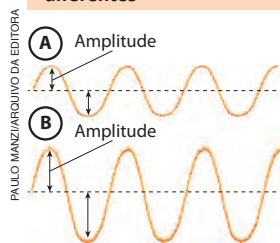
Ondas longitudinais



A direção da perturbação na mola (movimento de vaivém) tem a mesma direção que a propagação da onda. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Fonte consultada: SERWAY, R. A.; JEWETT JR., J. W. *Princípios de física: Oscilações, ondas e termodinâmica*. 5. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2015. v. 2.

Ondas com amplitudes diferentes



Quanto maior for a amplitude, maior é a quantidade de energia transportada pela onda. A onda (A) transporta menos energia que a (B), pois tem menor amplitude. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Fonte consultada: YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. *Física II: Sears e Zemansky: termodinâmica e ondas*. 14. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2015.

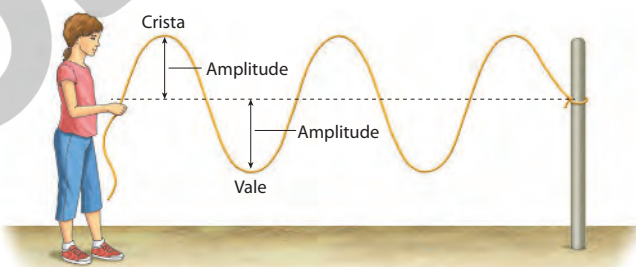
Fonte consultada: SERWAY, R. A.; JEWETT JR., J. W. *Princípios de física: Oscilações, ondas e termodinâmica*. 5. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2015. v. 2.

Características das ondas

Para conhecer melhor as ondas, é necessário analisar suas principais características: **amplitude**, **comprimento de onda**, **período** e **frequência**. Imagine que uma garota segura a extremidade de uma corda que tem a outra extremidade presa a um poste. Se essa garota movimentar sua mão para cima e para baixo repetidas vezes, em movimentos regulares, teremos a formação de uma onda. Se em determinado instante de tempo esse movimento for fotografado, teremos uma situação semelhante à imagem a seguir. Analisando a imagem podemos destacar pontos importantes na corda: o ponto de perturbação máxima e o ponto de perturbação mínima, que recebem o nome de **crista** e **vale**, respectivamente.

A **amplitude** equivale à distância entre uma crista ou um vale e o ponto de equilíbrio, ponto no qual a corda não está vibrando. A amplitude indica a **quantidade de energia** que a onda transporta.

Crista e vale



Onda se propagando em uma corda, produzindo os pontos de máxima e de mínima perturbação: a crista e o vale, respectivamente. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

160

Sugestão de recurso complementar

Simulador

Onda em corda. *PhET Interactive Simulations*. Universidade do Colorado.

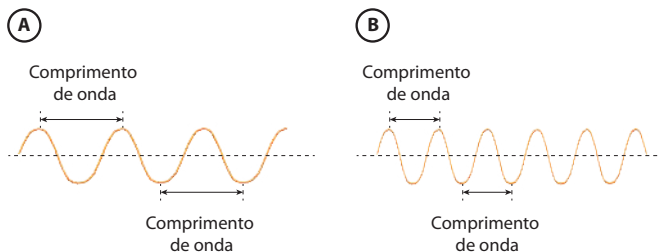
O simulador permite verificar a formação da onda em uma corda, alterando parâmetros como a frequência e a amplitude.

Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/wave-on-a-string.

Acesso em: 8 ago. 2022.

O **comprimento de onda** é a distância entre duas cristas consecutivas ou entre dois vales consecutivos.

Ondas com comprimentos diferentes



O comprimento de onda é a distância entre quaisquer duas partes idênticas e sucessivas da onda. Em (A), o comprimento de onda é maior que em (B). (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Fonte consultada: SERWAY, R. A.; JEWETT JR., J. W. *Princípios de física: Oscilações, ondas e termodinâmica*. 5. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2015. v. 2.

ILUSTRAÇÕES: PAULO MANZARQUINO DA EDITORA

O **período** é o tempo que a onda leva para executar uma oscilação completa ou o deslocamento de um comprimento de onda. No Sistema Internacional de Unidades (SI), a unidade do período é o segundo (s).

Por fim, podemos fazer a contagem de quantas oscilações ocorrem em determinada unidade de tempo. Essa informação nos dá a **frequência** da onda. No SI, a unidade de frequência é o hertz (Hz). Uma onda que oscila dez vezes por segundo tem frequência de 10 Hz.

Velocidade de uma onda

A velocidade de propagação com que uma crista ou um vale se movem corresponde à **velocidade** de propagação da onda e depende somente do meio em que ela se encontra. As ondas produzidas em uma corda, por exemplo, propagam-se sempre com a mesma velocidade, independentemente da amplitude, da frequência ou do comprimento de onda. Nesse caso, só é possível mudar a velocidade da onda trocando a corda por outra, de diferente espessura ou material, ou alterando sua tensão, isto é, deixando-a mais ou menos esticada.

Existe uma relação entre o comprimento de onda (λ) e a frequência (f) das ondas que se propagam em um mesmo meio, isto é, com a mesma velocidade (v):

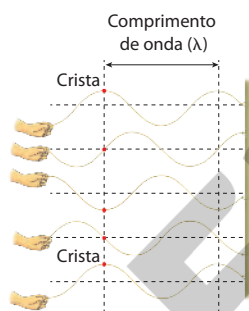
$$v = \lambda \cdot f$$

O comprimento de onda e a frequência são grandezas inversamente proporcionais. Isso significa que, quanto maior o comprimento de onda, menor será a frequência da onda.

De olho no tema

1. Como as ondas podem ser definidas?
2. Qual é a principal diferença entre ondas transversais e ondas longitudinais?
3. Quais são os principais elementos que caracterizam as ondas? Faça uma ilustração para representá-los.

Período



Em determinado instante, um ponto da onda é uma crista (ponto vermelho); ao completar um período inteiro, esse ponto será novamente uma crista. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Fonte consultada: SERWAY, R. A.; JEWETT JR., J. W. *Princípios de física: Oscilações, ondas e termodinâmica*. 5. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2015. v. 2.

Orientações didáticas

- Utilize a ilustração “Período” para explicar esse conceito e, em seguida, explique o que é a frequência da onda. Mostre aos estudantes que o período de uma onda é o inverso da sua frequência.
- Explique como calcular a velocidade de propagação de uma onda, e como essa velocidade é alterada pela mudança no meio em que ela se propaga.
- Sugerimos como atividade prática, para demonstrar a propagação das ondas, a construção de um canhão de ar. Serão utilizados: balde, plástico grosso, fita-crepe e copos plásticos descartáveis. Faça um furo no fundo do balde de aproximadamente 15 cm de diâmetro. Cubra a boca do balde com o plástico grosso e passe fita-crepe para fixar. Deixe o plástico bem firme e liso. Faça uma pilha com os copos plásticos em uma mesa. Afaste-se alguns passos e aponte o “canhão” (montagem com o balde) para os copos. Bata com força na parte coberta do balde (no plástico). Pergunte aos estudantes o que acontece com os copos e por quê. Espera-se que os copos sejam derrubados, pois as ondas produzidas, ao bater no plástico, se propagam, até atingir os copos, que absorvem a energia da onda e caem.

Respostas – De olho no tema

1. Ondas são movimentos oscilatórios periódicos que transportam energia e não transportam matéria.
2. As ondas transversais são aquelas em que a direção de propagação é perpendicular à direção de vibração. Já nas ondas longitudinais, a direção da vibração é coincidente com a direção de propagação da onda.
3. Amplitude, período, frequência, comprimento de onda. Espera-se que os estudantes representem uma onda indicando esses elementos.

Orientações didáticas

- Enfatize a natureza mecânica da onda sonora e a necessidade de um meio material para se propagar. Para explicar isso, utilize a ilustração “Ondas de compressão e rarefação do ar”, fazendo uma analogia entre o movimento da mola e das partículas do ar. Ressalte que, assim como as outras ondas mecânicas, o som não conduz matéria, e que a diferença de concentração das partículas de ar mostradas na imagem é devido à compressão.
- Comente com os estudantes que no Sol ocorrem grandes explosões constantemente. Pergunte a eles por que não ouvimos essas explosões? Espera-se que os estudantes mencionem que as ondas sonoras precisam de um meio para se propagar, e assim não se propagam no vácuo.

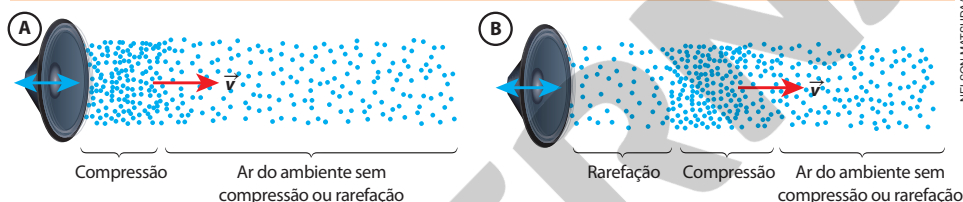


O som é produzido pela compressão e expansão sucessivas do ar ou de outro meio material.

Como se produz o som

Todos os sons estão associados à vibração de um meio físico. Quando ouvimos a voz de uma pessoa falando, perturbações no ar se deslocam desde o emissor até nossas orelhas. Acompanhe na figura a seguir o que ocorre quando um som é gerado por um alto-falante e transmitido pelo ar. Quando a onda sonora é emitida, a região mais próxima à parte interna do alto-falante vibra, propagando o som para o ar.

Ondas de compressão e rarefação do ar



(A) Quando a parte interna do alto-falante vibra em direção ao exterior do aparelho, cria uma compressão no ar. (B) Quando a parte interna do alto-falante vibra em direção ao interior do aparelho, cria uma rarefação no ar. As regiões com mais partículas e as com menos partículas por unidade de volume representam, respectivamente, a compressão e a rarefação do ar. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Fonte consultada: CUTNELL, J. D.; JOHNSON, K. W. *Physics*. 11. ed. New Jersey: Wiley, 2018.

A cada vibração, o ar próximo ao alto-falante é comprimido e expandido. A sequência de compressões e rarefações sucessivas do ar se propaga em todas as direções na forma de uma onda longitudinal. Perceba que, para se propagar, o som necessita de um meio material e, por isso, é classificado como onda mecânica.

Muitas vezes, em filmes e séries, há barulho de explosões no espaço sideral. Esses sons, na verdade, não podem ser escutados nesse ambiente pois as ondas sonoras não se propagam no vácuo.

A velocidade do som

Quando vemos um relâmpago, geralmente ouvimos o trovão somente depois de alguns segundos. Isso ocorre porque a velocidade do som é muito menor que a da luz: enquanto a velocidade do som no ar é de aproximadamente 340 m/s, a velocidade da luz, nesse mesmo meio, é de aproximadamente 300 000 000 m/s. Lembre-se de que o som é uma onda mecânica e a luz é uma onda eletromagnética.

162

Sugestão de recurso complementar

Site

Compreendendo a música. Paraná: Secretaria da Educação.

A página traz um texto que explica, de forma simples, algumas características do som, como intensidade, timbre e altura.

Disponível em: <http://www.arte.seed.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=136>. Acesso em: 8 ago. 2022.

A velocidade do som depende das condições do meio em que ele se propaga, como seu estado físico e sua temperatura.

O som se propaga não só no ar, mas também em sólidos e líquidos. A velocidade do som nesses meios é maior que nos gases, pois a transmissão da perturbação está relacionada com a **elasticidade** e a densidade do material que compõe o meio físico. Como nos sólidos e líquidos as partículas estão mais próximas, o som se propaga com maior velocidade nesses meios do que nos gases. Confira na tabela a seguir a velocidade de propagação do som em diferentes materiais.

Velocidade do som em diferentes meios materiais		
Meio de propagação	Temperatura (°C)	Velocidade (m/s)
Gás oxigênio	0	317
Gás hidrogênio	0	1286
Água	15	1450
Chumbo	20	1230
Cobre	20	3560
Ferro	20	5130

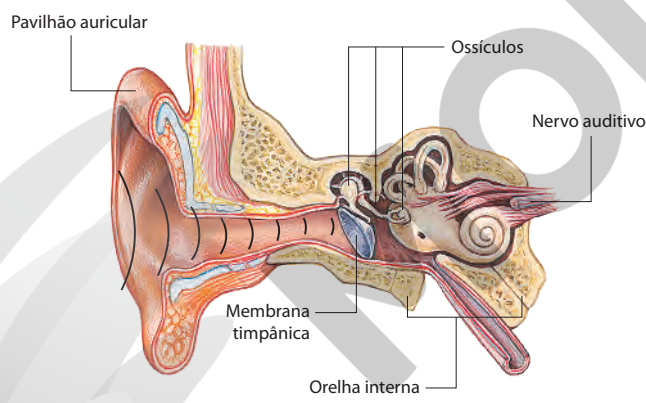
Fonte: BERTULANI, C. *Ondas sonoras*. [S. l.], 17 nov. 1999. Disponível em: <https://www.if.ufrj.br/~bertu/fis2/ondas2/ondas2.html>. Acesso em: 25 jul. 2022.

Saiba mais!

SISTEMA AUDITIVO HUMANO

Quando uma onda sonora atinge o sistema auditivo de uma pessoa, provoca vibrações na membrana timpânica. Essas vibrações são então transmitidas para a orelha interna por meio de um conjunto de três ossos muito pequenos (ossículos), denominados martelo, bigorna e estribo. Na orelha interna, as vibrações são captadas por células sensoriais especializadas e convertidas em impulsos nervosos, que são enviados ao cérebro pelo nervo auditivo.

Estrutura da orelha humana



CECILIA WASHITA/ARQUIVO DA EDITORA

(Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Fonte: TORTORA, G. J.; DERRICKSON, B. *Corpo humano: fundamentos de anatomia e fisiologia*. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

Glossário

Elasticidade: propriedade dos materiais de, ao serem deformados, voltarem à sua forma original.

Orientações didáticas

- Use a seção **Saiba mais!** para retomar as características do sistema auditivo humano e explicar como ocorre a percepção do som. Comente que a membrana timpânica é elástica e vibra conforme as oscilações do ar chegam até ela. A vibração da membrana timpânica movimentando os ossículos, que, por sua vez, fazem outra membrana vibrar, a janela oval. Esta transmite as vibrações para o interior da cóclea, onde se localizam as células sensoriais que convertem as vibrações em estímulo nervoso, que segue até o cérebro pelo nervo auditivo.
- Em seguida, faça a leitura da tabela “Velocidade do som em diferentes meios materiais”, chamando a atenção para o fato de o som poder se propagar com maior velocidade em meios líquidos e sólidos.
- Faça a comparação entre as velocidades do som e da luz, para que os estudantes percebam que a luz se desloca a uma velocidade muito maior, citando o exemplo do relâmpago e do trovão.

Orientações didáticas

• A atividade prática **Vamos fazer** tem o intuito de ajudar os estudantes na compreensão de que o som é uma onda mecânica e necessita de um meio físico para se propagar. Como o ar é invisível, nem sempre esse conceito é bem entendido por eles. Não detalharemos, na atividade, características do som, como altura, intensidade, timbre. Caso não seja possível realizar a atividade com celulares ou caixas de som, sugerimos a substituição da reprodução de som desses dispositivos pela batida de uma colher de pau em uma bandeja de metal, por exemplo.

• Ao observar e compreender a propagação de ondas mecânicas são mobilizadas a **competência específica 2** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental e a **competência geral 2** da Educação Básica, ambas previstas pela BNCC.

Resposta – Vamos fazer

Espera-se que os grãos vibrem de acordo com a música. Isso ocorre porque as ondas sonoras fazem com que as partículas de ar vibrem e, ao atingirem os grãos, fazem com que eles se movimentem.

Respostas – De olho no tema

1. No espaço sideral há principalmente vácuo, ou seja, não há matéria; e o som depende de um meio material para se propagar.

2. O som se propaga com velocidades diferentes em meios diferentes, pois a velocidade de vibração depende do estado de organização e agregação das partículas nesse meio.

Vamos fazer

REGISTRE EM SEU CADERNO

Vamos criar uma onda de choque?

Material

- Pote de vidro sem tampa
- Elástico
- Saco de plástico fino e liso
- Açúcar comum ou sal de cozinha
- Telefone celular ou caixa de som portátil

Procedimento

1. Estique bem o saco plástico sobre a boca do pote e prenda-o com um elástico.
2. Derrame um pouco de açúcar comum ou sal de cozinha sobre o saco plástico.
3. O que você imagina que acontecerá ao reproduzir uma música próximo ao pote?
4. Escolha algumas músicas e aproxime o celular ou a caixa de som do pote. Caso não consiga observar o fenômeno, aumente o volume do som (use protetores auriculares).

Representação do efeito da propagação do som no experimento. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)



Descrever e explicar

- O que aconteceu com os grãos de açúcar comum ou sal de cozinha? Como você explica isso?

De olho no tema

1. Qual é o principal motivo de o som não se propagar no espaço sideral?
2. O som se propaga com a mesma velocidade em todos os meios? Explique.

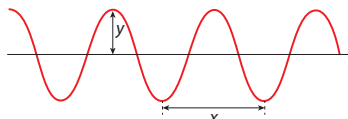
Entrando na rede

No endereço <https://www.bbc.com/portuguese/geral-43662144>, você pode ouvir sons que se assemelham a cantos e que são produzidos por algumas espécies de baleias. Acesso em: 25 jul. 2022.



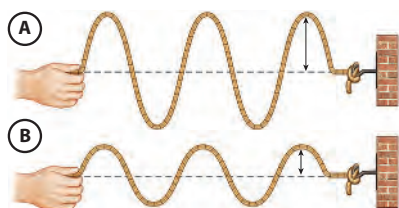
ORGANIZAR

1. Analise a seguir a representação de uma onda. As letras x e y correspondem a quais grandezas das ondas?



Representação de uma onda.

2. Considere uma onda que se propaga em uma corda. Qual característica da onda está descrita em cada item a seguir?
 - a) Parte mais alta de uma onda.
 - b) Parte mais baixa de uma onda.
 - c) Distância entre duas cristas.
 - d) Número de oscilações em uma unidade de tempo.
 - e) Tempo de uma oscilação.
3. Uma pessoa balança a extremidade de uma corda com frequência constante produzindo duas ondas, conforme as imagens a seguir. Comparando as duas cordas, em qual delas foi fornecida mais energia? Por quê?



Representação de duas cordas oscilando. (Cores-fantasia.)

4. Em filmes de ficção científica, onde ocorrem batalhas e explosões no espaço sideral, o som das explosões é ouvido pelo telespectador. Comente essa situação usando os conceitos de ondas.
5. As antenas das emissoras de rádio emitem ondas eletromagnéticas que se propagam na atmosfera com a velocidade da luz (aproximadamente $3,0 \cdot 10^8$ km/s) e com frequências que variam de uma estação para a outra. A rádio Universidade FM de São Luís, no MA, transmite ondas com frequência de 106,9 MHz. Qual é o comprimento da onda usado pela emissora para transmitir a sua programação?

ANALISAR

6. Utilizando papel quadriculado, faça desenhos representando duas ondas:
 - a) de mesmo comprimento de onda e de diferentes amplitudes;
 - b) de mesma amplitude e de diferentes comprimentos de onda.
7. Uma onda sonora, com 2 m de comprimento de onda, é emitida com velocidade de 340 m/s. Qual é o valor da sua frequência de propagação?
8. Durante uma tempestade, uma pessoa abrigada vê um relâmpago, porém escuta o trovão 2 s depois. Considerando a velocidade do som igual a 340 m/s, a que distância o raio caiu?
9. O comprimento de onda do som emitido por uma ambulância é de aproximadamente 0,5 m. Sabendo que a ambulância se encontra em um local no qual a temperatura do ar é 30 °C, determine a frequência da onda emitida pela sirene. A velocidade do som nessa temperatura é de 350 m/s.
10. Em um exame de ecocardiograma, ondas são transmitidas pelo aparelho para dentro do peito do paciente, refletidas pelos tecidos do coração, e retornam para o equipamento. Conhecendo a velocidade com que as ondas de ultrassom se propagam no corpo do paciente, que grandeza física o equipamento deve medir para calcular a distância a cada ponto do coração e formar a imagem?

COMPARTILHAR

11. A ecolocalização ou biossonar é um sentido que alguns animais possuem para se localizar e detectar a distância de obstáculos ou de outros animais por meio da emissão e da recepção de ondas ultrassônicas.

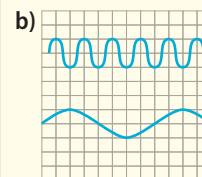
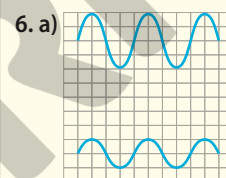
Em grupo, pesquisem sobre esse sistema sensorial natural, buscando exemplos de animais que o utilizam. Comparem o seu funcionamento ao de um sonar, técnica utilizada para detecção e localização de objetos no oceano.

Produzam um cartaz digital com representações esquemáticas do funcionamento desses dois sistemas. Incluam imagens de suas aplicações. O material pode ser exposto na escola e, com a validação do professor, publicado nas redes sociais da escola.

Respostas – Atividades

1. A letra x corresponde ao comprimento de onda e a letra y representa a amplitude da onda.
2. a) Crista. b) Vale. c) Comprimento de onda. d) Frequência. e) Período.
3. A corda (A), pois, para fazer a onda oscilar com amplitude maior, é necessário fornecer mais energia.
4. Os estudantes devem indicar que essa é uma situação impossível, uma vez que o som não se propaga no espaço já que nele não existe matéria que possibilite a propagação da onda sonora. Comente que os produtores usam esse artifício apenas para tornar os filmes mais envolventes.
5. Convertendo a velocidade para m/s e a frequência para Hz, temos:
 $v = 3 \cdot 10^8$ m/s e $f = 106,9 \cdot 10^6$ Hz
 Usando a equação $v = \lambda \cdot f$:
 $3 \cdot 10^8 = \lambda \cdot 106,9 \cdot 10^6 \Rightarrow \lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{106,9 \cdot 10^6}$

$$= 2,8 \cdot 10^{-2} \cdot 10^2 \therefore \lambda = 2,8 \text{ m}$$



7. Sabendo-se que $v = \lambda \cdot f$, temos que:

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{340 \text{ m/s}}{2 \text{ m}} \therefore f = 170 \text{ Hz}$$

$$8. \Delta s = v \cdot \Delta t \Rightarrow \Delta s = 340 \text{ m/s} \cdot 2 \text{ s} \Rightarrow \Delta s = 680 \text{ m}$$

9. A 30 °C a velocidade de propagação do som é de 350 m/s, portanto:

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{350 \text{ m/s}}{0,5 \text{ m}} = 700 \text{ Hz}$$

10. O equipamento deve medir o intervalo de tempo entre cada emissão e a captação do eco originado em cada ponto do coração. Explore com os estudantes o artigo da **Sugestão de recurso complementar** para aprofundar sobre o funcionamento do exame de ecocardiograma.
11. Oriente os estudantes no desenvolvimento da atividade, auxiliando-os na pesquisa e na comparação entre os dois sistemas. Verifique o material produzido antes de sua publicação. A proposta possibilita o trabalho com o TCT – **Ciência e Tecnologia**, além do desenvolvimento das **competências gerais 4 e 10** da Educação Básica e das **competências específicas 3, 6 e 8** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, previstas pela BNCC.

Sugestão de recurso complementar

Artigo

FUJITA Jr., L. Ecocardiograma. *Portal Drauzio Varella*.

O artigo apresenta informações sobre o exame de ecocardiograma, que funciona a partir da emissão de ondas sonoras sobre a região do corpo a que se deseja examinar.

Disponível em: <https://drauziovarella.uol.com.br/ambulatorio/exames/ecocardiograma/>.

Acesso em: 20 ago. 2022.

Orientações didáticas

• A seção **Pensar Ciência** favorece o desenvolvimento da **competência específica 1** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, prevista pela BNCC. Ela demonstra como a Ciência é construída com base nos conhecimentos adquiridos ao longo do tempo, e como os padrões impostos pela sociedade ou pelos preconceitos de uma época influenciam nas relações sociais, como foi o caso de Alan Turing. Com a escolha de uma parte da biografia de um cientista homossexual, pode-se ampliar a problematização do tema da orientação sexual. Essa discussão pode ajudar os estudantes a refletir sobre algumas áreas da Ciência que fomentam o julgamento com padrões de suposta normalidade em determinados contextos históricos e sociais.

• Espera-se que os estudantes percebam, por meio da leitura do texto, quanto o preconceito influenciou, de forma negativa, no trabalho de Turing. Apesar de toda a sua genialidade, as opiniões da sociedade quanto a sua orientação sexual podem, de alguma forma, ter causado problemas de natureza emocional e psicológica.

• Ao fazer o paralelo entre religião e ciência, é preciso estar atento para evitar o desconforto dos estudantes devido à sua religião. Assim, é preciso enfatizar que na aula são discutidos tópicos sob a visão das ciências, ressaltando a importância do respeito à diversidade de opiniões durante os debates.

• A discussão sobre o assunto abordado no texto oportuniza o desenvolvimento das **competências gerais 7 e 9** da Educação Básica, previstas pela BNCC, além do TCT – **Educação em Direitos Humanos**.

Respostas – Pensar Ciência

1. Ele precisou se submeter a um tratamento e responder por atitudes consideradas crimes na época, o que certamente prejudicou suas atividades profissionais.

2. Espera-se que os estudantes elaborem argumentos científicos considerando que a Ciência e os cientistas se relacionam com sua época, ou seja, influenciam e são influenciados por questões econômicas, sociais e políticas. Verifique se a argumentação elaborada por eles apresenta todos os elementos mencionados no enunciado e, se necessário, auxilie-os nessa tarefa. Faça a mediação da discussão entre os estudantes, promova um debate como estratégia para propiciar oportunidades de engajamento na prática de argumentação. A ideia é garantir uma discussão envolvendo os argumentos sem atacar os colegas e sem que estes se sintam pessoalmente atacados.



Pensar Ciência

Alan Turing e o julgamento da sociedade

Matemático, lógico, criptoanalista e cientista da computação, o britânico Alan Turing (1912-1954) é conhecido como um dos pais da computação moderna e da inteligência artificial. Foi de suma importância na decifração de códigos secretos alemães na Segunda Guerra Mundial. Após a guerra, trabalhou em um dos primeiros projetos para a criação de um computador. Para a sociedade inglesa da década de 1950, no entanto, havia um problema: Alan Turing era homossexual. Independentemente de sua competência e dos serviços prestados ao exército britânico, o pesquisador foi processado e condenado por “indecência repulsiva”, pois a homossexualidade era considerada crime no Reino Unido por causa de uma lei de 1885. Para não ser preso, teve de se submeter a cruéis tratamentos de “cura”. Turing morreu em 1954, supostamente envenenado por cianeto.



Design incorporado à nota de 50 libras lançada em 2021 pelo Banco da Inglaterra em homenagem a Alan Turing. Na imagem constam a foto do cientista, o desenho da máquina criada por ele para a decifração dos códigos secretos, uma tabela com fórmulas matemáticas presentes em um de seus relatórios e sua assinatura.

No final do século XIX, com base em conceitos morais e religiosos, pesquisadores do comportamento humano passaram a classificar as relações afetivas entre pessoas do mesmo sexo como doença – chamada homossexualismo. Esse pensamento perdurou por quase todo o século XX, influenciando atitudes políticas, como a perseguição aos homossexuais durante a Segunda Guerra Mundial. Ainda no século passado, o tema começou a ser estudado cientificamente. Dois médicos, o alemão Magnus

Hirschfeld (1868-1935) e o britânico Havelock Ellis (1859-1939), foram os primeiros a debater publicamente a sexualidade, questionando de maneira científica o que se convencionou diagnosticar como doença. Ainda assim, muito tempo se passou até que outras mudanças fossem feitas. Somente em 1973 a Associação Psiquiátrica Americana deixou de classificar o “homossexualismo” como doença, desvio ou perversão.

Em 2013, Alan Turing recebeu o perdão da Rainha Elizabeth II por sua condenação. Infelizmente, tarde demais para ele e para a Ciência.

ATIVIDADES

REGISTRE EM SEU CADERNO

Com seus colegas e o professor, exponha suas ideias sobre os seguintes temas:

1. Como as questões morais da época prejudicaram o trabalho de Alan Turing?
2. A cultura e os valores morais de uma sociedade influenciam a Ciência? E a Ciência, pode

influenciar os valores de uma sociedade? Elabore um argumento científico que justifique sua resposta e discuta com os colegas. É importante que o argumento apresente “Dado”, “Conclusão”, “Qualificador”, “Apoio”, “Garantia” e “Refutador”.

Sugestão de recurso complementar

Filme

O JOGO da imitação. Direção: Morten Tyldum. Estados Unidos: Black Bear Pictures; Bristol Automotive, 2015. (115 min).

O filme apresenta o trabalho de Alan Turing na Segunda Guerra Mundial e sua contribuição para a informática. Também mostra os conflitos pessoais enfrentados por Turing.

Ondas eletromagnéticas

No Tema anterior, vimos que o som é uma onda mecânica. Agora, estudaremos o **espectro** das ondas eletromagnéticas. Diferentemente das ondas mecânicas, as ondas eletromagnéticas não necessitam de um meio para se propagar. A velocidade dessas radiações é de aproximadamente 300 000 km/s no vácuo.

As ondas (ou radiações) eletromagnéticas possuem diferentes comprimentos de onda. O conjunto ordenado desses comprimentos de onda (ou de suas respectivas frequências), denominado **espectro eletromagnético**, abrange as ondas de rádio, as micro-ondas, os raios infravermelhos, ultravioleta, raios X e gama. O Sol, por exemplo, emite todos esses tipos de radiação, que, em grande parte, são bloqueados pela atmosfera.

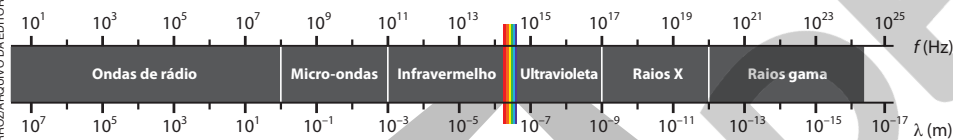
O olho humano é sensibilizado por ondas eletromagnéticas cujas frequências ficam entre $4,3 \cdot 10^{14}$ Hz e $7,5 \cdot 10^{14}$ Hz. As ondas dentro desse intervalo de frequência, chamadas de **luz visível**, estão representadas na figura a seguir, por meio da escala de cores: vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, anil e violeta.

As ondas eletromagnéticas fazem parte do cotidiano, tanto como luz visível quanto em outras aplicações.

Glossário

Espectro: na Física, corresponde ao intervalo de todas as frequências das radiações de natureza eletromagnética.

Espectro eletromagnético



Todas as ondas eletromagnéticas têm a mesma natureza. Elas se distinguem principalmente pelos comprimentos de onda (ou frequências) e pela quantidade de energia que transportam.

Fonte: TIPLER, P. A.; MOSCA, G. P. *Physics for scientists and engineers: with modern physics*. 6. ed. New York: W. H. Freeman and Company, 2008.

Orientações didáticas

- Comente com os estudantes que, devido ao fato de as ondas eletromagnéticas se propagarem no vácuo, é possível, por exemplo, estabelecer a comunicação entre a Terra e os tripulantes de uma espaçonave por meio das ondas de rádio.
- Utilize a imagem “Espectro eletromagnético” para explicar que todas as ondas eletromagnéticas possuem a mesma natureza, distinguindo-se pelo comprimento de onda e pela quantidade de energia transportada. Destaque a faixa de luz visível, mostrando as cores apresentadas. Explique que cada uma das cores apresenta um intervalo de comprimento de onda diferente.
- Esclareça o que significam os termos infravermelho e ultravioleta. É importante que os estudantes compreendam que o infravermelho tem energia menor que as luzes na faixa visível do espectro, enquanto que a radiação ultravioleta é mais energética. Por essa razão, a exposição aos raios ultravioleta é nociva.
- Caso julgue interessante, comente que, apesar de não vermos a radiação infravermelha, podemos senti-la na forma de calor. Mostre aos estudantes imagens feitas por câmeras que captam a radiação infravermelha e a tornam visível ao olho humano. Comente também que alguns animais, como alguns insetos, enxergam em um espectro diferente do ser humano. As abelhas, por exemplo, enxergam o ultravioleta.

Orientações didáticas

- Peça aos estudantes que leiam individualmente a seção **Saiba mais!**. Ao explicar cada tipo de radiação, use a ilustração “Espectro eletromagnético” apresentada anteriormente para facilitar a comparação entre as frequências e os comprimentos de onda. Esta seção propicia o desenvolvimento da habilidade **EF09CI06** da BNCC.
- Ao tratar das ondas de rádio, enfatize que elas são utilizadas na transmissão de imagens e sons e, portanto, nas comunicações via televisão e rádio. Para trabalhar a habilidade **EF09CI05** da BNCC, sugerimos pedir uma pesquisa aos estudantes a respeito dos principais mecanismos envolvidos na transmissão e recepção de imagem e som e como eles revolucionaram a comunicação humana. Peça a eles que apresentem os resultados na sala de aula, promovendo uma das metodologias ativas, a sala de aula invertida.
- Para complementar o estudo sobre as ondas eletromagnéticas e propor a investigação sobre as condições que interferem nesses tipos de onda, considere a realização da **Oficina 5 – As ondas de rádio**.
- Apresente aos estudantes algumas aplicações médicas das ondas para diagnósticos. Explique que a maior vantagem desses métodos é permitir a visualização dos órgãos internos do corpo humano sem nenhum procedimento invasivo.

Saiba mais!

Ondas eletromagnéticas

Ondas de rádio: São as de menor frequência dentro do espectro eletromagnético. Parte desse espectro é utilizado para comunicações em geral (via rádio e celulares). [...] Ondas de rádio têm frequência de até 300 MHz (megahertz).

Micro-ondas: É um subconjunto das ondas de rádio. Têm frequências compreendidas no intervalo entre 300 MHz e 300 GHz. As micro-ondas têm três características importantes que definem a sua utilidade na fabricação de fornos de micro-ondas [...]. São utilizadas em radares da polícia rodoviária e em comunicações.

Radiação infravermelha: São as ondas com frequências próximas do espectro visível. Possui frequências abaixo da luz visível de tom avermelhado. O comprimento de onda estaria no domínio entre 700 nm e 1 mm. Existem muitas aplicações para a radiação infravermelha. Mais recentemente ela tem sido utilizada em equipamentos para visão noturna, quando não há luz suficiente. [...] Radiação infravermelha é também utilizada em redes sem fio e aquecimento de objetos (como retirar gelo das asas de um avião antes da decolagem).

Radiação ultravioleta: Também são ondas com frequências próximas do espectro visível, mas na outra extremidade do espectro em relação ao vermelho. A frequência dessa radiação está acima daquela associada à luz visível de tom violeta. [...] [A] exposição excessiva à radiação UV pode acarretar consequências desastrosas do ponto de vista da saúde humana. [...] Lâmpadas ultravioletas podem ser utilizadas para esterilizar ferramentas em hospitais e laboratórios. A radiação UV pode ser útil no processo de pasteurização de sucos de fruta.

Raios X: [...] O comprimento de onda dessa radiação está dentro do domínio de valores entre 10 e 0,01 nm. Os raios X são empregados na área médica (diagnósticos), na área científica (cristalografia) e na construção civil.

Raios γ : São as ondas de maior frequência do espectro eletromagnético. [...] Representam altíssimo risco para a saúde.

Fonte: ONDAS Eletromagnéticas. USP, e-disciplinas. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/687261/mod_resource/content/1/Ondas%20Eletromagn%C3%A9ticas.pdf. Acesso em: 25 jul. 2022.

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 5.610 de 19 de fevereiro de 1968.

Aplicações médicas das radiações

Houve um tempo em que a única maneira de visualizar uma estrutura interna do corpo era por meio de uma cirurgia. Hoje, os médicos podem obter imagens do interior do corpo de seus pacientes para diagnosticar uma doença e, assim, indicar a melhor forma de curá-la ou de tratá-la.

A Medicina moderna dispõe de recursos que permitem, por meio de imagens, examinar com detalhes diversos constituintes do corpo humano: ossos, cérebro, sistema vascular, entre outros. Esses recursos utilizam ondas sonoras e eletromagnéticas de diferentes frequências.

Os médicos recorrem às ondas sonoras e eletromagnéticas não só para diagnosticar doenças, mas também para tratá-las. Faixas com menor comprimento de onda, como o ultravioleta e os raios X, podem ser usadas para matar células doentes. Faixas com maior comprimento de onda, como as ondas de rádio e a luz visível, que são menos agressivas, podem atuar indiretamente, ativando medicamentos em áreas específicas com o intuito de evitar efeitos colaterais indesejados.

168

Sugestão de recurso complementar

Site

Radiações não ionizantes. Instituto Nacional do Câncer (INCA). Ministério da Saúde.

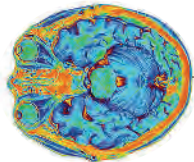
O texto traz informações a respeito de radiações como a luz visível, infravermelho, micro-ondas e outros tipos. Disponível em: <https://www.gov.br/inca/pt-br/assuntos/causas-e-prevencao-do-cancer/exposicao-no-trabalho-e-no-ambiente/radiacoes/radiacoes-nao-ionizantes>. Acesso em: 20 ago. 2022.

Alguns métodos que usam ondas para diagnósticos

RMN

Na ressonância magnética nuclear (RMN), campos magnéticos intensos e ondas de rádio interagem com átomos de hidrogênio. Em cada tecido do organismo, as diferentes quantidades de hidrogênio tornam possível gerar imagens detalhadas do interior dos órgãos.

Imagem de RMN de cabeça de ser humano.



Ultrassonografia

Um som de alta frequência (ultrassom) é enviado através do corpo e parcialmente refletido pelas estruturas. Ao ser detectado de volta, o aparelho transforma o som em um sinal elétrico, que permite formar a imagem no monitor.



Imagem de ultrassonografia gestacional de ser humano.

(Imagens sem escala, cores-fantasia.)

Tomografia

Na tomografia, diferentes detectores sensíveis a raios gama, raios X e feixes de elétrons podem ser usados para formar uma imagem tridimensional do interior do corpo.

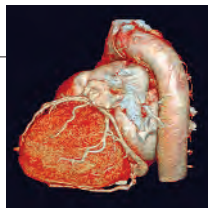


Imagem de tomografia de coração de ser humano.



Imagem de radiografia de pé de ser humano com implantes.

Radiografia

Os músculos, a pele e os tecidos moles são mais facilmente atravessados pelos raios X do que os ossos. Quando esses raios atravessam nosso corpo e atingem o filme fotográfico, os ossos absorvem essas radiações e formam "sombas" no filme, originando a radiografia.

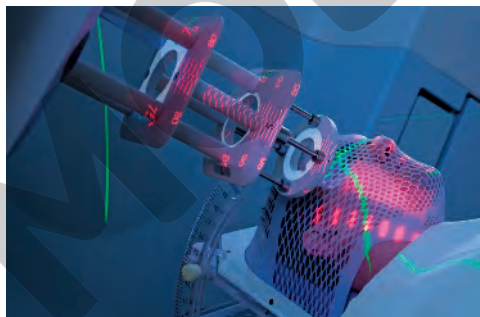
Entre as aplicações de radiações em tratamentos podemos citar a radioterapia, a terapia fotodinâmica, a fototerapia ultravioleta e as cirurgias a *laser*.

Radioterapia

A radioterapia é um método que, empregando um feixe de **radiação ionizante**, é capaz de destruir células tumorais. Uma dose de radiação é aplicada, por certo tempo, na região do corpo que apresenta o tumor. O objetivo é matar as células malignas, tentando causar o menor dano possível às células saudáveis ao seu redor.

Glossário

Radiação ionizante: é a radiação que possui energia suficiente para ionizar átomos e moléculas, ou seja, é capaz de arrancar um elétron de um átomo ou molécula.



Aparelho sendo usado em radioterapia.

Orientações didáticas

- Descreva cada técnica usando as imagens da ilustração "Alguns métodos que usam ondas para diagnósticos". A compreensão de que conhecimentos de Ciências da Natureza são empregados para criar soluções tecnológicas favorece o desenvolvimento da **competência específica 3** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental prevista pela BNCC.
- Proponha aos estudantes que pesquisem as radiações eletromagnéticas utilizadas nos exames descritos na ilustração "Alguns métodos que usam ondas para diagnósticos". Eles devem trazer informações sobre sua frequência, fontes e outras aplicações. Dessa forma, serão capazes de discutir e avaliar as aplicações desses procedimentos, relacionando o avanço tecnológico aos avanços da Ciência na área médica.
- Comente que a radioterapia é indicada no tratamento de alguns tumores e, de forma geral, provoca menos efeitos colaterais que a quimioterapia. Informe que a radioterapia surgiu no início dos anos 1900, principalmente graças ao trabalho da cientista vencedora do Prêmio Nobel Marie Curie (1867-1934), que descobriu os elementos radioativos polônio e rádio em 1898. Seus estudos levaram ao desenvolvimento de uma nova era no tratamento médico e na pesquisa.
- O trabalho com esse assunto possibilita o desenvolvimento das habilidades **EF09CI06** e **EF09CI07** da BNCC e dos TCTs – **Ciência e Tecnologia** e **Saúde**.

Orientações didáticas

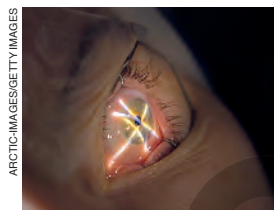
- Explique aos estudantes que a terapia fotodinâmica representa um avanço em relação à quimioterapia e à radioterapia por diminuir os efeitos colaterais da sua utilização. No entanto, ela não é eficaz para o tratamento de todos os tipos de tumor; atualmente é utilizada sobretudo em melanomas (câncer de pele).
- A fototerapia ultravioleta é aplicada logo após o nascimento do bebê nos casos de sintomas persistentes de icterícia, na qual a pele apresenta-se amarelada em razão do acúmulo anormal de pigmentos biliares. Quando esse problema se manifesta de forma leve, os médicos podem indicar banhos de sol para o recém-nascido nos primeiros dias de vida e manutenção da amamentação em livre demanda. Apenas uma avaliação especializada pode definir se o bebê deve ou não fazer a fototerapia.
- O maior benefício das cirurgias a *laser* é a precisão com que se pode atingir as áreas a serem operadas. Isso permite uma recuperação mais rápida para o paciente.



Sessão de terapia fotodinâmica com a aplicação de *laser*.



Bebê em uma incubadora durante sessão de fototerapia ultravioleta.



Cirurgia ocular a *laser*.

Terapia fotodinâmica

A quimioterapia e a radioterapia podem causar efeitos colaterais desagradáveis. Quando possível, os médicos recomendam a terapia fotodinâmica, ou seja, a utilização de medicamentos que funcionam somente quando iluminados, por exemplo, por um *laser* que emite radiação infravermelha. Assim, incidindo apenas na área afetada, os tecidos saudáveis não sofrem a ação dos tratamentos, provocando menos efeitos colaterais em comparação com a quimioterapia e a radioterapia.

A terapia fotodinâmica também tem sido utilizada em tratamentos de **patologias** da pele e da visão.

Fototerapia ultravioleta

Muitos recém-nascidos, principalmente os bebês prematuros, desenvolvem icterícia, isto é, o amarelecimento dos olhos e da pele causado pela alta concentração no sangue de uma substância encontrada na bile, que pode ser tóxica ao organismo. Quando não tratada devidamente, essa condição pode provocar danos irreversíveis ao sistema nervoso.

Para os casos mais graves, o tratamento mais usado é a fototerapia ultravioleta. A radiação ultravioleta degrada a substância que causa a doença, possibilitando que o organismo a elimine.

Cirurgias a *laser*

O *laser* é uma fonte de radiação eletromagnética que pode emitir frequências nas regiões infravermelha, visível e ultravioleta. Os *lasers* são utilizados como bisturis, cauterizadores e cicatrizantes.

Entre as cirurgias que podem ser feitas com *laser* estão as oculares, as gastrointestinais, as odontológicas, as dermatológicas, as de remoção de tumores e as cirurgias plásticas. A maior vantagem de utilizar o *laser* é a precisão na sua aplicação. Apenas áreas muito específicas são atingidas pela radiação eletromagnética que ele produz.

Ondas eletromagnéticas nas comunicações

A comunicação a longa distância tem grande importância para diversas atividades humanas. No início do século XIX, o telégrafo era o meio de comunicação mais avançado, possibilitando o envio de mensagens codificadas por meio de impulsos elétricos. Apesar de cumprir a função de comunicação entre pontos distantes, tinha a desvantagem de manter uma conexão física, por meio de fios elétricos, entre os locais de emissão e de recepção das mensagens. Qualquer problema nos fios, causava a interrupção da comunicação.

Glossário

Patologias: na Medicina, são quaisquer alterações fisiológicas ou anatômicas que podem configurar alguma doença.

Sugestões de recursos complementares

Sites

Radioterapia. Instituto Nacional do Câncer (INCA). Ministério da Saúde.

A página traz informações sobre as características, aplicações, indicações e efeitos adversos da radioterapia. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/tratamento/radioterapia>.

Efeitos biológicos da radiação Eletromagnética. PUC-Rio.

O texto apresenta possíveis efeitos da interação da radiação eletromagnética com o corpo humano.

Disponível em: https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/8044/8044_4.PDF.

Acessos em: 20 ago. 2022.

Com o desenvolvimento da tecnologia de emissão e recepção de ondas eletromagnéticas, a comunicação passou a ser mais rápida e mais eficiente, uma vez que essas ondas podem se propagar sem a necessidade de um meio material.

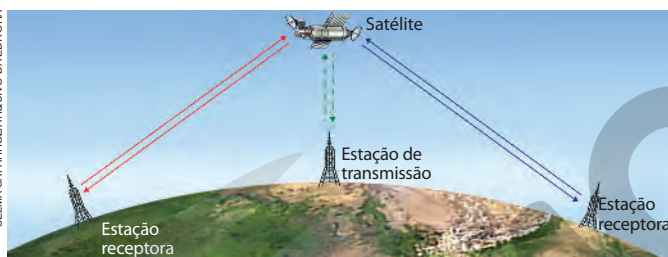
O rádio e as ondas eletromagnéticas

O rádio é um exemplo de como ocorre a transmissão por ondas eletromagnéticas cujo comprimento de onda varia de aproximadamente $3 \cdot 10^8$ nm até $3 \cdot 10^{17}$ nm e permitem estabelecer a comunicação, inclusive com aparelhos localizados fora da órbita terrestre. As ondas de rádio são utilizadas para transmitir sinais de televisão, rádio, celular, internet, GPS e satélites de comunicação.

Para chegar mais longe

Para realizar transmissões a longas distâncias, sem que as ondas de rádio sofram interferências que prejudiquem a qualidade da informação que está sendo transmitida, faz-se uso de estações repetidoras, em geral instaladas em locais elevados ou em satélites artificiais que orbitam a Terra. O satélite artificial de comunicação é um elemento repetidor do sinal enviado de um ponto emissor muito distante do receptor. As transmissões de TV feitas entre diferentes países ou continentes utilizam esse recurso, fazendo a repetição dos sinais emitidos na origem e fazendo com que eles cheguem sem problemas aos receptores.

Transmissão via satélite

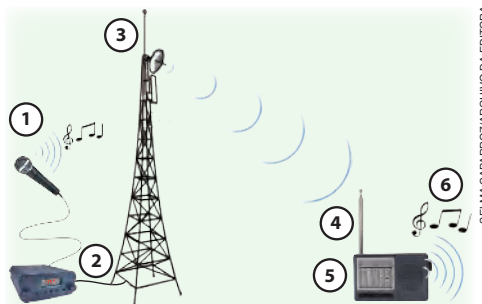


Representação de transmissão via satélite. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

De olho no tema

1. Qual faixa de radiação possui maior frequência: a de infravermelho ou a de micro-ondas?
2. Cite duas atividades do seu dia a dia em que são utilizados equipamentos emissores e/ou receptores de ondas eletromagnéticas.

Como é feita a transmissão por uma estação de rádio



- 1 O microfone cria uma corrente elétrica que é um sinal analógico do som original.
- 2 O transmissor combina o sinal analógico amplificado e o converte em ondas de rádio com certa frequência.
- 3 A antena de rádio transmite as ondas moduladas pela atmosfera.
- 4 A antena do aparelho receptor é ajustada para receber as ondas moduladas na frequência escolhida.
- 5 O aparelho receptor filtra as ondas de rádio da informação transmitida no sinal analógico.
- 6 O aparelho converte o sinal analógico em corrente elétrica, que o alto-falante transforma em som.

Representação da transmissão por ondas de rádio. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Orientações didáticas

- Inicie uma discussão solicitando aos estudantes que se imaginem em uma época sem internet, celular e TV. Proponha uma situação em que eles precisem comunicar a ocorrência de um evento importante, como um terremoto que provocará *tsunamis* em diversos locais. Peça a eles que proponham soluções para que essa comunicação ocorra em tempo hábil.

- Discuta com os estudantes a importância das ondas eletromagnéticas nas comunicações, tomando a situação hipotética dada anteriormente como exemplo. Explique o funcionamento dos emissores e receptores de ondas eletromagnéticas comentando, inclusive, situações frequentes no cotidiano, como a interferência e a ausência de sinal de celular ou TV em alguns locais. Essa discussão possibilita o desenvolvimento das habilidades **EF09CI05** e **EF09CI06** da BNCC e do TCT – **Ciência e Tecnologia**.

Respostas – De olho no tema

1. A radiação de infravermelho possui maior frequência e menor comprimento de onda que a de micro-ondas. Caso os estudantes apresentem dificuldade para alcançar a resposta, sugira que analisem a ilustração "Espectro eletromagnético" no início deste Tema.

2. Resposta pessoal. Podem ser citados rádio, TV, internet, celular etc.

Orientações didáticas

- Comente com os estudantes que o funcionamento dos aparelhos mostrados na imagem emitem e/ou recebem ondas eletromagnéticas. Reforce o fato de que a transmissão de sons, imagens e dados na internet ocorre por meio das ondas eletromagnéticas.
- Para trabalhar com o infográfico, pergunte se eles se reconhecem na imagem. Pergunte quanto tempo, em média, eles passam por dia em frente a telas (TV, computador, celular).
- Comente com os estudantes a respeito dos riscos de se expor na internet. Recomende que evitem falar com pessoas desconhecidas e, caso isso ocorra, comuniquem os responsáveis.
- Além do cuidado ao se expor nas redes sociais, chame a atenção dos estudantes para o fato de que a luz emitida pelas telas dos computadores e dos celulares pode ser prejudicial à saúde dos olhos e causar alterações do sono. Assim, é preciso controlar o tempo de exposição, evitando problemas futuros. Se julgar oportuno, proponha a leitura e o debate sobre as informações apresentadas no texto proposto em **Sugestão de recurso complementar**.
- A discussão do assunto tratado nesse infográfico propicia o desenvolvimento das **competências gerais 5 e 8** da Educação Básica, previstas pela BNCC, e trabalha com os TCTs – **Saúde** e **Vida Familiar e Social**.



O QUE FAZEMOS NA INTERNET?

A internet é um dos principais meios de comunicação da atualidade. O Cetic* publicou uma pesquisa sobre a utilização da internet por crianças e adolescentes de 9 a 17 anos de todo o país para verificar o que eles fazem quando estão *on-line*. O resultado da pesquisa, realizada em 2019, mostrou diversos aspectos relacionados ao uso desse meio de comunicação.



GLAUCIA ALVES FERREIRA/ARQUIVO DA EDITORA

*Centro de Estudos sobre Tecnologias da Informação e da Comunicação

172

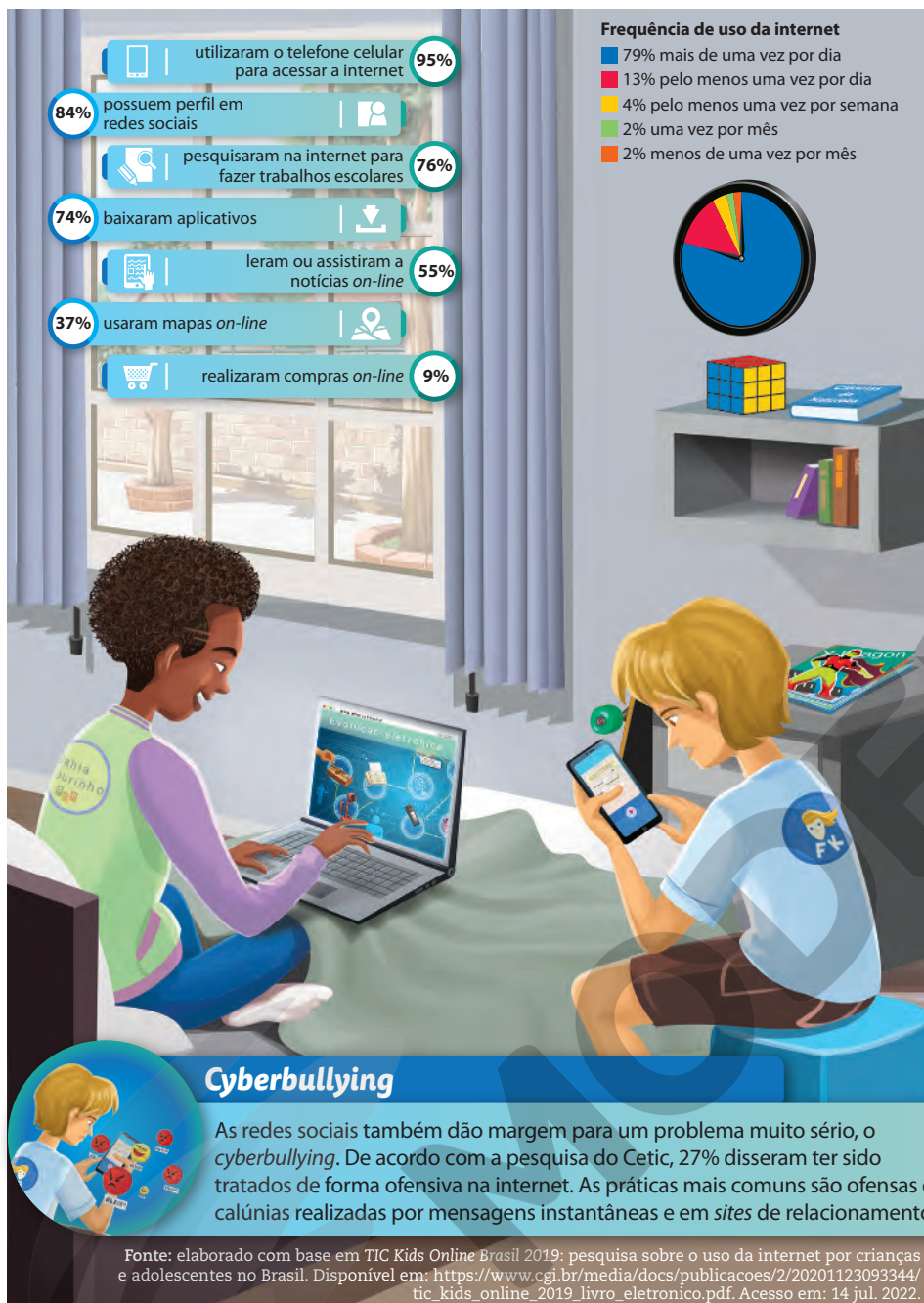
Sugestão de recurso complementar

Artigo

ABEL, J. Luzes de celular e de computador podem causar danos irreversíveis à visão. *O Estado de S. Paulo*, São Paulo, 30 jun. 2017.

O texto fala dos danos que as luzes do celular e de computadores podem causar à visão.

Disponível em: <https://emails.estadao.com.br/noticias/bem-estar,luzes-de-celular-e-de-computador-podem-causar-danos-irreversiveis-a-visao,70001872327>. Acesso em: 9 ago. 2022.



GLAUCIA ALVES FERREIRA/ARQUIVO DA EDITORA

Orientações didáticas

• Oriente as discussões utilizando para isso questões como: "Em sua opinião, quais dados compartilhados pelos jovens na internet os tornam mais sujeitos a *bullying*, *cyberbullying* ou outras ações na vida pessoal?"; "Que cuidados você tem ao usar a internet?"; "Vocês acham que na internet as pessoas dizem coisas que não diriam pessoalmente?"; "O que poderia favorecer essa atitude?"; "Como isso pode prejudicar outras pessoas?". Essa discussão contribui para o desenvolvimento das **competências gerais 8 e 9** da Educação Básica previstas pela BNCC e do TCT – **Educação em Direitos Humanos**.

• Caso julgue interessante, após as discussões, peça aos estudantes que façam uma pesquisa a respeito da seguinte questão: apesar de a internet ter revolucionado os meios de comunicação humana, ela também cria problemas e riscos gerados para quem a utiliza. Peça aos estudantes que pesquisem também formas de proteção contra os males gerados por essa tecnologia. Oriente a elaboração de um material com dicas para navegar com segurança pela internet e proponha que seja compartilhado com toda a comunidade escolar. Dessa forma, as propostas advindas da leitura do infográfico favorecem o trabalho com as **competências gerais 5, 8 e 10** da Educação Básica e com as **competências específicas 3, 6, 7 e 8** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, previstas pela BNCC.

Orientações didáticas

- Ao desenvolver este Tema, é importante ficar claro que a luz visível é uma pequena porção do espectro de radiações.
- Explique aos estudantes que a cor é um fenômeno psicobiofísico, isto é, além de depender da interação da luz com a matéria (física), depende também do aparelho visual de cada indivíduo (biológica) e da interpretação do cérebro (psicológica).
- Caso seja possível, leve um prisma para a sala de aula e faça a demonstração da decomposição da luz branca. Caso não seja possível, utilize a imagem do prisma para mostrar como a luz solar pode ser decomposta em diversas cores.
- Comente com os estudantes que o arco-íris se forma porque a luz do Sol atravessa gotículas de água em suspensão, que atuam como pequenos prismas e mudam a direção de propagação das ondas. Isso faz com que cada frequência tenha um ângulo de refração diferente, e assim decomponha a luz incidente.
- Quanto às células sensíveis dos olhos humanos, esclareça que, como temos três tipos de cones, cada um deles sensível a uma cor (vermelha, verde e azul), a percepção das outras cores deriva da composição dessas três cores primárias. Na **Sugestão de recurso complementar** há o experimento *Sabre de luz*, em que os estudantes poderão verificar como a mistura das três cores primárias produz luz branca. Após a apresentação do vídeo ou a realização do experimento, peça aos estudantes que reflitam como, utilizando os mesmos materiais, poderiam verificar a formação de outras cores a partir das cores primárias. Esse encaminhamento, em conjunto à exploração da imagem “Luz refletida pelos objetos” e a realização da atividade da seção **Vamos fazer**, mais adiante nesse Tema, permite trabalhar a habilidade **EF09CI04** da BNCC.
- Ao trabalhar as cores primárias da luz, saliente a diferença entre elas e as cores primárias dos pigmentos, que são vermelha, amarela e azul. Quando misturadas, as cores primárias de pigmentos produzem outras cores. A cor verde, por exemplo, é resultado da mistura entre os pigmentos amarelo e azul.



A radiação visível corresponde a uma estreita faixa do espectro eletromagnético.

A luz

A onda que conseguimos enxergar

Sabe-se que o espectro eletromagnético é constituído de diferentes tipos de onda, com comprimento de onda e frequência específicos. A faixa de frequências que conseguimos enxergar é chamada de luz visível.

As ondas que possuem maior comprimento de onda são as vermelhas, enquanto as que apresentam menor comprimento são as violetas.

Durante o dia claro, podemos enxergar o ambiente à nossa volta em razão da luz solar, que é refletida pelos objetos e atinge nossos olhos. À noite, precisamos de outra fonte de luz, como uma lâmpada.

O Sol emite luz com diversos comprimentos de onda que não são percebidos separadamente pelo olho humano. Mas é possível demonstrar que a luz solar contém todas as cores. Quando a luz do Sol incide sobre um prisma, é decomposta em diversas cores, cada uma correspondente a um intervalo de comprimentos de onda.

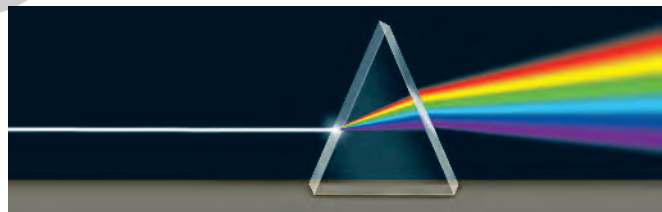
Dentro dessa faixa do espectro eletromagnético, cada comprimento de onda é interpretado pelo nosso sistema visual como uma cor diferente. A nossa retina contém células específicas, chamadas **cones** e **bastonetes**, que são sensíveis à luz visível. Os bastonetes nos permitem distinguir a intensidade da luz. Existem três tipos de cone, sendo cada um mais sensível aos comprimentos de onda 700 nm, 550 nm e 450 nm, que correspondem, respectivamente, às cores **vermelha**, **verde** e **azul**. Essas são as chamadas cores primárias da luz. Quando essa radiação chega aos nossos olhos, ela tem um comprimento de onda diferente daqueles das cores primárias e é interpretada como uma mistura dessas cores.

Por exemplo: se o comprimento de onda da luz que atinge os olhos está entre os comprimentos de onda do vermelho e do verde, serão excitadas tanto as células mais sensíveis ao vermelho quanto as mais sensíveis ao verde e, assim, enxergaremos a cor amarela. Todas as outras cores podem ser obtidas pela composição de cores primárias. A luz branca é obtida pela composição das três cores primárias.

Decomposição da luz branca em um prisma

Ao atingir um prisma, a luz solar pode ser decomposta em diversas cores, que seguem por direções ligeiramente diferentes ao atravessá-lo.

Fonte consultada: TIPLER, P. A.; MOSCA, G. *Physics for scientists and engineers: with modern physics*. 6. ed. New York: W. H. Freeman and Company, 2008.



PAULO MANZIARQUIVO DA EDITORA

174

Sugestão de recurso complementar

Vídeo

Sabre de luz. [S. l.: s. n.], 2009. 1 vídeo (2min49s). Publicado pelo canal Pontociência.

O vídeo mostra um experimento em que se pode verificar a formação de luz branca a partir da mistura das três cores primárias.

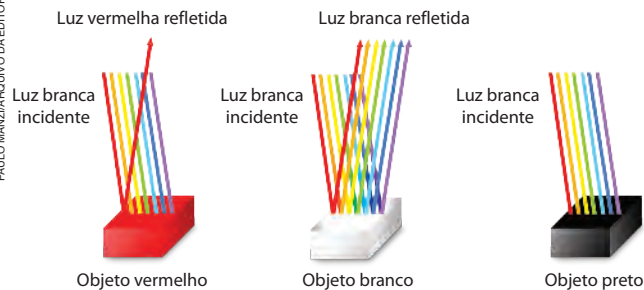
Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=twl6tvDVSzA>. Acesso em: 20 ago. 2022.

As cores dos objetos

Os objetos refletem e/ou absorvem parte da luz que os atinge. Os comprimentos de onda que serão refletidos e absorvidos variam de acordo com o material que constitui o objeto, definindo sua cor.

Por exemplo, quando a casca de uma melancia é iluminada pela luz solar, isto é, pela luz branca, enxergamos tons de verde, porque ela reflete as ondas cujo comprimento de onda corresponde ao da cor verde, enquanto os outros comprimentos de onda associados às outras cores são absorvidos. Como somente alguns comprimentos de onda são refletidos, esse fenômeno recebe o nome de **reflexão seletiva**.

Luz refletida pelos objetos



Fonte consultada: HENRIQUE, F. R. et al. Luz à primeira vista: um programa de atividades para o ensino de óptica a partir de cores. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 41, n. 3, p. e20180223, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/rbef/a/85wbtXMysKfhnMvgJZ8RCgg/?lang=pt>. Acesso em: 26 jul. 2022.

Entrando na rede

No endereço https://phet.colorado.edu/sims/html/color-vision/latest/color-vision_pt_BR.html, você pode simular as cores que enxergamos misturando a luz de lanternas. Acesso em: 25 jul. 2018.

De olho no tema

A cor que enxergamos de determinado objeto depende da luz absorvida ou da luz refletida por ele?

Representação da incidência e da reflexão da luz nos objetos de diferentes cores. Um objeto vermelho reflete a luz com a frequência do vermelho e absorve as outras cores da luz branca. Enxergaremos um objeto como branco se ele refletir todas as cores e o enxergaremos como preto se ele absorver todas as cores.

Vamos fazer

REGISTRE EM SEU CADERNO

Qual será a cor?

Misturando-se as cores, o que nosso olho captaria? Nesta atividade, vamos investigar o que acontece misturando sete cores diferentes.

Material

- Cartolina
- Régua
- Compasso
- Canetas hidrográficas
- 1 palito de churrasco
- Fita adesiva, se necessário

Procedimento

1. Utilizando o compasso e a régua, construa um círculo com 20 cm de diâmetro sobre a cartolina.
2. Divida esse círculo em sete partes iguais e pinte cada uma delas de uma cor: vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, anil e violeta.

3. Encaixe um palito de churrasco no meio do círculo. Se necessário, passe um pouco de fita adesiva nas pontas para que ele não deslize quando você rotacioná-lo.

ATENÇÃO

Cuidado ao manusear o palito.

Analisar

1. Ao rotacionar o disco, o que acontece?
2. Explique o resultado que você obteve.
3. Quais são os fatores que influenciam no resultado obtido?
4. Que modificações podem ser feitas para se obter um resultado mais preciso nesta atividade?

Orientações didáticas

• Se possível, acesse o simulador indicado no quadro **Entrando na rede**, por meio do qual se determina a cor percebida pelo sistema visual humano a partir da composição de feixes de luz de diferentes frequências e filtros de luz.

• Na seção **Vamos fazer**, espera-se que os estudantes consigam perceber que os olhos enxergarão a junção de todas as cores e não cada uma individualmente. Devido à baixa rotação produzida pelas nossas mãos, o disco ficará mais próximo do cinza do que do branco. Uma maneira de melhorar a rotação desse disco é acoplá-lo a um objeto rotacional rápido, como um ventilador.

• Instrua os estudantes a medir o espaço com precisão e a dividir o disco em sete partes exatamente iguais, para que as cores tenham o mesmo tamanho de área pintada. A precisão nessa etapa influenciará o resultado obtido na atividade.

• Ao observar e compreender a percepção da cor cinza/branca a partir da mistura de cores são mobilizadas a **competência específica 3** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental e a **competência geral 2** da Educação Básica, previstas pela BNCC.

Resposta – De olho no tema

A cor dos objetos depende da cor que é refletida por eles.

Respostas – Vamos fazer

1. Não é possível distinguir as cores no disco. O disco colorido é percebido na cor cinza/branca.
2. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes percebam que a cor cinza/branca é obtida pela mistura de cores dada pela rotação do disco.
3. Os estudantes devem indicar que a cor visualizada ao girar o disco depende da velocidade de rotação, da largura das faixas coloridas e da pureza das cores utilizadas para colorir cada uma delas.
4. Girar o disco mais rapidamente faria com que a cor branca fosse vista com mais facilidade.

Respostas – Atividades

1. Ondas de rádio, micro-ondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta e raios X.

2. a) Correta. b) Correta. c) Errada. A luz verde e a luz amarela são ondas eletromagnéticas com diferentes comprimentos de onda, ambas localizadas na faixa de luz visível do espectro eletromagnético.

3. A camiseta preta absorve toda a radiação da faixa visível incidente sobre ela, resultando em um aumento da temperatura. Já a camiseta branca reflete a radiação visível incidente sobre ela.

$$4. v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta s}{v} = \frac{384\,000 \text{ km}}{300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}} \Rightarrow \Delta t = 1,28 \text{ s}$$

5. Resposta pessoal, dependendo do material que cada um analisou.

6. a) Luz amarela: pétalas amarelas, disco central amarelo e folhas pretas. b) Luz vermelha: pétalas vermelhas, disco central preto e folhas pretas. c) Luz azul: pétalas azuis, disco central preto e folhas pretas.

7. É possível diferenciar essas ondas pela sua frequência e pelo seu comprimento de onda. Enquanto as ondas de rádio possuem comprimentos de onda grandes e baixa frequência, as ondas de raios X têm comprimento de onda curto e altas frequências.

8. Essa atividade permite aos estudantes terem uma ideia mais ampla de aplicações médicas dos conhecimentos científicos e ter uma visão mais completa sobre possibilidades e limitações de tratamentos. É importante esclarecer que o panfleto tem apenas indicações e que informações e esclarecimentos devem ser fornecidos por médicos. A proposta possibilita o trabalho com o TCT– Saúde, além do desenvolvimento das **competências gerais 4 e 10** da Educação Básica e das **competências específicas 6 e 8** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, previstas pela BNCC.



Atividades ▶ TEMAS 3 E 4

REGISTRE EM SEU CADERNO

ORGANIZAR

1. Ordene as radiações eletromagnéticas listadas a seguir, de forma crescente, de acordo com a sua frequência.

Luz visível, infravermelho, raios X, ultravioleta, ondas de rádio e micro-ondas.

2. Reescreva as afirmações erradas, corrigindo-as e explicando o erro encontrado.

- Você enxerga um livro impresso porque ele reflete luz.
- As ondas eletromagnéticas se propagam no vácuo e em meios materiais.
- A luz verde e a luz amarela são ondas eletromagnéticas com o mesmo comprimento de onda da luz visível.

ANALISAR

3. Explique por que, em um dia quente, temos maior sensação de calor ao utilizar uma camiseta preta do que uma branca?

4. Calcule quanto tempo as ondas eletromagnéticas enviadas por um astronauta na Lua demoram para chegar à Terra, considerando que a distância até a Lua é de aproximadamente 384 000 km.

5. Procure obter com seus familiares ou amigos imagens de radiografia, tomografia ou ressonância magnética. Analise a imagem, pesquise e escreva um texto abordando os seguintes tópicos:

- qual é a tecnologia utilizada para obter a imagem;
- como a imagem foi obtida;
- facilidade em interpretar a imagem (relatando, por exemplo, se continha algo que você não esperava encontrar na parte do corpo a que ela se refere);

Com base em seu conhecimento do corpo humano, reproduza a imagem em um desenho, tentando identificar as estruturas que você conhece.

6. A margarida mostrada na imagem foi fotografada sob uma fonte de luz branca. Assim, vemos suas pétalas na cor branca, seu disco central na cor amarela e suas folhas na cor verde.

Identifique a cor que essas mesmas partes teriam se fossem iluminadas por uma fonte de luz monocromática

- amarela.
- vermelha.
- azul.

7. Como é possível diferenciar as ondas de rádio das ondas de raios X?

COMPARTILHAR

8. Diversos tratamentos médicos apresentam efeitos colaterais, ou seja, efeitos além dos relacionados à doença. Em muitos casos, esses efeitos podem ser prejudiciais ao paciente.

Escolha, com dois colegas, uma aplicação médica das radiações e façam uma pesquisa, apontando efeitos colaterais, indicações e limitações do tratamento. Elaborem um pequeno panfleto explicativo. Disponibilizem os panfletos elaborados à comunidade escolar, após avaliação do professor.



SUNNY STUDIO/SHUTTERSTOCK

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



A cor dos objetos

Os objetos que enxergamos possuem cores características, pois são iluminados pela luz visível e refletem determinado comprimento de onda.

Nesta atividade, você e mais três colegas vão investigar o que acontece com diferentes objetos ao serem iluminados por fontes de luz de diferentes cores.

Material

- Três folhas de papel sulfite: uma branca, uma vermelha e uma azul
- Três carteiras escolares
- Fita adesiva
- Três lanternas
- Três folhas de papel celofane: uma verde, uma vermelha e uma azul
- Cortinas ou panos na cor preta para deixar a sala escura

Procedimento

1. Em uma sala bem escura, disponham as carteiras lado a lado.
2. Fixem cada uma das folhas de papel sulfite sobre as carteiras utilizando a fita adesiva.
3. Recortem o papel celofane de modo a criar um filtro que se encaixe na abertura da lanterna. Cada uma das lanternas deve ter um filtro de cor diferente (verde, vermelho, azul). Um integrante do grupo será responsável pelas anotações e os demais devem ficar cada um com uma lanterna.

Discutir e analisar

1. Inicialmente, discuta com seus colegas sobre o que ocorrerá quando a luz das lanternas atingir as folhas de papel escolhidas pelo grupo. Quantas possibilidades de luz podem ser escolhidas para iluminar cada uma das folhas?
2. Com base no que foi discutido no item anterior, iluminem as folhas de papel sulfite. Anotem em uma tabela cada uma das combinações propostas pelo grupo.
3. Com base nos dados coletados, comparem suas observações com o que o grupo estipulou no item 1. As observações foram compatíveis com as previsões do grupo? Caso alguma não tenha sido, proponham uma explicação para o fato.



DANIEL ZEPPO/ARQUIVO DA EDITORA

Representação da montagem do experimento. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Orientações didáticas

• Nesta seção é possível reforçar os conceitos sobre os fenômenos luminosos e as diferentes cores dos objetos. Em grupo, os estudantes devem realizar o experimento, analisando e anotando todas as situações observadas. A abordagem permite o desenvolvimento da habilidade **EF09CI04**, da **competência geral 2** da Educação Básica e da **competência específica 2** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, previstas pela BNCC.

• Fique atento durante a montagem do experimento, principalmente às cores dos papéis, pois a tonalidade da cor pode variar muito de uma folha para outra.

Respostas – Explore

1. Espera-se que os estudantes percebam que a cor das folhas de papel vai depender da fonte de luz incidente sobre elas. Quando as três lanternas estiverem ligadas, a folha de papel terá a mesma cor que vemos na luz ambiente. As combinações possíveis são: verde, vermelha e azul; verde e vermelha; verde e azul; vermelha e azul; verde; vermelha; azul.

2. Auxilie os estudantes na construção da tabela. Caso não disponha de muito tempo para realizar esta atividade, cada grupo pode escolher apenas uma folha de sulfite e iluminá-la de acordo com as combinações da atividade 1. Outra possibilidade é pedir aos estudantes que iluminem as folhas somente com uma cor de cada vez ou com as três lanternas ao mesmo tempo. A tabela pode ser semelhante a esta:

Luzes	Folha sulfite	Cor
Vermelha Azul	Branca	Magenta

3. É possível que os grupos não tenham levado em conta a mistura de duas fontes diferentes, por exemplo, a incidência da luz verde e da luz vermelha sobre uma folha de papel branca, resultando na cor amarela.

Sugestão de recurso complementar

Site

DELECAVE, B. Cor: luz ou pigmento? Museu da vida.

A página traz um texto que mostra a diferença entre as cores encontradas nos objetos que emitem luz, como monitores, lanternas e televisão, e as cores presentes nas tintas.

Disponível em: <http://www.invivo.fiocruz.br/cienciaetecnologia/cor-luz-ou-pigmento/>. Acesso em: 20 ago. 2022.

Câncer infantil: depois do tratamento, uma nova rotina

[...]

Careca TV

A escola também está na nova rotina de Lorena Reginato, de 13 anos. A adolescente teve um tumor no cérebro e ficou conhecida no Brasil inteiro quando criou um canal no *YouTube* – Careca TV. Curada do câncer, o seu dia a dia agora é preenchido com atividades de reabilitação para amenizar sequelas provocadas pelo tumor.

Lorena foi diagnosticada com câncer em 2015. “Foi um choque. Ela sempre foi muito ativa, esportista e de repente emagreceu 9 quilos”, conta a mãe Fiorella Reginato. [...]

O câncer provocou sequelas na fala e nos movimentos da adolescente. Ela faz natação e terapia ocupacional para recuperar o equilíbrio e o movimento das pernas. Para melhorar a fala, faz sessões com uma fonoaudióloga. “Estou encarando bem porque quero me recuperar. Claro que cansa, mas vamos em frente”, diz.

[...] Em 2017, ela começou a estudar em uma escola nova. Além disso, faz aulas particulares em casa também. “A minha volta para escola foi legal, mas foi meio estranho também”, comenta a adolescente. Segundo a mãe, a filha ainda está se adaptando aos novos colegas, professores e ao espaço. “Ela tem muita força de vontade e se tem algum problema ela supera muito rápido, se vira bem”, ressalta.

[...]

Fonte: INSTITUTO VENCER O CÂNCER. Disponível em: <https://vencerocancer.org.br/noticias-lla/cancer-infantil-depois-do-tratamento-uma-nova-rotina/>. Acesso em: 25 jul. 2022.

TROCAR IDEIAS SOBRE O TEMA

1. O texto retrata a parte da vida de uma criança que teve câncer e se motivou a criar um canal contando seu dia a dia. Qual é a importância do canal da Lorena para outros jovens em tratamento e para a sociedade em geral?
2. Embora a tecnologia disponível para tratamento e cura do câncer seja cada dia mais eficiente, o apoio dos profissionais da saúde, da família e dos amigos é fundamental para o paciente ao longo do tratamento. Que atitudes da família e do corpo médico você considera essenciais nesse processo? Discuta com seus colegas e façam uma lista, explicando o motivo de cada uma delas.
3. Atualmente, muitos tipos de câncer são curáveis. As chances de cura aumentam se o diagnóstico for feito no início da doença. Na opinião da turma, as pessoas com as quais vocês convivem pensam de maneira preventiva em se tratando de problemas de saúde? Que atitudes demonstram isso?

▶ COMO EU ME SAÍ?

- Compreendi a importância das atitudes preventivas nos cuidados com a saúde?

Entrando na rede

No endereço <https://www.youtube.com/channel/UCB10CGoy2ywaODqN3Aefe6Q>, você pode conhecer um pouco do tratamento e da recuperação da Lorena, assistir aos vídeos e conhecer mais da sua rotina. Acesso em: 25 jul. 2022.

Respostas – Atitudes para a vida

1. Espera-se que os estudantes discutam sobre o preconceito que a maioria das pessoas com câncer sofre todos os dias. Além da difícil rotina de ser submetida a tratamentos intensos e desgastantes, é necessário lidar com preconceitos que podem prejudicar a autoestima. O canal de Lorena, além de ajudar na autoestima da própria garota, serve de espelho para milhares de crianças (ou adultos) que sofrem dessa doença. Além disso, é um claro apelo à sociedade no sentido de manter o tema em discussão, chamando a atenção de ONGs e centros de medicina especializados.

2. Muitas vezes, os pacientes que sofrem de câncer precisam ficar internados por longos períodos. Receber visitas para conversar e brincar pode ajudar muito na recuperação. Algumas crianças estudam no hospital, por não poderem ir à escola. Ajudá-las nos estudos também as manterá ativas e com objetivos e motivação para seguir o tratamento, mesmo que este seja difícil e doloroso.

3. Resposta pessoal. Instrua os estudantes a avaliar se as pessoas que vivem com eles vão e se os levam periodicamente a visitas médicas.

Orientações didáticas

- É importante que os estudantes percebam como a Medicina evoluiu entre o século XIX e o XX, e entendam que o desenvolvimento tecnológico está diretamente relacionado a esse fato. Nessa discussão também é parcialmente trabalhada a **competência específica 1** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental prevista pela BNCC.

- Retome o conteúdo da Unidade sobre as aplicações médicas das radiações. Aproveite esta oportunidade para ressaltar que aplicações como os raios X devem ser usadas com parcimônia, pois a exposição frequente a esse tipo de radiação é nociva. Levante a discussão: se a exposição frequente é nociva, como os técnicos de raios X se protegem ao fazer esse exame?

- A leitura do texto, resolução das atividades, discussões e reflexões sobre o tema abordado possibilitam o desenvolvimento das **competências gerais 9 e 10** da Educação Básica prevista pela BNCC e dos TCTs – **Ciência e Tecnologia** e **Saúde**.

- O objetivo da seção **Compreender um texto** é trabalhar com as habilidades relacionadas à compreensão leitora por parte dos estudantes. Garanta que eles compreendam o conteúdo dos textos por meio da interpretação solicitada para a realização das atividades. Avalie as respostas dos estudantes individualmente e, depois, trabalhe com as questões que apresentaram mais dificuldades. Solicite a interpretação do conteúdo dessas atividades, ressaltando e discutindo os pontos que mais causaram dúvidas.

- De forma interdisciplinar com o componente curricular Língua Portuguesa, trabalhe com o gênero textual apresentado nos textos dessa seção (relato descritivo). As questões relativas ao acesso ao sistema de saúde no século XIX podem ser tratadas de forma interdisciplinar com o componente curricular História.

- Caso os estudantes questionem o texto da imagem, explique que àquela época um mesmo profissional chamado barbeiro atuava em diversas atividades na área da saúde e da estética. Na loja de barbeiro mostrada na imagem, como indica a placa, havia um ou mais profissionais que atuavam como barbeiro, cabeleleiro, sangrador, dentista e aplicador de sangresugas, respectivamente.



Compreender um texto

O câncer no Brasil: passado e presente

A Medicina e os tumores malignos no século 19

Durante o século 19, o saber médico sobre o câncer passou por muitas modificações. [...]

Em um período marcado pelo grande desenvolvimento da cirurgia, a partir da descoberta dos anestésicos em meados do século, do desenvolvimento das técnicas de assepsia, a partir de 1860, e de novas técnicas mais invasivas para retirada de tumores, a cirurgia passou a ser a especialidade médica mais próxima do câncer. No final do século 19, a extirpação radical de tumores tornou-se a principal ação da medicina frente à doença.

No entanto, apesar dos avanços, a eficácia dos tratamentos médicos do câncer continuava quase nula. Grande parte das cirurgias não tinha êxito, ou no máximo proporcionava uma curta sobrevida ao doente. No campo dos tratamentos medicamentosos, a situação era a mesma: as diferentes formas preconizadas para a regressão dos tumores não tinham nenhuma eficácia e, muitas vezes, ainda pioravam o estado geral do doente.

[...]

No Brasil do século 19, o problema do câncer também estava longe do monopólio do saber e da prática médica. Na maioria dos casos, os atingidos pela doença passavam ao largo dos poucos serviços médicos existentes, colocando sua sorte nas mãos dos mais variados agentes da medicina popular, à época, responsável por grande parte das tentativas de cura. Os moribundos sem recursos, cancerosos ou atingidos por outros males, eram quase sempre abrigados em enfermarias a eles dedicadas nos diversos hospitais da Santa Casa da Misericórdia que, desde o século 16, começaram a surgir no país. Os mais abastados eram tratados em suas residências, recebendo conforto médico e religioso como cuidados paliativos. Grande parte dos doentes, descrentes das possibilidades da medicina, entregava sua sorte a curandeiros e outros agentes que julgava possuir poderes mágicos de cura.

[...]

JEAN-BAPTISTE DEBRET - MUSEUS CASTRO MAYA, RIO DE JANEIRO



cenas da medicina popular no Rio de Janeiro do século XIX. Jean-Baptiste Debret. *Loja de barbeiro* (1821). Aquarela sobre papel, 18 cm x 24,5 cm. Museu Castro Maya, Rio de Janeiro (RJ).

180

Sugestão de recurso complementar

Artigo

A IMPORTÂNCIA da Física Médica. Comunicação. Instituto de Física da USP, 21 dez. 2015.

O texto trata da história de desenvolvimento interdisciplinar entre Física e Medicina, permitindo avanços no diagnóstico e no tratamento de doenças.

Disponível em: <http://portal.if.usp.br/imprensa/pt-br/node/1117>. Acesso em: 20 ago. 2022.

Câncer e Medicina no início do século 20

Na virada do século 19 para o século 20, ocorre uma transformação em relação à percepção social do câncer na Europa e nos Estados Unidos. Em um contexto de envelhecimento da população, diminuição paulatina da mortalidade por doenças infecciosas, recuo das epidemias e diminuição da fecundidade, o câncer passou a se mostrar mais presente, sendo o aumento da mortalidade a ele atribuída facilmente observado nos inquéritos epidemiológicos. De doença rara e excepcional, passou a ser visto como um problema de grande monta para a medicina europeia e estadunidense, uma ameaça cada vez mais temida e presente. [...]

[...]

No campo dos conhecimentos e práticas médicas também ocorriam mudanças. No final do século 19, os avanços da cirurgia possibilitaram os primeiros sucessos em remoções radicais de tumores, como as histerectomias e mastectomias totais, que passaram a ser procedimentos padrões em casos de câncer de colo do útero e de mama. Nesse mesmo período, a aproximação da Química e da Física à Medicina possibilitou o surgimento de novas tecnologias de tratamento do câncer. Em 1895, o físico alemão Wilhelm Conrad Roentgen desenvolveu o primeiro instrumento capaz de criar imagens do interior do organismo a partir de raios X.

A nova tecnologia logo passou a ser utilizada para diagnóstico de lesões internas. Pouco depois, em 1891, o casal franco-polonês Pierre e Marie Curie, pesquisando a radioatividade

Uma das primeiras imagens de raios X, feitas por Roentgen, revela os diferentes graus de absorção dos raios pela carne, pelos ossos e por um anel de metal (1895).



WORLD HISTORY ARCHIVE/ALAMY/FOURBENA

do urânio, verificou a existência de um novo elemento químico, o rádio.

Em pouco tempo, os raios X e o rádio passaram a ser utilizados pelos médicos no tratamento de tumores, visto a menor resistência das células cancerosas à radiação. Apesar de essas descobertas datarem do final do século 19, somente a partir da segunda década do século 20 passaram a ser utilizadas em um maior número de casos. Até então, sua utilização esteve restrita a alguns tipos de câncer de pele, mais sensíveis a esse tipo de tratamento.

[...]

Fonte: TEIXEIRA, L. A.; PORTO, M. A.; NORONHA, C. P. O câncer no Brasil: passado e presente. Rio de Janeiro: Outras Letras, 2012. Disponível em: http://observatoriohistoria.coc.fiocruz.br/local/File/o_cancer_no_brasil_passado_e_presente.pdf. Acesso em: 25 jul. 2022.

Respostas – Compreender um texto

1. Na maior parte dos casos, a busca pela cura ocorria pelas mãos de agentes populares, que podiam ser curandeiros ou religiosos.
2. A descoberta dos raios X, por Roentgen, e do elemento químico rádio, pelo casal Curie, permitiu estudar a doença de forma completamente diferente do que vinha sendo feito até então.
3. A crença em curandeiros ou na religião para a cura dessa e de outras doenças, seja por descrença na Medicina da época ou por falta de oportunidades financeiras para realizar o tratamento.
4. A Medicina da época era muito limitada. A maior parte das cirurgias fazia com que o paciente fosse levado a uma piora do quadro inicial de saúde. Nessa época, surgiram, em diversos lugares do mundo, entidades filantrópicas voltadas para os cuidados básicos das pessoas que tinham câncer.

▶ ATIVIDADES

REGISTRE EM SEU CADERNO

OBTER INFORMAÇÕES

1. Como era o tratamento do câncer no Brasil do século XIX?
2. Quais fatos ocorridos na área científica e no desenvolvimento da tecnologia contribuíram para o avanço no tratamento de diversos tipos de câncer?

INTERPRETAR

3. Qual característica podemos perceber, no século XIX, sobre o tratamento do câncer?

REFLETIR

4. Por que durante boa parte do século XIX a Medicina não se aprofundou na busca de um tratamento eficaz de câncer, entregando, muitas vezes, a busca da cura para entidades religiosas?

Objetivos da Unidade

- Conhecer algumas interpretações do céu feitas por povos antigos e por povos indígenas brasileiros.
- Valorizar o conhecimento construído por diferentes povos e culturas sobre Astronomia.
- Diferenciar constelação e asterismo.
- Conhecer algumas unidades de comprimento utilizadas para medir distâncias em Astronomia.
- Identificar corpos celestes que compõem o Sistema Solar.
- Compreender o que são galáxias.
- Localizar a Terra e o Sol no Universo.
- Comparar as características dos planetas que compõem o Sistema Solar.
- Descrever sinteticamente o processo evolutivo de uma estrela, associando-o à sua massa.
- Compreender as consequências do ciclo evolutivo do Sol sobre a Terra.
- Construir um modelo tridimensional do Sistema Solar levando em conta a adequação das escalas para representar o tamanho dos corpos celestes e a distância entre eles.
- Conhecer as condições que tornariam possível a existência nos corpos celestes de vida como a conhecemos.
- Descobrir, a partir de um modelo tridimensional, que as estrelas que compõem uma constelação não necessariamente se encontram no mesmo plano.
- Refletir sobre a importância da colaboração para o desenvolvimento científico.
- Refletir sobre a alocação de recursos financeiros em pesquisas científicas.

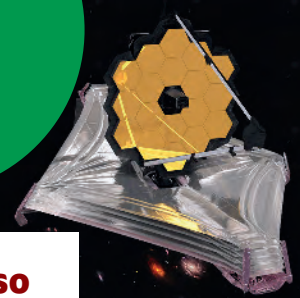
Temas contemporâneos transversais (TCTs) em foco nesta Unidade

- **Ciência e Tecnologia:** apresentar o desenvolvimento tecnológico associado à evolução dos conhecimentos astronômicos.
- **Educação para valorização do multiculturalismo nas matrizes históricas e culturais Brasileiras:** abordar características dos conhecimentos astronômicos afro-indígenas e indígenas associados aos seus mitos.
- **Diversidade Cultural:** analisar explicações de fenômenos astronômicos por diferentes culturas.

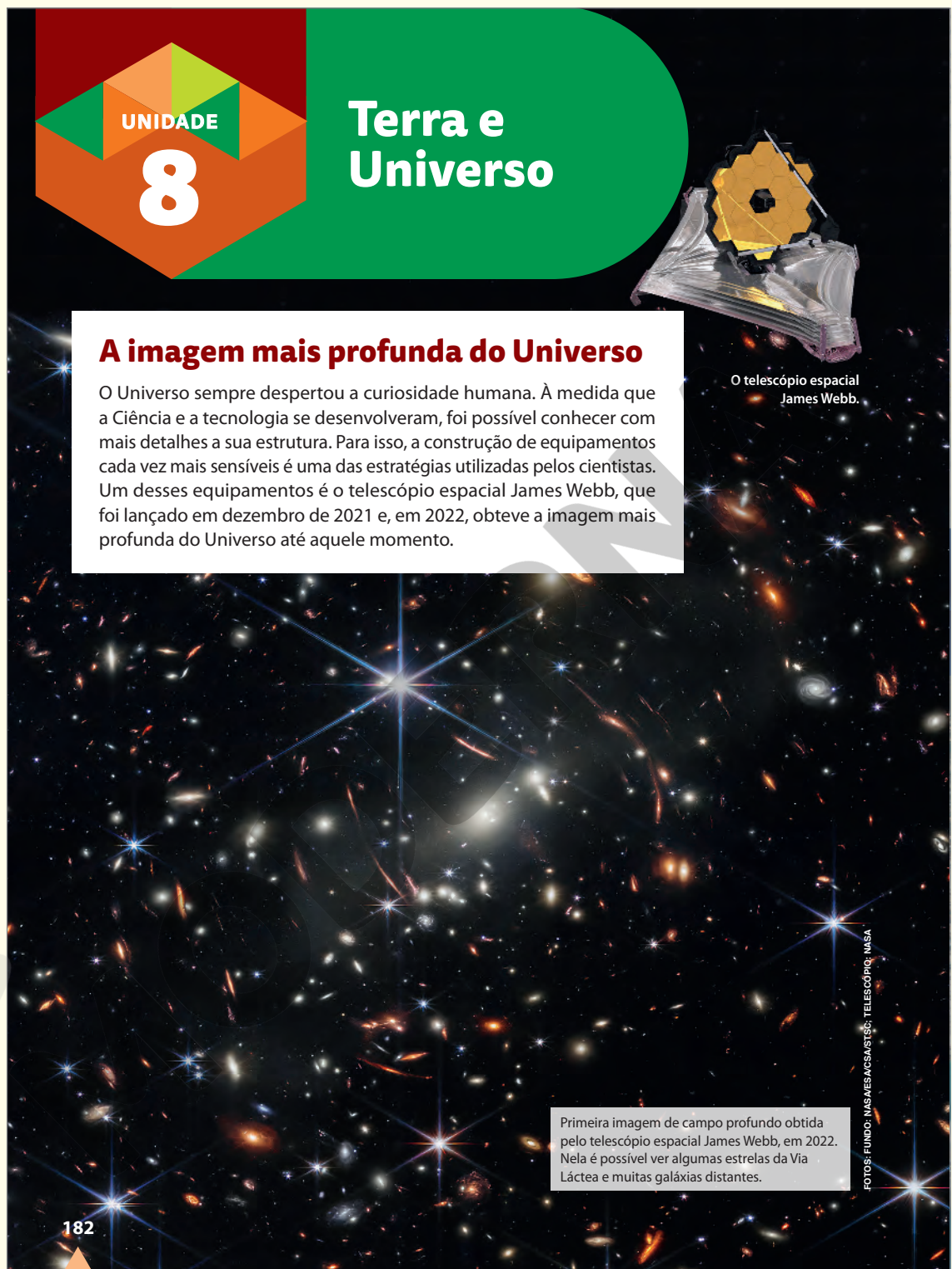


A imagem mais profunda do Universo

O Universo sempre despertou a curiosidade humana. À medida que a Ciência e a tecnologia se desenvolveram, foi possível conhecer com mais detalhes a sua estrutura. Para isso, a construção de equipamentos cada vez mais sensíveis é uma das estratégias utilizadas pelos cientistas. Um desses equipamentos é o telescópio espacial James Webb, que foi lançado em dezembro de 2021 e, em 2022, obteve a imagem mais profunda do Universo até aquele momento.



O telescópio espacial James Webb.



Primeira imagem de campo profundo obtida pelo telescópio espacial James Webb, em 2022. Nela é possível ver algumas estrelas da Via Láctea e muitas galáxias distantes.

FOTOS: FUNDO: NASA/ESA/CSA/STES; TELESCÓPIO: NASA

182

Habilidades da BNCC em foco nesta Unidade

- **EF09CI14:** Descrever a composição e a estrutura do Sistema Solar (Sol, planetas rochosos, planetas gigantes gasosos e corpos menores), assim como a localização do Sistema Solar na nossa Galáxia (a Via Láctea) e dela no Universo (apenas uma galáxia dentre bilhões).
- **EF09CI15:** Relacionar diferentes leituras do céu e explicações sobre a origem da Terra, do Sol ou do Sistema Solar às necessidades de distintas culturas (agricultura, caça, mito, orientação espacial e temporal etc.).
- **EF09CI16:** Selecionar argumentos sobre a viabilidade da sobrevivência humana fora da Terra, com base nas condições necessárias à vida, nas características dos planetas e nas distâncias e nos tempos envolvidos em viagens interplanetárias e interestelares.
- **EF09CI17:** Analisar o ciclo evolutivo do Sol (nascimento, vida e morte) baseado no conhecimento das etapas de evolução de estrelas de diferentes dimensões e os efeitos desse processo no nosso planeta.



Começando a Unidade

1. Na sua opinião, qual é a importância do desenvolvimento tecnológico e como isso contribui para o estudo do Universo?
2. Quais são os planetas do Sistema Solar?
3. O que é necessário para que possa haver vida em outros planetas?

Sala de montagem do telescópio espacial James Webb (Estados Unidos, 2021).

Concepção artística do telescópio espacial James Webb sendo transportado pelo foguete Ariane 5.

Por que estudar esta Unidade?

Os estudos do céu iniciaram-se antes da formalização da Astronomia como Ciência. Nesta Unidade, vamos conhecer as interpretações do céu e do Universo elaboradas por algumas culturas ao longo da história. Identificar os astros que compõem o Sistema Solar e sua localização no Universo. Entender como surgem as estrelas, algumas das possíveis transformações pelas quais elas passam e como isso pode afetar o ser humano. Por fim, refletir sobre a viabilidade de o ser humano sobreviver fora da Terra.

FOTOS: NASA/DESIRÉE STOVER; ESA/D. DUGROS

183

Respostas – Começando a Unidade

1. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes mencionem a importância do desenvolvimento tecnológico para a Ciência e a ampliação do conhecimento humano, o que permite a geração de equipamentos cada vez mais sofisticados para o estudo do Universo.
2. Espera-se que, nesse nível de escolaridade, eles já saibam o nome dos planetas do Sistema Solar: Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno.
3. Resposta pessoal. Com base em conhecimentos prévios, podem mencionar fatores como água, luz e a composição da atmosfera. Pergunte-lhes se acham que exista vida fora da Terra e como seria essa vida.

Orientações didáticas

- Para iniciar a Unidade, oriente os estudantes a organizar suas ideias e a responder às questões do quadro **Começando a Unidade** no caderno, para que possam retornar a elas no final da Unidade, verificando e aprimorando os conceitos desenvolvidos. Durante essa retomada, fique atento a possíveis erros conceituais, voltando ao assunto sempre que necessário.
- Explore as imagens da abertura, que mostram o telescópio espacial James Webb e sua primeira imagem de campo profundo, feita em 2022. Nessa imagem, é possível ver algumas estrelas da Via Láctea, que são os pontos luminosos com a aparência de oito pontas, e galáxias distantes, que são todos os demais elementos luminosos que aparecem na imagem.
- É possível que algum estudante pergunte se as estrelas têm pontas, devido à aparência na imagem. Nesse caso, explique que isso é um efeito óptico causado pelo telescópio chamado padrão de difração. Todas as estrelas, assim como o Sol, têm formato esférico. Outro questionamento que pode surgir é por que algumas galáxias parecem estar distorcidas em um padrão circular no centro da imagem. Isso se deve a um efeito gravitacional sofrido pela luz dessas galáxias ao viajar pelo espaço chamado “lente gravitacional”.
- Proponha uma reflexão sobre missões espaciais de exploração, como os robôs enviados a Marte, e de imageamento, como os telescópios espaciais, perguntando a opinião deles sobre o tema.
- Explore o conhecimento dos estudantes sobre o Sistema Solar, indagando sobre seus componentes, o nome dos planetas e suas principais características. Pergunte se já ouviram falar a respeito de planetas fora do Sistema Solar, orbitando outras estrelas além do Sol.
- Comente a importância dos estudos sobre o Universo e a geração de tecnologia para esse fim. Explique que muitos objetos que utilizamos no dia a dia foram desenvolvidos para atender a necessidades de missões espaciais, como velcro e sistema de comunicação *wi-fi*.
- Nesta Unidade, é importante que os estudantes compreendam o conhecimento astronômico como oriundo da contribuição de diversos pesquisadores e estudiosos ao longo dos séculos. Explique que, assim como as outras áreas da Ciência, a Astronomia está em contínua mudança alinhada ao surgimento de novos instrumentos de estudo. Com isso, desenvolva-se a **competência específica 1** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, prevista pela BNCC.

Orientações didáticas

• Comente com os estudantes que, desde a Antiguidade, existe grande interesse e curiosidade sobre os fenômenos celestes. A observação do céu atendia a necessidades práticas como identificação das épocas de seca e de chuva, além de buscar referências para atividades místicas como a adoração de deuses e outras divindades associadas aos astros.

• Caso julgue relevante, peça a eles que identifiquem de que formas as informações para plantio, colheita, secas e épocas chuvosas eram identificadas e se, para isso, eram utilizadas informações relacionadas ao movimento dos corpos celestes. Essa proposta gera um discussão interessante sobre o desenvolvimento da tecnologia e da Ciência ao longo do tempo, possibilitando o desenvolvimento da **competência geral 1** da Educação Básica, prevista pela BNCC.

• O fascínio da humanidade, ao longo da História, pelo céu noturno permitiu aos nossos antepassados perceber como os movimentos dos corpos celestes são cíclicos e, portanto, previsíveis. Baseando-se nessa ideia, pergunte como essas observações foram úteis para a humanidade e o que elas proporcionaram. Eles podem citar que a observação do céu permitiu que o ser humano se habituasse com fenômenos naturais e conseguisse entender qual é a melhor época para o plantio e a colheita, além da criação de calendários, por exemplo.

• A observação do céu possibilitou a investigação e a interpretação da mecânica celeste, mas também exerceu muita influência sobre as diversas religiões ao redor do mundo.

• A observação dos astros também possibilitou as grandes navegações, permitindo a localização geográfica.

• Comente que os egípcios utilizavam dois tipos de calendário: um para a agricultura, na tentativa de prever as inundações do rio Nilo, possibilitando utilizar o solo no período correto para plantio, e outro para fins religiosos, com foco no nascimento do Sol.

• Ao apresentar diferentes leituras do céu e explicações de fenômenos astronômicos por diferentes culturas, de acordo com suas necessidades, esse Tema fornece subsídios para o desenvolvimento da habilidade **EF09CI15** da BNCC e o do **TCT – Diversidade Cultural**.



Os povos antigos já estudavam a posição dos astros.

O desenvolvimento da Astronomia

Cosmologia

Ao longo do tempo, a compreensão sobre o Universo passou por transformações em diferentes povos, considerando seus valores culturais e conhecimentos acumulados. Atualmente, o ramo da Ciência dedicado à compreensão da origem e da evolução do Universo é a **Cosmologia**.

Interpretações do céu

Povos do passado observavam e estudavam o céu com finalidades práticas, como descobrir a melhor época para caçar, plantar e colher. O céu também era referência para atividades relacionadas a crenças ou ritos religiosos e para determinar princípios de liderança e de comunidade.

Já foram encontrados diversos documentos escritos, monumentos de rochas e arte rupestre relacionados a fenômenos celestes, feitos por chineses, babilônios, maias, egípcios, entre outros povos da Antiguidade. Os vestígios mais antigos datam de mais de 5 mil anos atrás. Entre os vestígios encontrados, alguns descrevem mitos a respeito da origem do Universo, outros trazem aplicações práticas. Com base na observação do céu, os egípcios, por exemplo, desenvolveram calendários que previam eventos como as fases da Lua e as estações do ano.



Representação do mito chinês da criação do Universo e da humanidade, com os deuses Fuxi e Nuwa. Eles seguram uma bússola e uma régua, símbolos relacionados à crença que os chineses antigos tinham de que o céu em torno da Terra era redondo e a Terra, quadrada. Imagens de constelações compõem margens da ilustração. Pintura em cânhamo, séculos III-VIII, Museu Nacional da Coreia do Sul, 189 cm x 79 cm.

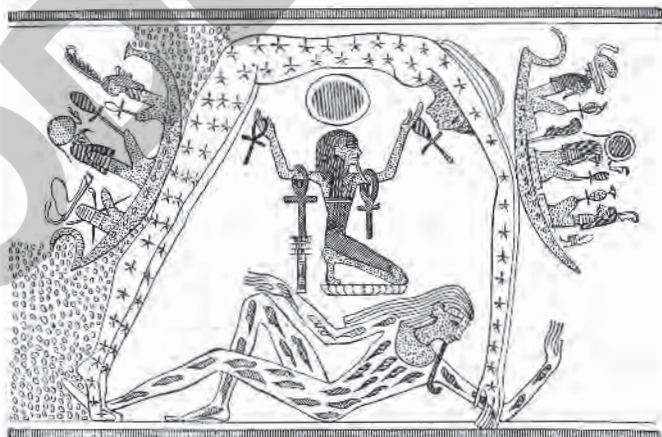


Ilustração do conceito de Universo segundo a mitologia egípcia. Shu, deus da luz e do ar (com os braços levantados), separa Nut, deusa do céu, de Geb, deus da Terra, deitado no chão.

184

Sugestão de recurso complementar

Livro

LONGHINI, M. D. Ensino de Astronomia na escola: concepções e práticas. Campinas: Átomo, 2014.

O livro apresenta orientações para o ensino de Astronomia nas escolas com o uso de ferramentas diversas e acessíveis, de reflexões teóricas a atividades práticas.

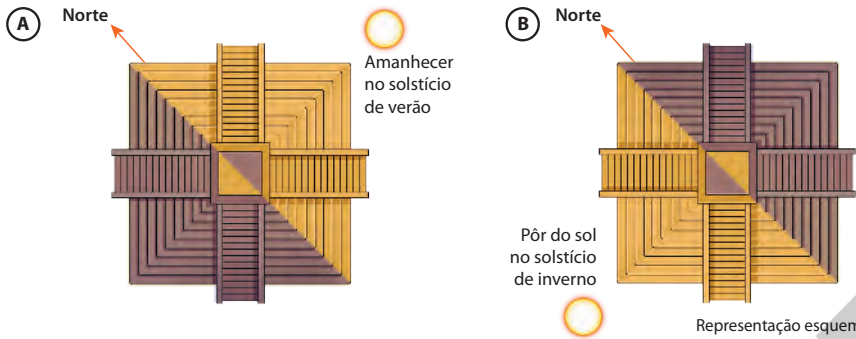
Existem indicações de que alguns povos antigos, como os maias, projetaram construções de modo que a luz do Sol as iluminasse de maneira específica em determinados momentos do ano, demonstrando a aplicação de conhecimentos astronômicos. Um exemplo é o Templo de Kukulcán, uma pirâmide maia construída no século XII e localizada na cidade arqueológica de Chichén Itzá, no México. A pirâmide apresenta quatro escadarias com um total de 365 degraus, cada um representando um dia no ano do calendário maia. Durante o amanhecer no solstício de verão, metade da pirâmide fica iluminada, sendo a divisão entre a área iluminada e a área sombreada exatamente a linha diagonal de sua base; e durante o pôr do Sol no solstício de inverno o lado oposto fica iluminado. Além disso, durante o entardecer nos equinócios, é possível observar projeções de sombras dos grandes degraus na parede da escadaria que lembram o corpo de uma serpente.

Entrando na rede

Na página do *Museu da Vida*, da Fundação Oswaldo Cruz, disponível em: <http://www.invivo.fiocruz.br/cienciaetecnologia/o-sistema-numerico-maia/>, há um artigo sobre o sistema de numeração maia e como ele influenciou o desenvolvimento da Astronomia na região.

Acesso em: 26 jul. 2022.

Templo de Kukulcán



Representação esquemática da iluminação da pirâmide pela luz solar durante o amanhecer no solstício de verão (A) e o pôr do sol no solstício de inverno (B). (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Fonte: MONTERO, I. A. *Astronomía, geometría y arquitectura en Chichén Itzá*. Rev. Incl., v. 1, 2014.



Templo de Kukulcán durante o entardecer em um equinócio, quando é possível observar uma projeção da sombra dos grandes degraus, na parede da escadaria, que lembra o corpo de uma serpente descendo. (México, 2016.)

185

Orientações didáticas

- Converse sobre como a observação dos fenômenos celestes influenciou a humanidade desde seu início. Cite o exemplo dos babilônios, um dos primeiros povos que apresentaram registros da presença de planetas visíveis a olho nu.
- A ilustração “Templo de Kukulcán” pode ser utilizada para mostrar como os povos antigos já se preocupavam e observavam os movimentos dos astros no céu. Comente que cada uma das quatro escadarias apresenta 91 degraus. O último, representado pela chegada ao topo, é comum a todas as escadarias, ou seja, há 365 degraus. Explique, então, que o templo é uma representação de um calendário.
- Os maias já tinham um calendário coerente e conheciam o movimento de Vênus, permitindo que eles previssem as diferentes épocas do ano, favorecendo o plantio e a colheita. Acesse o endereço eletrônico apresentado no quadro **Entrando na rede** para ampliar essa discussão, destacando a importância do sistema numérico maia e como essa civilização conseguiu desenvolver seus conhecimentos na área da Astronomia.
- Se possível, mostre fotografias de artefatos como o *Stonehenge*, localizado no Reino Unido, um dos mais antigos monumentos construídos pela humanidade. Acredita-se que ele tenha sido utilizado para prever eclipses e as estações do ano. Sua construção é estimada em mais de 5100 anos, sendo considerado um marco deixado pelos nossos antepassados sobre seus esforços para entender o Universo.

Sugestão de recurso complementar

Livro

SANTOS, P. M. *Uma retrospectiva de 50 anos da Astronomia Observacional no Brasil (1952–2002)*. São Paulo: Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, 2018.

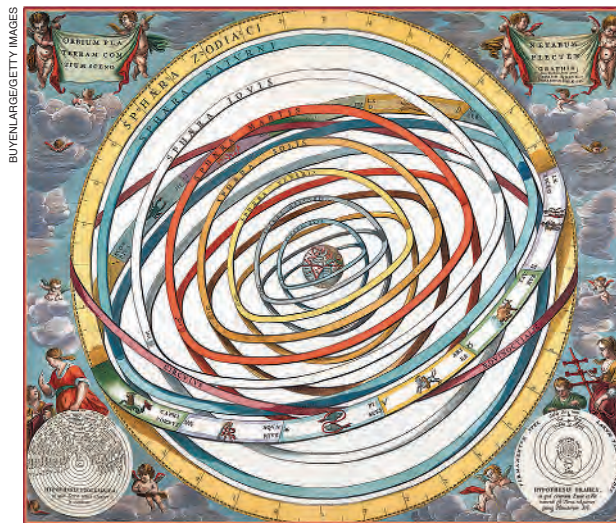
Esse livro apresenta uma importante memória do “renascer da Astronomia Observacional no Brasil”, do qual o autor participou pessoalmente como astrônomo e meteorologista.

Disponível em: https://www.iag.usp.br/astrofotografia/sites/default/files/ebook_pms_50anos_astronomia_br.pdf. Acesso em: 11 ago. 2022.

Orientações didáticas

- A civilização grega influenciou fortemente os estudos sobre a Astronomia, tendo como base os conhecimentos desenvolvidos por babilônios e egípcios.
- A Astronomia grega foi utilizada no ocidente por séculos, principalmente pelo fato de a filosofia aristotélica ser aceita pela Igreja Católica, que adotava o modelo geocêntrico do Universo. Com base nesse exemplo, discuta com os estudantes como novos pensamentos e teorias podem demorar a ser reconhecidos, encontrando resistência não só pela sociedade, mas também no meio científico.
- Apresente um pouco sobre a vida de alguns pensadores gregos que desenvolveram e influenciaram a Matemática e a Astronomia. Por exemplo, os estudos de Tales de Mileto (624 a.C.-546 a.C.) foram utilizados como base para diversos conceitos matemáticos geométricos e a Astronomia. Aristóteles (384 a.C.-322 a.C.), por sua vez, influenciou diretamente a filosofia de sua época, criando uma lógica própria e um meio particular de entender a natureza e o mundo ao seu redor. Este estudo pode ser realizado de maneira interdisciplinar em conjunto com os componentes curriculares Matemática e História.
- Explique que, assim como babilônios, egípcios e gregos, indígenas brasileiros também perceberam que era possível fazer previsões observando o céu. Eles relacionaram os agrupamentos de estrelas a elementos do seu dia a dia, como animais próprios da fauna brasileira ou personagens míticos de sua cultura. O conhecimento astronômico dos povos indígenas e dos africanos escravizados e seus descendentes é objeto de estudo da Etnoastronomia e da Arqueoastronomia. Essa relação será mais bem explorada no infográfico “Os povos indígenas e a Astronomia” mais adiante.

Astronomia na Grécia Antiga



Nesta imagem, feita pelo cartógrafo holandês Andreas Cellarius (1596-1665), são representadas as órbitas dos planetas ao redor da Terra e a personificação do deus em homenagem a cada um deles. (Biblioteca Britânica, Londres, Reino Unido.)

Na Grécia Antiga, havia filósofos, principalmente Demócrito (460 a.C.-370 a.C.), que defendiam a existência de outros planetas semelhantes à Terra. Em contrapartida, existiam os filósofos que acreditavam que a Terra era o único lugar habitável do Universo, como Aristóteles (384 a.C.-322 a.C.). Ele postulava que o Universo era finito, tinha formato esférico e era constituído de várias camadas. Cada camada continha um astro que orbitava a Terra, que permanecia fixa no centro. Essas ideias influenciaram diversos modelos e explicações sobre a Terra e o Universo que repercutiram por milênios na história da humanidade.

O céu dos povos indígenas do Brasil

No território brasileiro, as populações indígenas nativas tinham interpretações próprias sobre os movimentos dos corpos celestes e as utilizavam para organizar atividades cotidianas e para orientação geográfica. Os grupos que habitavam o litoral também conheciam a relação das fases da Lua com as mudanças das marés. Para definir as melhores épocas de plantio, de colheita e de caça, os povos indígenas associavam as estações do ano, identificadas por meio da posição de estrelas no céu, e as fases da Lua à biodiversidade local.

Segundo o censo de 2010 do IBGE, existem mais de 305 povos indígenas no Brasil, dos quais alguns ainda vivem total ou parcialmente isolados de outros povos. Para estes, o conhecimento que vem da observação da natureza é essencial para as ações cotidianas.

Constelação ou asterismo?

Diferentes culturas criaram figuras imaginárias distintas, ligando os astros e formando representações de animais, objetos, personagens da mitologia, entre outras. A essas figuras deu-se o nome de constelações.

Desde o início do século XX, as figuras imaginárias formadas por astros são chamadas de **asterismo**. O termo **constelação** teve seu significado alterado e se refere a regiões delimitadas da esfera celeste. A União Astronômica Internacional (IAU) estabeleceu 88 constelações, e cada uma recebe o nome de seu mais conhecido asterismo.

Embora exista uma definição formal e distinta para os termos “asterismo” e “constelação”, alguns autores os utilizam como sinônimos, principalmente quando abordam culturas de outros povos, como as indígenas.

186

Sugestão de recurso complementar

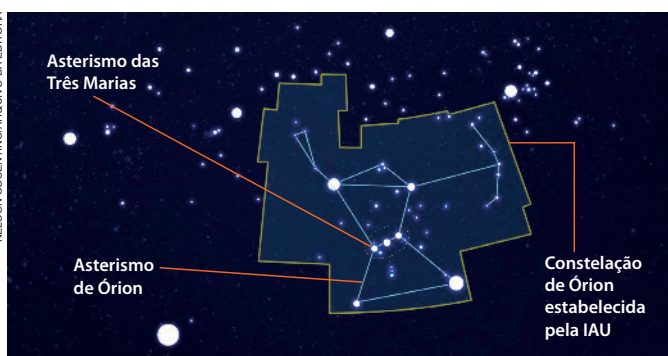
Livro

NOGUEIRA, S.; CANALLE, J. B. G. *Astronomia: Ensinos Fundamental e Médio*. Brasília-DF: MEC, 2009.

Apresenta informações diversas sobre Astronomia, incluindo sugestões de atividades.

Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=4232-colecaoexplorandoensino-vol11&category_slug=marco-2010-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 11 ago. 2022.

Constelação versus asterismo



Fonte: PRNJAT, Z.; TÁDIC, M. Asterism and constellation: terminological dilemmas. *Journal of the Geographical Institute Jovan Cvijic SASA*, v. 1, n. 67, p. 1-10, 2017.

De olho no tema

Cite duas evidências de que povos do passado tinham conhecimentos sobre Astronomia.

Representação esquemática da constelação de Órion. Na imagem, a região delimitada da esfera celeste é a constelação oficial de Órion. Dentro dela, há diversas estrelas, algumas das quais compõem o asterismo de Órion e das Três Marias. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Vamos fazer

REGISTRE EM SEU CADERNO

As estrelas das constelações estão no mesmo plano?

Material

- Placa de isopor (cerca de 30 cm x 20 cm)
- 5 palitos de churrasco
- Massa de modelar

ATENÇÃO

Cuidado ao manusear os palitos.

Procedimento

1. Obtenha a proporção das medidas de distância das estrelas do Cruzeiro do Sul à Terra, constantes na tabela, para centímetros e marque-as no isopor.

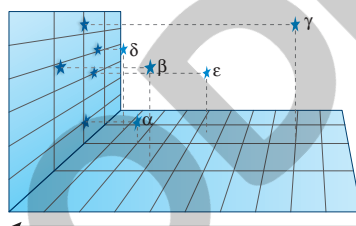
Distância das estrelas da constelação Cruzeiro do Sul até a Terra

Estrela	Denominação na figura	Distância (anos-luz)
Pálida (Delta Crucis)	δ	364
Estrela de Magalhães (Alpha Crucis)	α	325
Mimosa (Beta Crucis)	β	280
Intrometida (Epsilon Crucis)	ϵ	228
Rubídea (Gamma Crucis)	γ	88

Fonte: KALER, J. B. *Star*. Universidade de Illinois. Disponível em: <http://stars.astro.illinois.edu/sow/sowlist.html>. Acesso em: 19 ago. 2022.

2. Coloque uma bolinha de massa de modelar na extremidade de cada palito.
3. Fixe os palitos nas marcações no isopor, atendo-se à posição de cada uma. A ilustração a seguir pode ser utilizada como referência da posição das estrelas.
4. Ajuste a altura da bolinha no palito, conforme a ilustração.

Modelo 3-D da posição das estrelas



Distância (cm)

(Imagem sem escala; cores-fantasia.)

5. Observe a montagem a partir de diversos ângulos. Investigue em quantas posições a constelação pode ser observada como a vemos no céu.

Concluir

- Um observador vê a mesma disposição das estrelas do Cruzeiro do Sul, independentemente de sua posição no espaço? Explique.

Orientações didáticas

- Oriente os estudantes a pesquisarem e a explicarem as diferenças entre asterismos ocidentais e asterismos indígenas brasileiros.

- Comente que uma das constelações mais conhecidas pelos habitantes da América do Sul é a constelação do Cruzeiro do Sul. Ela é conhecida por povos indígenas por outros nomes, como constelação do Beija-flor ou do Colibri.

- Essa seção **Vamos fazer** proporciona a investigação a partir de um modelo tridimensional de uma constelação. Explique aos estudantes que cada estrela do Cruzeiro do Sul está a uma distância da Terra (e de nós) e que a disposição das estrelas em formato de cruz que observamos no céu é decorrente da perspectiva que o ângulo oferece. Saliente que o mesmo ocorre com as outras constelações e, se julgar oportuno, oriente-os a pesquisar a distância das estrelas que formam uma constelação, como a de Órion, para constatarem que as distâncias variam. A atividade da seção favorece o desenvolvimento das **competências gerais 2 e 4** da Educação Básica, previstas pela BNCC.

- Comente que a nomeação das estrelas em uma constelação comumente é feita com o uso do alfabeto em letras gregas seguindo a ordem de brilho aparente de cada uma na constelação, ou seja, a de brilho mais intenso é denominada α , a seguinte, β , e assim por diante. Enfatize que a intensidade do brilho das estrelas não tem relação direta com a sua distância até a Terra.

- Auxilie-os a obter a proporção para os valores. Uma sugestão é apresentada a seguir:

Distância até a Terra (anos-luz)	Distância proporcional (cm)
364	18
325	16
280	14
228	11
88	4

- Oriente-os a tomar cuidado ao furar o isopor com o palito. Eles devem segurar o palito pelo comprimento e não pela extremidade. O mesmo cuidado deve ser seguido ao inserir a bolinha de massa de modelar no palito.

Resposta – Vamos fazer

Um observador na Terra vê o Cruzeiro do Sul, assim como as demais constelações, como se as estrelas estivessem em um mesmo plano, em duas dimensões. Porém, se o observador estiver em outra posição no espaço, ele pode ver essas estrelas em outra disposição, pois elas não se encontram em um mesmo plano à mesma distância da Terra.

Sugestão de recurso complementar

Artigo

PEDROSA, L. Fique por dentro dos mitos e usos das constelações indígenas. *Empresa Brasil de Comunicação*, 24 fev. 2016.

O artigo apresenta informações sobre constelações indígenas e o valor da mitologia como método de aprendizado.

Disponível em: <https://memoria.ebc.com.br/tecnologia/2016/02/constelacoes-indigenas-mitos-e-astronomia>. Acesso em: 11 ago. 2022.

Resposta – De olho no tema

Os estudantes podem citar a criação de calendários e a construção de prédios de acordo com o movimento aparente do Sol, por exemplo.

Orientações didáticas

- Faça a leitura conjunta do infográfico com os estudantes, chamando a atenção para como os povos indígenas estudavam as constelações de maneira empírica. Retome o conceito de constelação e verifique se o compreenderam.

- Comente e discuta a respeito da sobreposição de culturas, como no caso daquela herdada de gregos e romanos com a cultura indígena. Se possível, proponha uma pesquisa sobre as formas como diferentes etnias indígenas interpretavam e interpretam o céu noturno e diurno.

- Discuta sobre o conhecimento tradicional dos povos indígenas e a importância de considerá-lo e valorizá-lo. Estimule-os a refletir sobre como esses conhecimentos podem ser perdidos se estudarmos apenas a Astronomia científica moderna.

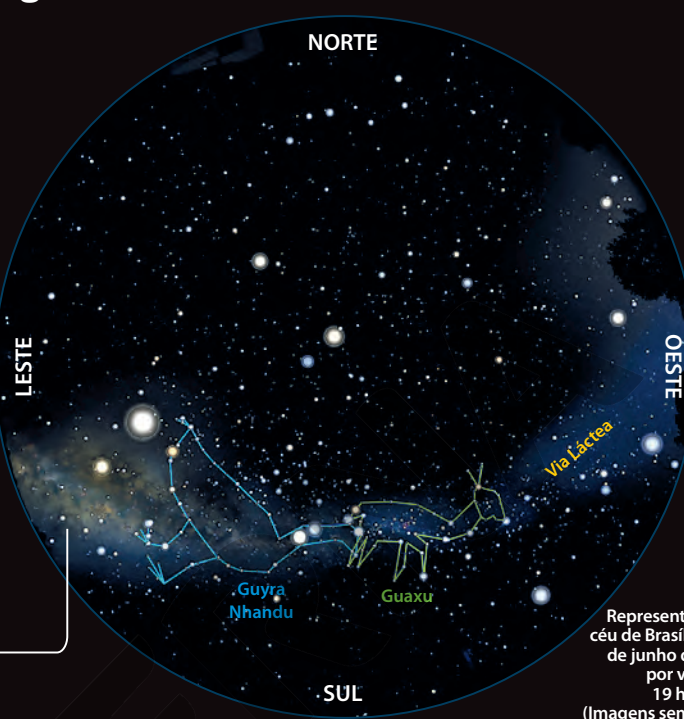
- Verifique se reconhecem as figuras identificadas pelos indígenas tupi-guarani. Você pode propor que avaliem os trechos de céu reproduzidos no infográfico “Os povos indígenas e a Astronomia” e que tentem formar outras figuras com as estrelas ali presentes. A discussão sobre as constelações dos povos indígenas tupi-guarani possibilita o trabalho com o TCT– **Educação para valorização do multiculturalismo nas matrizes históricas e culturais Brasileiras.**

Os povos indígenas e a Astronomia

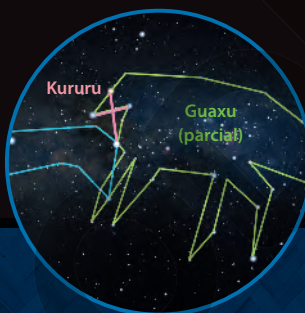
O conhecimento do céu é um elemento importante na vida de povos indígenas brasileiros, que relacionam os fenômenos celestes com os ciclos naturais, determinando assim as épocas de plantio, caça e pesca.

Conheça algumas formas com que povos indígenas tupi-guarani organizam as constelações e como a observação das estrelas é utilizada por eles.

A Via Láctea, galáxia onde a Terra está localizada, se parece com uma estrada esbranquiçada que fica mais visível em noites de inverno com pouca luminosidade. A Via Láctea é chamada de Caminho da Anta (Tapi’i rapé, em guarani), devido principalmente à constelação representando uma Anta (Tapi’i, em guarani) que nela se localiza.



Representação do céu de Brasília, em 8 de junho de 2017, por volta das 19 h 30 min. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)



Kururu
A constelação tupi-guarani em forma de cruz corresponde ao Cruzeiro do Sul sem uma das estrelas. Os indígenas do hemisfério Sul a usam para determinar os pontos cardeais, as estações do ano e a duração da noite.



Guaxu
Quando surge no Leste, na segunda quinzena de março, a constelação de Guaxu (veado) indica, para grupos tupi-guarani, a chegada do outono no Sul do Brasil e a transição entre a chuva e a seca no Norte. A cultura indígena inclui manchas da Via Láctea no desenho das constelações.



Guyra Nhandu
Na segunda quinzena de julho, a constelação da Guyra Nhandu (ema) aparece inteira no horizonte leste, no Norte do Brasil. Esse evento marca a chegada da estação seca nessa região e o início do inverno no Sul do país.

188

Sugestão de recurso complementar

Artigo

MARIUZZO, P. O céu como guia de conhecimentos e rituais indígenas. *Ciência e Cultura*, São Paulo, v. 64, n. 4, dez. 2012.

O artigo apresenta a importância da análise do céu para os povos indígenas.

Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252012000400023.

Acesso em: 11 ago. 2022.

NORTE

SUL

LESTE

OESTE

Tapi'i

Eixu

Tuya'i

Essas imagens maiores representam o céu visto por alguém deitado no chão, com a cabeça direcionada para o Norte e os pés, para o Sul. Por isso, o Oeste se vê à direita e o Leste, à esquerda. As bordas maiores representam o horizonte em toda a sua volta.

No fim da primavera, logo que o Sol se põe no Oeste, Tuya'i aparece no lado oposto do horizonte, enquanto Tapi'i atravessa o norte do firmamento.

Representação do céu de Brasília, em 8 de dezembro de 2017, por volta das 20 h 30 min. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Tapi'i
A constelação da Anta do Norte (Tapi'i) é conhecida principalmente pelas etnias de indígenas brasileiros que habitam a região Norte do Brasil, tendo em vista que para os povos que vivem na região Sul ela fica muito próxima da linha do horizonte. Seu surgimento na segunda quinzena de setembro coincide com o início da primavera no Sul e o fim da seca no Norte.

Tuya'i
Mitos tupi-guarani contam que Tuya'i, o Homem Velho, tornou-se uma constelação após morrer. Na segunda quinzena de dezembro, quando surge no Leste ele indica que o verão começa na região Sul e que a temporada de chuvas chega ao Norte.

Eixu
Significando "ninho de abelhas", corresponde ao aglomerado de estrelas conhecido como Plêiades. O ano tupi-guarani começa por volta de 5 de junho, quando Eixu surge no Leste, pouco antes do nascer do Sol. Eixu também serve de penacho no cocar de Tuya'i.

Fontes: AFONSO, Germano. Mitos e estações no céu tupi-guarani. *Scientific American Brasil: etnoastronomia*, São Paulo, n. 14, 2006; STELLARIUM. Stellarium v.0.18.1 (software). Disponível em: http://stellarium.org/pt_BR/. Acesso em: 27 jul. 2022.

Orientações didáticas

- Comente com os estudantes que as Plêiades, conhecidas como Eixu, foram utilizadas por diversas etnias indígenas como marco temporal. Próximo ao dia 5 de junho, perto do horizonte, as Plêiades tornam-se visíveis antes do nascer do Sol no lado Leste. Esse fenômeno marca o início do ano, indicando o começo do inverno para os indígenas do Sul do Brasil e a estação de seca para os do Norte. Por volta do dia 10 de novembro, as Plêiades nascem logo após o pôr do Sol, marcando, então, o início do verão para os povos do Sul do Brasil e a estação chuvosa para os do Norte. Perto de 1º de maio, as Plêiades desaparecem do lado Oeste, após o pôr do Sol; então, não são mais visíveis no céu até 5 de junho, quando tornam a aparecer marcando um novo ano.
- Se possível, proponha uma pesquisa sobre o modo de vida de diversas etnias indígenas brasileiras, buscando informações sobre como explicam os diferentes acontecimentos astronômicos, como eclipses do Sol e da Lua e “estrelas cadentes”. Eles também podem pesquisar se as etnias apresentam celebrações ou outras formas de manifestações culturais relacionadas a fenômenos astronômicos. Essa atividade possibilita o desenvolvimento da **competência geral 3** da Educação Básica e das **competências específicas 2 e 3** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, previstas pela BNCC.

Orientações didáticas

- Ao abordar as unidades de comprimento, proponha cálculos de conversão entre elas, utilizando distâncias entre astros, para que reconheçam a importância de unidades de medida específicas em Astronomia, principalmente comparando com as unidades mais comuns no dia a dia, como quilômetros ou metros.

- Além da Via Láctea, é possível visualizar a olho nu, no céu noturno, outras três galáxias: a de Andrômeda, a Grande Nuvem de Magalhães e a Pequena Nuvem de Magalhães, sendo que as duas últimas são visíveis apenas no hemisfério Sul e em condições específicas de céu limpo, sem a Lua e com baixa poluição luminosa, sendo reconhecidas como manchas levemente esbranquiçadas no céu.

- Forneça, impressas ou em *slides*, imagens de diferentes galáxias. Há muitas disponíveis no *site* da Nasa, mencionado na **Sugestão de recurso complementar**. Nesse momento, se julgar interessante, peça aos estudantes que pesquisem como essas imagens são feitas, bem como os equipamentos utilizados para isso.

- As galáxias podem ter cores, formas e tamanhos diversos. Na classificação proposta por Edwin Hubble, em 1926, usada até hoje, elas podem ser elípticas, espirais, lenticulares ou irregulares. As maiores galáxias do Universo (em diâmetro) são elípticas. A Via Láctea é uma galáxia espiral.



O Universo

O Universo tem bilhões de galáxias, cada uma com bilhões de estrelas, planetas e outros corpos celestes.

Unidades de comprimento

O estudo do Universo e dos corpos celestes exige o trabalho com tamanhos e distâncias gigantesco quando comparados com aqueles a que estamos acostumados em situações do cotidiano. As unidades de medida mais utilizadas em Astronomia são:

- Unidade astronômica (UA): é a distância média entre a Terra e o Sol – 1 UA equivale a aproximadamente $150 \cdot 10^6$ quilômetros;
- Ano-luz (al): é a distância que a luz percorre em um ano terrestre – 1 al equivale a aproximadamente $9,461 \cdot 10^{12}$ quilômetros ou 63 241 UA;
- Parsec (PC): equivale a aproximadamente 206 265 UA ou 3,26 al.

Galáxias

As galáxias são formadas principalmente por estrelas (e os objetos que as orbitam, como planetas), gás e poeira. Elas podem ter diferentes tamanhos, luminosidades e formatos. Estudos astronômicos indicam que existem bilhões de galáxias no Universo.

Em uma noite sem nuvens e em um local com pouca iluminação, é possível observar uma região esbranquiçada que delimita um plano no qual estão contidas aglomerações de estrelas. Essa região esbranquiçada é uma parte da Via Láctea, a galáxia na qual se localiza a Terra.

Com o auxílio de equipamentos sofisticados, os astrônomos conseguem observar e estudar a Via Láctea. Atualmente, estima-se que ela abriga cerca de 250 bilhões de estrelas e tem um diâmetro aproximado de 100 mil anos-luz.

Durante décadas acreditou-se que o Sol ocupasse o centro de nossa galáxia, fato refutado em 1920 pelo astrônomo estadunidense Harlow Shapley (1885-1972). Após efetuar diversas medições de aglomerados de estrelas até a Terra, Shapley concluiu que o Sol está a uma distância de aproximadamente 30 mil anos-luz do centro da galáxia.

Uma parte da Via Láctea vista em céu noturno sem nuvens e com baixa poluição luminosa (Alto Paraíso de Goiás, GO, 2021).



ANDRÉ DIBPULSAR IMAGENS

190

Sugestão de recurso complementar

Site

IMAGE Galleries. *Nasa*.

Nesta página da Nasa, há opções de galerias de imagens e vídeos de corpos celestes, além de informações diversas relacionadas à Astronomia. Em inglês.

Disponível em: <https://www.nasa.gov/multimedia/imagegallery/index.html>. Acesso em: 11 ago. 2022.

A Via Láctea não está isolada no Universo. Ela faz parte de um grupo de dezenas de galáxias conhecido como **Grupo Local**. As galáxias mais conhecidas desse grupo são a de Andrômeda, a Grande Nuvem de Magalhães e a Pequena Nuvem de Magalhães.

Embora os estudos sobre o Universo tenham avançado, apenas uma pequena parte dele é conhecida. Compreender o funcionamento das galáxias ajuda a entender melhor a origem e a evolução do Universo.

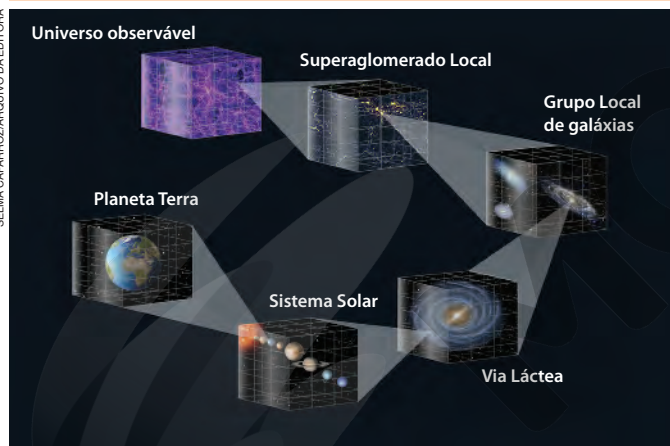


Telescópio Hubble, fotografado de uma espaçonave em 1997. Lançado ao espaço em 1990, o Hubble permitiu a visualização de estrelas, galáxias e nebulosas, auxiliando a compreender suas estruturas e a identificar seus componentes. As imagens obtidas por esse telescópio foram fundamentais para a construção do nosso conhecimento sobre o Universo.

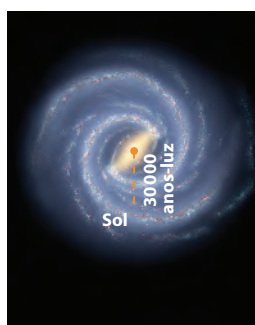
O lugar da Terra no Universo

O planeta Terra fica no Sistema Solar, cujo astro dominante é o Sol, que está na galáxia Via Láctea. A Via Láctea faz parte do Grupo Local, pertencente a uma região gigantesca em que há aglomerados de galáxias, chamada de Superaglomerado Local. Este, com os demais superaglomerados de galáxias e os vazios, contém a matéria e a energia que formam o Universo.

Localização da Terra no Universo



O Sol na Via Láctea



Representação esquemática da Via Láctea e da localização estimada do Sol em relação ao centro da galáxia. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

De olho no tema

A estrela mais próxima da Terra, além do Sol, é Próxima Centauri, localizada a aproximadamente 4,2 anos-luz de distância. Quanto tempo demora para que a luz dessa estrela chegue até nós?

Orientações didáticas

- Auxilie os estudantes na leitura e na interpretação da imagem “O Sol na Via Láctea”, indicando em que região o Sol está localizado dentro da galáxia. Reforce que a imagem apresentada é apenas uma ilustração e que seria impossível tirar uma foto mostrando toda a galáxia porque estamos dentro dela e, devido ao seu enorme tamanho, não é possível “ver de fora”. As imagens que temos da Via Láctea são apenas estimativas baseadas em observações com radioscópios e em outros estudos.

- Apresente algumas das descobertas que só foram possíveis depois do lançamento do telescópio Hubble, como a descoberta de galáxias distantes e a caracterização de planetas fora do Sistema Solar. Você pode sugerir que eles façam, em grupos, uma pesquisa sobre o assunto, considerando também as diferenças entre o Hubble e o telescópio espacial James Webb, apresentando os dados pesquisados para o restante da turma. Este estudo permite o trabalho com o TCT – **Ciência e Tecnologia**.

- Façam, em conjunto, a leitura da imagem “Localização da Terra no Universo” e mostre o diagrama em sentido anti-horário, apresentando primeiro o planeta Terra. Seguindo essa sequência, mostre como a Terra é pequena em relação aos outros sistemas do Universo. Por meio da ilustração, é possível mostrar as diferenças e as relações entre escalas no contexto cósmico.

Resposta – De olho no tema

Sabendo que a luz demora 1 ano para percorrer 1 ano-luz, a luz dessa estrela demoraria 4,2 anos para chegar até a Terra.

Diagrama mostrando, em sentido anti-horário a partir do canto inferior esquerdo, como a Terra se insere nos diferentes subsistemas que compõem o Universo. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Fonte: BENNETT, J. et al. *The cosmic perspective*. San Francisco: Addison-Wesley, 2002.

Sugestão de recurso complementar

Site

CASAS, R. *Há 400 anos... a invenção do telescópio*. Observatório Astronômico Frei Rosário, UFMG, 2 fev. 2009.

Nesta página há um texto que conta um pouco da história da invenção e do aperfeiçoamento dos telescópios e a importância das observações realizadas por Galileu Galilei.

Disponível em: <http://xingu.fisica.ufmg.br:8087/oap/public/Pas88.htm>. Acesso em: 11 ago. 2022.

Orientações didáticas

Os estudantes já apresentam alguns conhecimentos prévios sobre o Sistema Solar. Então, ao defini-lo, busque reforçar que se trata de um sistema planetário com uma única estrela, focando na importância do Sol como agente principal de manutenção da vida na Terra. Ao descrever e caracterizar esse sistema, o Tema 3 oferece subsídios para o desenvolvimento da habilidade **EF09CI14** da BNCC.

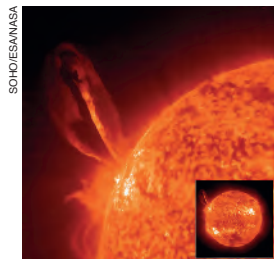
Com relação aos planetas do Sistema Solar, nesta obra foi adotada a classificação mais recente, que se baseia em dois critérios principais: a distância do Sol e o estado físico da matéria que os compõe. A principal diferença dessa classificação é considerar Urano e Netuno não como planetas gasosos, como era tradicionalmente feito, e sim como planetas congelados, pois a maior parte de sua massa não é gás; são compostos não rochosos congelados, como água, metano e amônia.

Caso julgue oportuno, comente que mesmo Júpiter e Saturno, classificados como gasosos, não devem ser exclusivamente compostos de gás, pois estima-se que tenham um pequeno núcleo no estado sólido. Quanto à terminologia "gigantes" atribuída aos planetas externos, esclareça que ela se deve à sua grande massa e volume em relação aos demais – fato que ficará mais claro nos infográficos "Características dos planetas do Sistema Solar" mais adiante neste Tema.



Sistema Solar

O Sistema Solar é formado pelo Sol e por outros corpos celestes que orbitam o Sol.



Erupção solar.

Cerca de 333 000 vezes

a massa do Sol é maior que a da Terra.

Um pouco mais de 109 vezes

o diâmetro do Sol é maior que o da Terra.

Cerca de 1,3 milhão

de planetas Terra caberiam dentro do Sol.

Sistemas planetários são conjuntos de objetos não estelares, como planetas, satélites naturais, asteroides, cometas, fragmentos menores e gases, que orbitam uma ou mais estrelas.

O **Sistema Solar** é o sistema planetário do Sol. Estima-se que o Sistema Solar tenha surgido de uma nuvem de gás e poeira há aproximadamente 4,6 bilhões de anos.

O Sol

É a estrela mais próxima da Terra e fonte de luz e calor para todos os corpos do Sistema Solar. Como todas as estrelas, o Sol tem luz própria. A luz e o calor emitidos por ele influenciam aspectos fundamentais da vida na Terra.

O diâmetro do Sol é cerca de 1 391 400 km. Ele tem a mesma idade do Sistema Solar e é formado principalmente pelos elementos químicos hidrogênio (aproximadamente 73%) e hélio (aproximadamente 25%).

Planetas

Planeta é um astro que gira em torno de uma estrela e não emite luz, apenas reflete a luz da estrela que orbita. Ele deve ser aproximadamente esférico e ser o corpo celeste dominante na sua trajetória, isto é, enquanto gira em torno da estrela, não encontra nenhum astro em sua órbita.

Mercúrio, Vênus, Terra e Marte são os **planetas internos** do Sistema Solar, pois encontram-se mais próximos ao Sol. A maior parte de suas massas está no estado sólido, por isso também são classificados como **planetas rochosos**. Com exceção de Mercúrio, que praticamente não possui atmosfera, eles possuem uma pequena porção de massa no estado gasoso, que forma suas finas atmosferas.

Os **planetas externos** do Sistema Solar são os que se encontram mais distantes do Sol. Os dois primeiros, Júpiter e Saturno, têm a maior parte de suas massas no estado gasoso, por isso também são classificados como **gigantes gasosos**. Os dois últimos, Urano e Netuno, têm a maior parte de suas massas compostas de materiais congelados, envolvidos por uma espessa camada de gases, e são classificados como **gigantes congelados**.

Planetas-anões

Desde agosto de 2006, há uma nova categoria de objetos astronômicos: os planetas-anões. Podemos defini-los de acordo com as seguintes características: são corpos celestes que estão em órbita em torno do Sol, são aproximadamente esféricos e dividem a órbita com outros corpos de massa equiparável.

Sugestão de recurso complementar

Simulador

3D Solar System simulator. The Sky Live.

Simulador que permite a visualização de como funciona o Sistema Solar. Em inglês.

Disponível em: <https://theskylive.com/3dsolarsystem>. Acesso em: 11 ago. 2022.

Até o momento, são cinco os planetas do Sistema Solar considerados anões: Ceres, Éris, Haumea, Makemake e Plutão. Todos esses são menores que a Lua.

Corpos menores do Sistema Solar

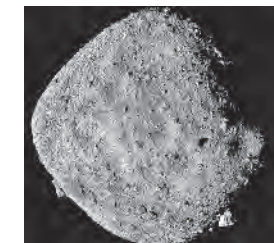
O Sistema Solar contém grande número de corpos menores que os planetas e os planetas-anões; por exemplo, satélites naturais, asteroides, cometas e meteoroides.

Satélites naturais, popularmente conhecidos como luas, são astros que giram em torno de um astro maior que eles. Como os planetas, eles não possuem luz própria. Esses satélites são formados por rochas e gelo, e alguns têm atmosfera, como Titã, o maior satélite de Saturno. A Lua é o satélite natural que orbita a Terra.

Asteroides são fragmentos rochosos ou metálicos que orbitam o Sol e têm formato irregular; seu tamanho pode chegar a alguns quilômetros. A maioria dos asteroides conhecidos localiza-se entre as órbitas de Marte e de Júpiter, na região denominada **Cinturão de Asteroides**, e depois da trajetória de Netuno, na região chamada **Cinturão de Kuiper**.

Cometas são compostos de poeira, rochas e materiais voláteis congelados, como gelo, e podem ter órbitas elípticas. À medida que se aproximam do Sol, parte do gelo que os compõe derrete e forma uma grande nuvem de gás e poeira ao redor do cometa, chamada **coma**. Essa nuvem desenvolve duas **caudas**, uma de gás e outra de poeira. Essas caudas podem se estender por milhões de quilômetros e, algumas vezes, ser vistas da Terra a olho nu.

Meteoroides são fragmentos de asteroides ou de cometas.



Asteroide Bennu em uma composição de imagens obtidas pela sonda OSIRIS-REx, da Nasa, em 2020.

INDYPICTURE LIBRARY
ALAMY/FOTOFRENA

O cometa Neowise, descoberto em março de 2020, ficou visível a olho nu em julho desse mesmo ano, principalmente no Hemisfério Norte. (Itália, 2020.)

Saiba mais!

METEOROS E METEORITOS

Meteoro é um fenômeno luminoso resultante do atrito de um objeto interplanetário, normalmente um meteoróide, com a atmosfera da Terra. É popularmente chamado estrela cadente.

Meteoritos são resíduos sólidos de objetos interplanetários que atravessam a atmosfera da Terra sem ser completamente destruídos e atingem a superfície terrestre.

De olho no tema

1. Diferencie planetas de planetas-anões.
2. Quais corpos celestes do Sistema Solar você já observou? Como são classificados?

193

Orientações didáticas

- Auxilie os estudantes a identificar as características que permitem classificar os corpos celestes em planetas-anões, satélites naturais, meteoroides e cometas.

- Explique que a Terra não é o único planeta a ter um satélite natural. Se possível, traga imagens e animações representando as luas de Saturno e de Júpiter. Pergunte se eles acham que esses satélites naturais também apresentam fases, assim como a Lua, ao serem observados do planeta que orbitam.

- Proponha as seguintes questões: “O que são os cometas? Por que um cometa tem cauda? De onde eles vêm?; “Existe alguma relação entre cometas e chuva de meteoros? Qual é a importância de estudá-los?”. Solicite que, em duplas, busquem respostas e, depois, discuta com toda a turma as respostas apresentadas.

- Trabalhe a leitura compartilhada do quadro **Saiba mais!** para que compreendam e diferenciem meteoritos e meteoros.

- Desafie-os a criar uma atividade em que devem identificar os astros do Sistema Solar. Pode ser um jogo de perguntas e respostas: um estudante escolhe um astro e o outro deve fazer perguntas para adivinhar a qual se refere. Essas perguntas só podem ser respondidas com sim ou não. Por exemplo, o grupo pode perguntar: “É um corpo menor do Sistema Solar?; “Gira em torno de um planeta?“. Ao realizar as atividades propostas por eles, assegure a manutenção de um ambiente colaborativo. Esta atividade promove a metodologia ativa e permite o desenvolvimento das **competências gerais 2, 4 e 9** da Educação Básica e das **competências específicas 2, 6 e 8** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, previstas pela BNCC.

Respostas – De olho no tema

1. Planetas-anões dividem sua órbita com outros corpos de massa equivalente, já os planetas são os objetos dominantes em suas respectivas órbitas. Outra diferença é que os planetas-anões são muito menores e menos massivos em relação aos planetas, porém esse não é um critério de classificação.

2. Resposta pessoal. Os estudantes podem citar Sol (estrela), Lua (satélite natural), Vênus (planeta), cometa, entre outros.

Orientações didáticas

• Comente com os estudantes que os planetas não estão apresentados em tamanhos proporcionais no infográfico, pois não caberiam nessa representação. A atividade proposta na seção **Explore** vai aprofundar as questões relacionadas às dimensões dos corpos celestes que compõem o Sistema Solar e as relações entre eles, deixando clara a dificuldade da sua representação em escala.

• Utilizando o infográfico, discuta a relação entre as dimensões dos planetas do Sistema Solar e o Sol, analisando as imagens e os dados fornecidos.

• Relacione as características dos planetas à sua distância média até o Sol. Comente que a distância está relacionada diretamente com a quantidade de calor recebida desse astro e a temperatura média de cada planeta. É importante também avaliar as informações referentes à atmosfera dos planetas, que tem relação com a temperatura de sua superfície. Oriente-os a associar esses fatores importantes com a presença de água líquida. Faça uma breve discussão sobre como a distância de um planeta em relação ao Sol pode influenciar na possibilidade de haver ou não vida, como a conhecemos, naquele planeta.

• É possível que percebam o seguinte padrão: quanto mais próximo do Sol, maior a temperatura média do planeta – com exceção de Vênus, que é o segundo mais próximo do Sol e o mais quente. Se julgar oportuno, explique que essa exceção se deve à atmosfera desse planeta, que é muito densa e composta principalmente de gás carbônico, o que resulta em muita retenção de calor devido a um intenso efeito estufa.

• A informação da temperatura média de cada planeta, no caso dos planetas internos, é referente à temperatura na superfície. No caso dos planetas externos, refere-se à temperatura em um nível da atmosfera com pressão igual à pressão atmosférica terrestre ao nível do mar.

EBER E VANGELISTA/ARQUIVO DA EDITORA

Características dos planetas do Sistema Solar

Planetas internos

Nome	Mercúrio	Vênus	Terra	Marte
Distância aproximada do Sol	57 900 000 km	108 200 000 km	149 600 000 km	228 000 000 km
Diâmetro aproximado	4 879 km	12 104 km	12 756 km	6 792 km
Temperatura média	167 °C	464 °C	15 °C	-65 °C
Satélites naturais conhecidos	Não possui.	Não possui.	1 (Lua)	2
Características gerais	Tem muitas crateras em sua superfície, produzidas pelos choques de cometas e asteroides, assim como ocorre com a superfície da Lua. Sua atmosfera é muito tênue, quase inexistente.	É o planeta mais brilhante do céu, visto da Terra. Por aparecer sempre após o pôr do sol ou antes do amanhecer, recebe os nomes de estrela-d'alva ou estrela vésper.	Atualmente, é o único planeta conhecido com abundância de água no estado líquido e com condições para a existência de vida como a conhecemos. É o maior dos planetas rochosos.	Também é conhecido como Planeta Vermelho, pois sua superfície tem coloração avermelhada. Visto da Terra, a intensidade de seu brilho varia bastante ao longo de sua trajetória em torno do Sol.

Planetas externos

Nome	Júpiter	Saturno	Urano	Netuno
Distância aproximada do Sol	778 500 000 km	1 432 000 000 km	2 867 000 000 km	4 515 000 000 km
Diâmetro aproximado	142 984 km	120 536 km	51 118 km	49 528 km
Temperatura média	-110 °C	-140 °C	-195 °C	-200 °C
Satélites naturais conhecidos	79	82	27	14
Características gerais	É o maior planeta do Sistema Solar. Tem anéis, porém são de difícil visualização. Das 79 luas existentes, apenas 53 estão confirmadas e nomeadas, as demais aguardam confirmação.	É o segundo maior planeta do Sistema Solar e tem anéis bem evidentes, que são constituídos principalmente de grãos e de gelo.	Tem anéis, mas são de difícil visualização. Apresenta coloração azulada produzida pela combinação de gases em sua atmosfera. Seu eixo de rotação tem inclinação de quase 90 graus.	Sua existência foi deduzida por cálculos matemáticos e só depois confirmada por observação. Tem anéis de difícil visualização.

Os planetas e o Sol não estão representados com tamanhos proporcionais por uma questão de escala. Para que isso fosse feito, os planetas gasosos deveriam ter aproximadamente o dobro do diâmetro apresentado nessa representação esquemática. No entanto, os tamanhos dos planetas rochosos estão em proporção entre si. Da mesma forma, os tamanhos dos planetas gasosos estão em proporção entre si. (Cores-fantasia.)

Fontes: Elaborado com base em *Solar System Exploration*. Nasa Science. Disponível em: <https://solarsystem.nasa.gov/planets/overview/>. SOLAR System Temperatures. *Solar System Exploration*. Nasa Science. Disponível em: <https://solarsystem.nasa.gov/resources/681/solar-system-temperatures/>. Acessos em: 10 ago. 2022.

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

194

Sugestão de recurso complementar

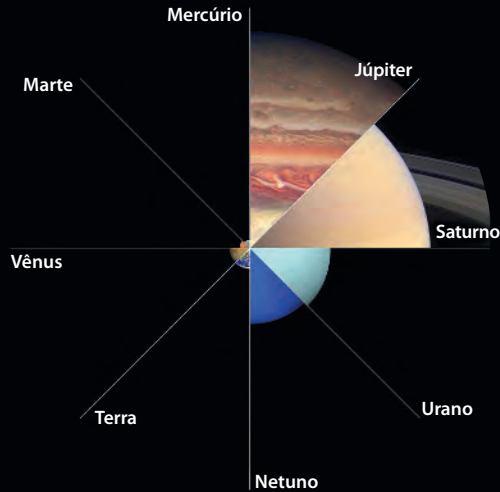
Filme

VIAGEM aos limites do Universo. National Geographic. Direção de Yavar Abbas. Estados Unidos e Reino Unido, 2008. (91 min.)

Esse documentário da National Geographic mostra parte do Sistema Solar, passando por galáxias, quasares, pulsares, buracos negros, percorrendo todo o Universo até o limite conhecido.

Comparando dimensões e distâncias dos astros do Sistema Solar

Comparação entre os planetas do Sistema Solar



Raios dos planetas: Mercúrio: 2440 km; Marte: 3390 km; Vênus: 6052 km; Terra: 6371 km; Netuno: 24622 km; Urano: 25362 km; Saturno: 58232 km; Júpiter: 69911 km.

Comparação entre Terra e Júpiter

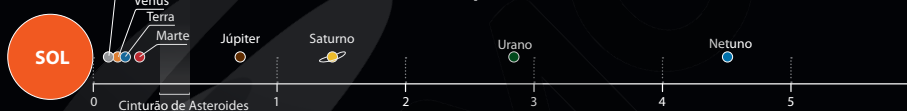


Quando se observa o Sistema Solar em escala, percebe-se quanto o Sol é maior que os planetas desse conjunto de corpos celestes. (Cores-fantasia.)

Comparação entre Júpiter e o Sol



Distância média dos planetas em relação ao Sol (em bilhões de quilômetros)



O Sol e os planetas não estão representados com tamanhos proporcionais por uma questão de escala. Caso estivessem, os planetas estariam tão pequenos que não conseguiríamos visualizá-los. (Cores-fantasia.)

Fonte: Esquemas comparativos elaborados com base em *A matter of scale, our cosmic backyard*. CALIFORNIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY. JPL Infographics, 9 abr. 2018. Disponível em: <https://www.jpl.nasa.gov/infographics/a-matter-of-scale-our-cosmic-backyard>; WILLIAMS, D. R. *Planetary fact sheet – metric*. Nasa Goddard Space Flight Center, 27 dez. 2021. Disponível em: <https://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/>. Acessos em: 26 jul. 2022.

195

Orientações didáticas

- Ao avaliar os dados desse infográfico com cuidado, os estudantes serão capazes de argumentar sobre a viabilidade da sobrevivência humana fora da Terra, considerando as distâncias envolvidas, além das características dos planetas. Retome o conhecimento prévio deles sobre as condições necessárias à vida como a conhecemos. Essa atividade possibilita o desenvolvimento da habilidade **EF09CI16** da BNCC.

- Para trabalhar esse assunto utilizando uma metodologia inovadora, proponha que, em grupos, eles criem um jogo de trilha sobre os planetas. Eles devem criar obstáculos ao longo do percurso que serão transpostos por meio da resposta correta a questões sobre o Sistema Solar e os corpos celestes que o compõem. Incentive-os a ilustrar o tabuleiro com representações de planetas e satélites, que podem ser colagens ou desenhos. Depois de prontos, os grupos devem trocar entre si os jogos elaborados para que todos possam responder a diferentes perguntas sobre o assunto.

- É possível ainda fazer relações matemáticas com as distâncias entre os planetas e o Sol e suas dimensões. Aborde esse tema de maneira interdisciplinar com o componente curricular Matemática e evidencie as gigantescas diferenças de dimensão que existem no Sistema Solar.

- Retome conceitos já desenvolvidos anteriormente, como o movimento de rotação e o de translação dos planetas.

- Comente que o tempo de rotação e translação dos planetas no Sistema Solar é diferente para cada um. Se julgar pertinente, peça a eles que pesquisem quanto tempo cada planeta demora para completar uma volta em torno do Sol e calculem quantos anos eles teriam em cada um desses planetas. Quanto mais distante um planeta encontra-se do Sol, maior o tempo para fazer esse trajeto. Se preferir, apresente o *site* mencionado na **Sugestão de recurso complementar**.

Sugestão de recurso complementar

Site

YOUR AGE on other worlds. Exploratorium.

O *site* (em inglês) apresenta informações sobre o período de rotação e de translação dos planetas, além de disponibilizar uma ferramenta para calcular a idade de uma pessoa em cada um deles.

Disponível em: <https://www.exploratorium.edu/ronh/age/>. Acesso em: 11 ago. 2022.

Respostas – Atividades

1. Em geral, os povos antigos observavam o céu com finalidades práticas como perceber as épocas de seca e de chuvas, bem como a melhor época para caça, plantio e colheita. Isso é possível porque há padrões astronômicos que coincidem com as épocas do ano, como as constelações visíveis no céu noturno e o movimento aparente do Sol no céu diurno. Esta atividade está relacionada à habilidade **EF09CI15** da BNCC.

2. a) Falsa. Ano-luz é uma unidade de comprimento utilizada para medir distâncias. b) Falsa. Um parsec equivale a cerca de 3,26 anos-luz. Uma unidade astronômica equivale a aproximadamente 150 milhões de km. c) Verdadeira. d) Falsa. Os planetas externos do Sistema Solar são: Júpiter, Saturno, Urano e Netuno.

3. Meteoros são fenômenos luminosos que ocorrem pelo atrito de objetos interplanetários na atmosfera. As rochas que resistem a esse atrito e atingem a superfície são chamadas de meteoritos. Para corrigir o problema, a inscrição do cartaz deve ser "Exposição de meteoritos".

4. Porque esses planetas refletem a luz solar.

5. O Sol é a fonte de luz e de calor para os planetas do Sistema Solar (apoio). Netuno é o planeta mais distante do Sol e tem uma temperatura média de $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$, menor que todos os demais (dados). Portanto, o planeta mais frio do Sistema Solar é Netuno (conclusão), com certeza (qualificador). Isso acontece porque, quanto mais distante do Sol, menos calor o planeta recebe (garantia). A conclusão poderia ser diferente se houvesse outros fatores que influenciassem os dados – por exemplo, composição diferenciada da atmosfera, como ocorre com Vênus (refutador). Esta atividade favorece o desenvolvimento da **competência geral 7** da Educação Básica e da **competência específica 2** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, previstas pela BNCC, ao estimular os estudantes a argumentarem com base em dados, fatos e informações confiáveis, compreendendo conceitos fundamentais e estruturas explicativas próprias das Ciências da Natureza.

6. a) Além do Amapá, megálitos brasileiros já foram encontrados em diversas localizações, como nos estados de Alagoas, Bahia, Mato Grosso, Rio Grande do Sul e Roraima. b) Os encontrados no Amapá tiveram a idade estimada em cerca de mil anos. c) Acredita-se que esses monumentos estavam relacionados a observações astronômicas e a práticas religiosas e sagradas. Ao valorizar o compartilhamento



Atividades ▶ TEMAS 1 A 3

REGISTRE EM SEU CADERNO

ORGANIZAR

1. Cite alguns objetivos pelos quais os povos do passado observavam e estudavam os astros no céu, explicando a relação entre os fenômenos astronômicos e esses objetivos.
2. Avalie cada frase a seguir como verdadeira ou falsa e transcreva em seu caderno as falsas, corrigindo-as.
 - a) Ano-luz é uma unidade utilizada para medir tempo.
 - b) Uma unidade astronômica equivale a cerca de 3,26 anos-luz.
 - c) O Sol é o maior corpo celeste do Sistema Solar.
 - d) Os planetas externos do Sistema Solar são: Júpiter, Saturno, Urano e Mercúrio.

ANALISAR

3. Em uma feira de ciências havia um cartaz com a inscrição "Exposição de meteoros" e diversas rochas expostas com diferentes tamanhos e formatos. O que havia de errado com essa exposição e como corrigir esse problema?
4. Se olharmos para o céu numa noite clara sem Lua, os objetos mais brilhantes que vemos são os planetas Vênus, Marte, Júpiter e Saturno. Também percebemos um número muito grande de estrelas que são exatamente iguais ao nosso Sol, embora muito distantes de nós.

Fonte: HAWKING, S. W. *Uma breve história do tempo: do Big Bang aos buracos negros*. Trad. Maria Helena Torres. Rio de Janeiro: Rocco, 1988. p. 61.

- Por que durante a noite os planetas Vênus, Marte, Júpiter e Saturno são vistos como objetos brilhantes?
5. Qual é o planeta mais frio do Sistema Solar? Responda com um argumento científico com: dado, conclusão, qualificador, apoio, garantia e refutador.

COMPARTILHAR

6. A Arqueoastronomia é uma ciência que busca identificar como os fenômenos astronômicos influenciavam o cotidiano de sociedades antigas, baseando-se para isso na análise dos vestígios deixados por elas, como ruínas de edificações, calendários, pinturas e mitologias. Entre os objetos de estudo há os megálitos, que são grandes estruturas feitas com rochas, construídas por povos do passado com finalidade religiosa, para funerais ou como forma de prever eventos astronômicos. A imagem mostra um monumento megalítico localizado no estado do Amapá. Em grupo, colem mais informações sobre megálitos brasileiros, como:

- a) Além do Amapá, onde mais podem ser encontrados?
 - b) Em que época foram elaborados?
 - c) Qual é o significado dessas estruturas?
- Produzam um vídeo em forma de documentário de curta duração apresentando as informações e as imagens que vocês coletaram. Após a validação do professor, compartilhem com os colegas e a comunidade escolar e, depois, respondam: essa pesquisa mudou a visão que vocês tinham sobre os povos brasileiros antigos?

Monumento megalítico localizado no Parque Arqueológico do Solstício (Calçoene, AP, 2016).



196

dos conhecimentos construídos por meio de tecnologias digitais de comunicação, esta atividade promove o trabalho com a **competência geral 5** da Educação Básica e com a **competência específica 6** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, previstas pela BNCC.



Relações afro-indígenas

A etnoastronomia dos africanos trazidos como escravos para o Brasil se misturou com a dos nativos do nosso país constituindo novas formas de saber.

[...]

No final do século XX, a investigação do conhecimento astronômico dos povos antigos despertou o interesse de especialistas de várias áreas do conhecimento, surgindo grande quantidade de publicações principalmente entre os antropólogos. Baseados em vestígios arqueológicos, documentos históricos, relatos de tradições orais e registros etnográficos, eles deram consistência a uma disciplina, denominada etnoastronomia, que podemos chamar de astronomia antropológica. Esta procura entender as concepções sobre o Universo de diversos grupos étnicos e culturais. O fato de os mesmos fenômenos astronômicos terem sido contemplados por diversos grupos humanos nos permite, ao comparar essas diferentes visões, aprender muito sobre as sociedades que as originaram, as diferentes culturas e o mundo em que vivemos. No Brasil, a etnoastronomia tem um grande potencial, em virtude da amplitude e diversidade étnicas nacionais, principalmente indígenas e afro-brasileiras. Além do Egito, somente os dogons, da região de Mali, África Ocidental, têm a astronomia extensivamente estudada e registrada. Os bantos e os iorubas têm o conhecimento astronômico muito pouco pesquisado, mesmo na África.

Atualmente, a influência cultural dos indígenas e dos africanos é dominante em todo o Brasil. Em geral, as comunidades que habitam longe das grandes cidades têm seus referenciais do céu herdados desses povos.

[...]

O Nascimento do Sol e da Lua

Para a maioria das etnias africanas e dos indígenas que habitavam o atual território brasileiro, o Sol e a Lua eram considerados do sexo masculino. O início do mês era marcado pelo primeiro filete da Lua crescente que aparece do lado oeste, ao pôr do sol, depois do dia da Lua nova.

Segundo os índios kaingang, no princípio do mundo havia dois sóis irmãos: Kamé ou Rã (Sol) e Kanyerú ou Kysã (Lua). Devido ao forte calor provocado pelos dois irmãos, os rios estavam secando, as florestas e as pessoas, ficando fracas. O Sol brigou com a Lua [...] ela então se enfraqueceu e se tornou a Lua atual. Ficou então criada a noite sob domínio da Lua, para dar frescor à Terra. O Sol permaneceu com o domínio do dia, dando o seu calor à Terra. A alternância entre esses dois pares opostos e complementares, Kamé e Kanyerú, é que possibilita a vida na Terra.

Fonte: AFONSO, G. Relações afro-indígenas. *Scientific American Brasil*: etnoastronomia, São Paulo, n. 14, 2006.

ATIVIDADES

REGISTRE EM SEU CADERNO

1. Qual é, na sua opinião, a importância do estudo sobre os conhecimentos dos povos indígenas e africanos que viveram e ainda vivem no Brasil?
2. Você conhece outras lendas sobre o Sol e a Lua? Pesquise lendas africanas ou indígenas envolvendo esses dois astros. Quais são as semelhanças e as diferenças entre as lendas pesquisadas e a lenda dos índios kaingang?

197

Sugestão de recurso complementar

Livro

GALDINO, L. *A astronomia indígena*. São Paulo: Nova Alexandria, 2015.

O livro apresenta informações variadas sobre registros arqueológicos relacionados ao conhecimento astronômico de povos antigos do território brasileiro.

Orientações didáticas

- Solicite aos estudantes que leiam o texto dessa seção **Pensar Ciência** individualmente, de forma silenciosa, buscando compreender por meio de inferências os termos que não conhecem. Estipule um tempo para a leitura. Depois, solicite que compartilhem o que compreenderam e apresentem uma opinião sobre a importância do conhecimento dos povos originários em relação aos fenômenos naturais. Para sistematizar a atividade, peça-lhes que, em duplas, elaborem um mapa de ideias sobre o que aprenderam.

- Pergunte sobre concepções que consideram a existência de apenas uma forma de conhecimento válido e sobre a importância da valorização e do respeito aos saberes construídos por diferentes culturas na construção de uma sociedade justa, ética e democrática.

- As discussões e as reflexões desta seção possibilitam o desenvolvimento da habilidade **EF09CI15** da BNCC e o trabalho com o **TCT – Educação para valorização do multiculturalismo nas matrizes históricas e culturais Brasileiras**.

Respostas – Pensar Ciência

1. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes identifiquem a importância do conhecimento dos povos originários como forma de valorização e respeito à sua cultura.

2. Resposta pessoal. Oriente-os a procurar informações sobre as culturas indígena e africana em fontes confiáveis. Para contribuir para a atividade com a indicação de outras lendas, convide o professor do componente curricular Arte. Esta atividade possibilita o desenvolvimento da **competência geral 3**, da Educação Básica, prevista pela BNCC.

Orientações didáticas

- Durante a abordagem desse Tema, apresente em detalhe a imagem “Algumas estrelas da Via Láctea”, chamando a atenção para a diferença de tamanho entre elas. Mencione que, apesar de existirem estrelas maiores que o Sol, a maior parte delas apresenta tamanho equiparável ao dele.

- Descreva como ocorrem as reações de fusão nuclear responsáveis pela geração de luz e calor. O calor do Sol é um dos fatores relacionados à existência de vida na Terra como a conhecemos.

- Explique que as estrelas podem ser caracterizadas de acordo com seu tamanho, seu brilho, sua cor, sua temperatura, sua massa, entre outras características, e que seu processo de evolução é determinado principalmente pela massa.

- Peça a eles que façam uma leitura silenciosa do quadro **Saiba mais!** e explique que a referência da massa das estrelas é a massa do Sol – uma estrela de baixa massa tem massa entre 0,08 e 0,8 vezes a do Sol; uma de massa intermediária tem massa entre 0,8 e 8 vezes a do Sol; e uma estrela massiva tem massa mais de 8 vezes a do Sol.

- Muitos termos que aparecem nesse Tema não são de uso comum dos estudantes; logo, tente resolver todas as dúvidas apresentadas em sala de aula sempre que houver oportunidade. Pode ser interessante propor um glossário ilustrado de Astronomia. O glossário pode ser feito de forma digital e disponibilizado na página da escola ou em rede social para consulta de todos. A atividade permite o desenvolvimento das **competências gerais 2, 4 e 5** da Educação Básica e das **competências específicas 2, 3 e 6** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, previstas pela BNCC.



O Sol e outras estrelas

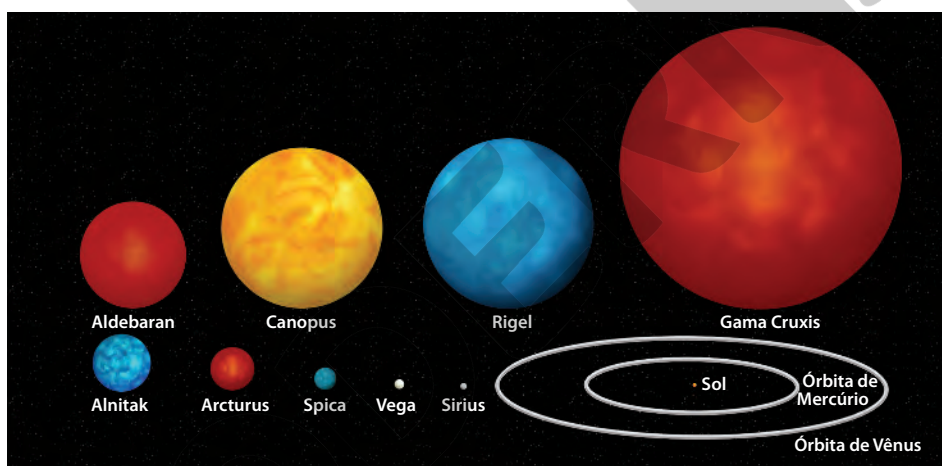
O Sol, estrela do Sistema Solar, serve de base de comparação ao estudo de outras estrelas.

Evolução estelar

As transformações pelas quais passa uma estrela desde sua formação são denominadas **evolução estelar**. Esse é um processo que pode levar bilhões de anos, o que torna o seu estudo algo complexo que depende da análise de diversas estrelas em diferentes estágios de evolução e de modelos computacionais, para ser realizado.

O modo como ocorre a evolução de uma estrela é determinado principalmente por sua massa.

Algumas estrelas da Via Láctea



Representação esquemática de algumas estrelas da Via Láctea com a finalidade de comparação do tamanho e da cor. Embora haja estrelas muito maiores que o Sol, a maioria das estrelas apresenta tamanho semelhante ao dele. (Cores-fantasia.)

Fonte: HETEM, J. C. G. *Classificação estelar: as estrelas não são iguais*. São Paulo: USP; Univesp, 2012. Disponível em: https://midia.atp.usp.br/impessos/lic/modulo01/estrelas_PLC0006/Estrelas_top02.pdf. Acesso em: 18 abr. 2022.

Saiba mais!

MASSA SOLAR

A unidade de medida de massa das estrelas é a massa solar. O padrão dessa unidade de medida é a massa do Sol, que equivale a aproximadamente $1,9 \cdot 10^{30}$ kg. Por exemplo: se uma estrela tem massa equivalente a 8 vezes a massa do Sol, dizemos que ela tem 8 massas solares.

Nascimento das estrelas

As estrelas se originam em gigantescas nuvens de gás e poeira interestelares denominadas **nebulosas**. Eventualmente, em uma região dessas nebulosas, a matéria começa a se aglomerar em determinado ponto por ação da gravidade. Esse centro agrega cada vez mais matéria, fazendo com que ela se aqueça, dando origem a uma **protoestrela**, a primeira fase da vida de uma estrela. Esse processo ocorre simultaneamente em diversos pontos de uma nebulosa, dando origem a diversas estrelas.

A matéria continua se acumulando até que haja tanta massa comprimida que, por ação da força da gravidade, os átomos de hidrogênio no núcleo começam a se fundir num processo denominado **fusão nuclear**. Nesse momento a estrela se consolida e entra numa etapa denominada **sequência principal**, que dura a maior parte de sua vida.



Nebulosa Carina em imagem feita pelo telescópio espacial James Webb (2022). Nessa nebulosa há um intenso processo de formação de estrelas ocorrendo.

Evolução do Sol e de estrelas semelhantes

No núcleo das estrelas da sequência principal ocorre a fusão dos átomos de hidrogênio, resultando na formação de átomos de hélio (He), que se acumula no próprio núcleo, e na liberação de muita energia. É o caso da luz emitida pelo Sol, que ilumina a Terra e todos os outros astros do Sistema Solar.

Entretanto, após um determinado período, o hidrogênio disponível no núcleo da estrela para a fusão nuclear se extingue, e ela deixa a etapa da sequência principal. A duração desse período depende da massa da estrela: quanto mais **massiva**, maior será a ação da força da gravidade em seu núcleo e mais rapidamente o hidrogênio será consumido. Quanto menor for a massa da estrela, mais lentamente o hidrogênio será consumido. O Sol e outras estrelas com massa semelhante permanecem na sequência principal por aproximadamente 10 bilhões de anos e depois seguem, de forma geral, um mesmo destino.

Estima-se que o Sol surgiu e entrou na sequência principal há aproximadamente 4,6 bilhões de anos, e que ainda permanecerá nessa fase por cerca de 5 bilhões de anos. Quando não houver mais hidrogênio no núcleo solar disponível para a fusão nuclear, essa parte do Sol se contrairá e se aquecerá. As altíssimas temperaturas do núcleo contraído ocasionarão a expansão e o resfriamento das camadas exteriores do Sol, transformando-o em uma estrela **gigante vermelha**.

O núcleo continuará a se contrair, promovendo a fusão do hélio no interior do núcleo até formar um núcleo **inerte** de carbono e oxigênio com uma camada de hélio ao redor. Essa camada de hélio se expandirá e se contrairá, o que causará a ejeção das camadas mais externas, dando origem a uma **nebulosa planetária**. No centro dessa nebulosa restará o núcleo exposto da estrela, que terá aproximadamente o diâmetro da Terra. Essa estrutura é denominada **anã branca**.

Glossário

Inerte: nesse contexto, que não realiza fusão nuclear.

Massivo: com enorme quantidade de matéria, massa.

199

Orientações didáticas

- Pergunte se eles já tiveram a oportunidade de ver o céu noturno sem poluição luminosa. Nessas condições, eventualmente, é possível ver a olho nu pequenas manchas esbranquiçadas, sendo que algumas delas são nebulosas onde estão se formando novas estrelas.

- Por se formarem conjuntamente em grandes nebulosas, as estrelas existem em agrupamentos no início de suas vidas, denominados aglomerados abertos. Estimule os estudantes a tentarem visualizar esses aglomerados de estrelas “recém-nascidas” ou mostre-os em um simulador de céu como o mencionado na **Sugestão de recurso complementar**.

- Comente que se acredita que as estrelas sejam as responsáveis pela formação da maior parte da matéria existente no Universo além do hidrogênio. Estrelas com massas menores que 0,08 vez a do Sol não contribuem para a síntese de elementos químicos, pois não realizam fusão nuclear. Nesse processo de fusão nuclear, elementos cada vez mais pesados são formados, caso a estrela tenha massa suficiente para gerar temperaturas internas mais elevadas. A fusão do hélio gera o carbono, cuja fusão forma o oxigênio. Quando a estrela chega ao final de seu processo evolutivo, os átomos formados são lançados ao espaço como parte da nebulosa planetária. É por isso que, atualmente, existem no Universo elementos químicos mais pesados que o hidrogênio que formam os planetas rochosos e possibilitam a existência de vida. (Mais pesado, nesse contexto, refere-se a elementos com maior número de prótons.) No caso de estrelas semelhantes ao Sol, esses elementos são, principalmente, hélio, carbono e oxigênio.

Sugestão de recurso complementar

Simulador

STELLARIUM Web.

Neste *site* há um simulador *on-line* no qual é possível visualizar o céu de qualquer lugar do mundo na data e no horário especificados. Com a opção de *zoom*, também é possível ampliar a visualização, simulando a visão em um telescópio.

Disponível em: <https://stellarium-web.org/>. Acesso em: 11 ago. 2022.

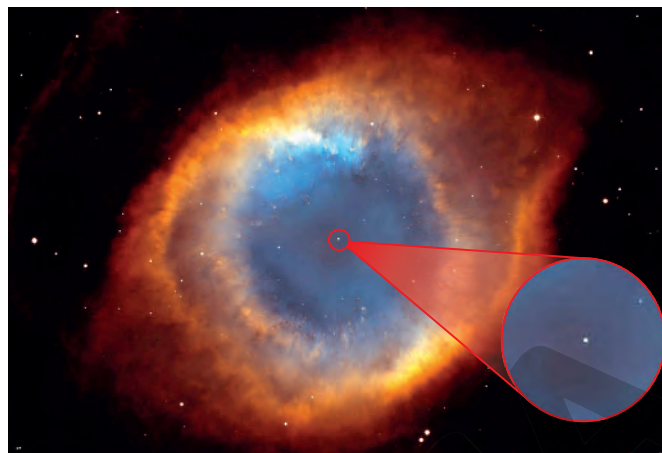
Orientações didáticas

- Ao mencionar as nebulosas planetárias, que se formam no final da evolução de estrelas semelhante ao Sol, explique o motivo desse nome para evitar confusão com o conceito de planeta. Quando as primeiras nebulosas foram observadas, no século XVIII, os telescópios tinham uma resolução muito baixa, e o que se via era apenas um objeto esférico com brilho difuso, muito semelhante à imagem de um planeta quando visto pelos mesmos telescópios. Porém, sabia-se que, apesar da semelhança, não eram planetas porque não se moviam em relação às estrelas. Por esse motivo foram nomeados dessa forma. Se possível, apresente mais imagens de nebulosas planetárias, que podem ser encontradas facilmente na internet, principalmente no *site* da Nasa.

- Por meio da imagem “Evolução estelar do Sol”, apresente as fases de vida do Sol, desde seu nascimento até o momento em que se torna uma gigante vermelha, passando pela fase de nebulosa planetária, até se tornar uma anã branca. A análise dessa imagem e as atividades do quadro **De olho no tema** ao final deste Tema permitem o desenvolvimento da habilidade **EF09CI17** da BNCC. Complemente-a discutindo os efeitos dessa evolução para o planeta Terra.

- Apresente aos estudantes a afirmação “somos poeira de estrelas” e proponha que, em duplas, elaborem pequenos textos argumentativos sobre esse tema, de modo que defendam seu ponto de vista sobre a afirmação. Analise os argumentos apresentados e como fatos e dados científicos são empregados em seus textos.

Nebulosa planetária de Hélix em imagem feita pelo telescópio Hubble (2004). Ao centro é possível ver a anã branca. Estima-se que o Sol formará uma nebulosa semelhante ao final de sua vida.



NASA/WYNNO AOE/SASHUBBLE/HELIX NEBULA TEAM/M. MEIXNER (STSC)/T. A. HECTOR (IRAD)

Embora inerte, a anã branca ainda será muito quente e permanecerá emitindo radiação, o que dissipará a nebulosa ao longo de alguns milhares de anos. Supõe-se que seu brilho pode perdurar por dezenas de bilhões de anos enquanto ela se resfria lentamente, e que, ao final desse processo, restará um corpo celeste frio, denso e escuro denominado **anã negra**.

Evolução estelar do Sol



Representação esquemática dos estágios da evolução estelar do Sol, segundo teorias vigentes. (Imagem fora de escala; cores-fantasia.)

Fonte: DELIA, F. O Sol está morrendo e varrerá a vida terrestre no processo. *Agência Universitária de Notícias*, n. 46, ed. 53, 2013. Disponível em: <http://www.usp.br/aun/antigo/exibir?id=5336&ed=947&f=10>. Acesso em: 28 jul. 2022.

Como a evolução estelar do Sol afetará a Terra

Ao longo do processo de transformação em uma gigante vermelha, a radiação solar que atingirá a Terra será muito mais intensa, aumentando a temperatura na superfície terrestre para cerca de 700 °C. A essa temperatura, a água nos oceanos será completamente evaporada. A atmosfera também desaparecerá, pois os átomos e as moléculas estarão se movendo a velocidades tão altas que se desprenderão da atração gravitacional da Terra.

Estima-se que o Sol como uma gigante vermelha terá seu raio aumentado em, pelo menos, 200 vezes, englobando as órbitas de Mercúrio, Vênus e Terra.

200

Sugestão de recurso complementar

Vídeo

DE POEIRA Estelar a Supernovas: O Ciclo de Vida das Estrelas. 2018. (11 min). Publicado pelo canal *Ciência Todo Dia*.

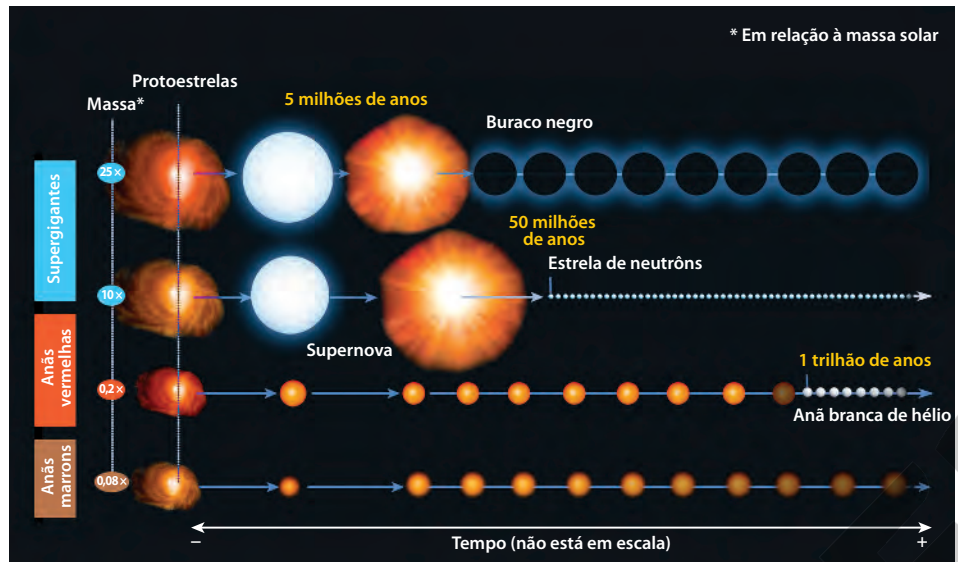
O vídeo apresenta uma explicação sobre o ciclo de vida das estrelas.

Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=1wPSGIV84aI>. Acesso em: 24 ago. 2022.

Evolução de outros tipos de estrela

De acordo com a quantidade de massa, as estrelas podem ser classificadas em: anãs marrons, anãs vermelhas, estrelas médias (semelhantes ao Sol) e supergigantes, entre outras classes. As estrelas mais quentes e mais massivas têm um tempo de vida mais curto.

Evolução estelar em estrelas de massas diferentes



- **Supergigantes:** essas estrelas esgotam rapidamente o hidrogênio do núcleo, gerando, pela fusão nuclear, elementos cada vez mais pesados, como carbono e silício, até o ferro. Quando o núcleo está preenchido por ferro, a fusão nuclear não é mais viável e, em apenas alguns segundos, a estrela explode. Esse fenômeno é conhecido como **supernova**. As supernovas formam uma nebulosa, que é o material remanescente da explosão, no centro da qual fica um objeto remanescente da estrela. Em estrelas com massa solar entre 10 e 25, o objeto formado é uma **estrela de nêutrons**, que é extremamente compacta, quente e densa. Em estrelas com mais de 25 massas solares, o objeto formado é um **buraco negro**, que é ainda mais denso que uma estrela de nêutrons.
- **Anãs vermelhas:** sua massa é suficiente para realizar a fusão nuclear apenas do hidrogênio. Então, após converter todo o hidrogênio de seu núcleo em hélio ao longo de um período que pode se estender por um trilhão de anos, transformam-se em anãs brancas de hélio.
- **Anãs marrons:** objetos de massa tão pequena que não atingem temperatura suficiente para realizar fusões nucleares. Elas apenas resfriam e tornam-se um corpo sólido que não produz energia.

Representação esquemática da evolução de alguns tipos de estrela. As informações de tempo correspondem ao tempo aproximado do ciclo de vida de cada estrela. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Fonte: Elaborado com base em GOLDSMITH, D. The far, far future of stars. Sci Am, v. 306, p. 37, 2012.

De olho no tema

1. Como as estrelas se formam?
2. Quais serão as fases estelares posteriores que o Sol terá?

201

Respostas – De olho no tema

1. O acúmulo e a contração de matéria em uma nebulosa resulta em uma protoestrela que, posteriormente, se passa a realizar fusão nuclear em seu interior, vira uma estrela.
2. Gigante vermelha, nebulosa planetária, anã branca e anã negra.

Orientações didáticas

- Faça, com os estudantes, a leitura da imagem “Evolução estelar em estrelas de massas diferentes”, detalhando as variações nos ciclos de vida dos diferentes tipos de estrela que podem ser encontrados no Universo.

- Eles podem ter concepções equivocadas sobre os conceitos “estrela de nêutrons” e “buraco negro”, especialmente o segundo, porque são assuntos muito comentados na cultura popular de maneira pouco técnica. Por isso, se julgar pertinente, dê mais detalhes sobre isso. As estrelas de nêutrons têm esse nome porque, devido às enormes forças envolvidas nas explosões de supernova que as geram, os elétrons da matéria que as compõem fundem-se aos prótons e geram nêutrons, que é o principal componente desse objeto. Seu diâmetro é em torno de apenas 20 km, o tamanho de uma cidade média, e tem por volta de duas massas solares, por isso sua densidade é tão elevada. Supõe-se que as estrelas de nêutrons tenham uma fina atmosfera de ferro vaporizado. Quanto ao buraco negro, apesar do nome, não se trata de um buraco, e sim de uma região no espaço com densidade tão elevada que extrapola os limites físicos da própria matéria. Como resultado, há um limite esférico em torno desse objeto, chamado horizonte de eventos, do qual nada escapa, nem mesmo a luz. No caso de um buraco negro gerado em uma explosão de supernova (buracos negros estelares), sua massa é por volta de 3 a 10 massas solares, e o horizonte de eventos tem cerca de 30 km de diâmetro. Há outros tipos de buracos negros, mas originados de outras formas: os supermassivos, com 1 milhão de massas solares ou mais, e os intermediários, com 100 a 1 milhão de massas solares.

- Assim como as nebulosas planetárias, as explosões de supernovas dispersam no Universo elementos químicos mais pesados que o hidrogênio, porém em quantidade e diversidade muito maiores, pois muito mais material é ejetado e muitos outros elementos são formados. Até o momento da explosão, a estrela forma, pelo processo de fusão nuclear, principalmente, os elementos formados por estrelas como o Sol mais néon, manganês, silício, enxofre e ferro. Durante a explosão, todos os elementos conhecidos na natureza mais pesados que o ferro são formados e ejetados. Por isso, as supernovas também são importantes fontes de elementos mais pesados que o hidrogênio no Universo.

- Com relação à anã marrom, embora ela tenha sido abordada, alguns autores não a classificam como estrela, e sim como um objeto intermediário entre uma estrela e um planeta, pois não realiza fusão nuclear.

Orientações didáticas

- A possibilidade de vida fora da Terra é um assunto que costuma despertar a curiosidade e o interesse dos estudantes, por isso aproveite para mediar discussões, ampliando os conceitos que serão abordados.
- Para ampliar o interesse pelo Tema, solicite que pesquisem notícias com informações a respeito de condições de vida fora do planeta Terra e levem para a sala de aula para discutir com os colegas de turma.
- Retome também os conhecimentos prévios sobre as características compartilhadas pelos seres vivos da Terra. Baseando-se nessas informações, é possível deduzir algumas condições necessárias para a ocorrência de vida como a conhecemos.
- Se julgar pertinente, proponha uma pesquisa sobre a Astrobiologia, área da Ciência recente dedicada a estudar a origem, a evolução, a distribuição e o futuro da vida no Universo.
- Após essas discussões, eles terão argumentos para justificar a ocorrência de vida, da forma que conhecemos, somente na Terra, contemplando a habilidade **EF09CI16** da BNCC.



Ainda não é possível para a espécie humana habitar outros planetas.

A vida fora da Terra

Nas últimas décadas, descobertas trouxeram à tona a discussão sobre a possibilidade de vida extraterrestre. Entre essas descobertas estão a identificação de milhares de planetas orbitando outras estrelas que não o Sol, a detecção de substâncias orgânicas em Marte e evidências da presença de água líquida sob crostas congeladas em satélites naturais de Júpiter e de Saturno.

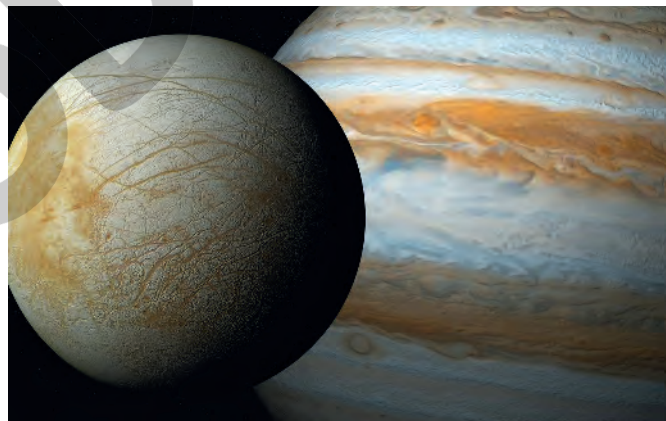
Condições para a presença de vida

Para que exista **habitabilidade**, ou seja, possibilidade de desenvolvimento de vida como a conhecemos, são necessárias diversas condições, entre as quais pode-se destacar:

- temperatura média que possibilite a existência de água no estado líquido. A água líquida é necessária, pois permite a ocorrência de reações químicas essenciais à vida;
- fontes de energia (luz estelar, calor interno ou energia química) para manter o metabolismo dos seres vivos;
- estabilidade e durabilidade de bilhões de anos, de modo que a vida possa se desenvolver.

Vários fatores são importantes para que um corpo celeste apresente essas condições, como a sua massa, a presença e a composição de uma atmosfera e a distância entre ele e a estrela que orbita. A região dentro de um sistema estelar que permite a existência de água no estado líquido na superfície de um planeta é denominado **zona habitável**.

Com possível oceano submerso, Europa, um dos satélites naturais de Júpiter, é um objeto promissor para estudos científicos sobre vida extraterrestre.



IAN135/ISTOCKPHOTO/GETTY IMAGES

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

202

Sugestão de recurso complementar

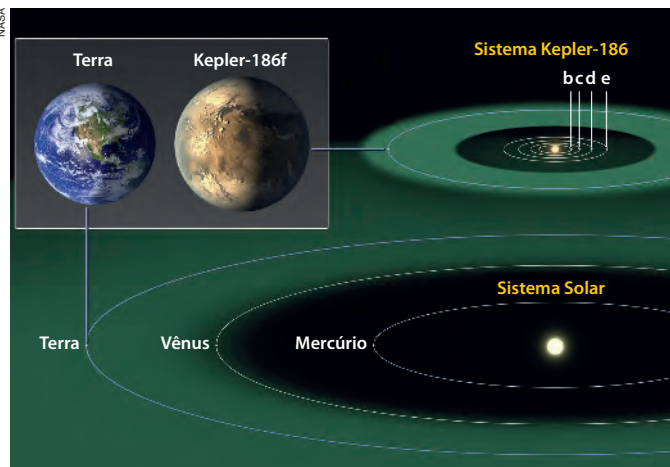
Livro

GALANTE, D. et al. Astrobiologia: uma ciência emergente. São Paulo: Tikinet, 2016.

O livro apresenta o conceito de Astrobiologia e diversos temas estudados nessa nova área de pesquisa.

Disponível em: <https://www.iag.usp.br/astrologia/sites/default/files/astrobiologia.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2022.

Características de habitabilidade, mesmo que parcialmente, já foram identificadas em outros planetas. Ainda assim, não foram encontradas evidências concretas de vida fora da Terra. O número de corpos celestes candidatos a abrigar vida tem aumentado, e eles ainda não foram totalmente estudados. Um exemplo é o Kepler-186f, um dos cinco **exoplanetas** detectados orbitando a estrela do sistema Kepler-186. Ele encontra-se dentro dos limites da zona habitável e foi o primeiro planeta com massa semelhante à da Terra descoberto fora do Sistema Solar. Esse sistema está localizado a cerca de 500 anos-luz e sua estrela é uma anã vermelha.



Representação artística comparando na mesma escala a zona habitável (em verde) do Sistema Solar e do sistema Kepler-186. (Cores-fantasia.)

Viagens interplanetárias e interestelares

As distâncias entre objetos celestes além do Sistema Solar, medidas muitas vezes em ano-luz, são muito grandes se comparadas às distâncias a que o ser humano está habituado.

A *Voyager 1* é uma sonda espacial lançada em 1977. Atualmente é o objeto lançado pelo ser humano que já foi mais distante. Após mais de 40 anos de viagem, está a cerca de 0,002 ano-luz de distância do Sol, o equivalente a aproximadamente 160 UA ou 24 bilhões de quilômetros. Ela está viajando a cerca de 61 200 km/h.

Se esse objeto espacial estivesse seguindo na direção da estrela mais próxima do Sistema Solar, *Proxima Centauri*, chegaria lá em cerca de 75 mil anos. Uma viagem para o planeta mais próximo da Terra, Vênus, à velocidade da *Voyager 1*, levaria quase 28 dias, considerando a menor distância média entre esses dois planetas. Como os objetos construídos pela humanidade têm velocidades baixíssimas se comparadas à velocidade da luz, viagens interplanetárias e interestelares com tripulação humana ainda não são possíveis.

Glossário

Exoplaneta: planeta localizado fora do Sistema Solar.

De olho no tema

Astrônomos dedicam-se a procurar exoplanetas desde o final do século XX. Uma das motivações desses cientistas é a possibilidade de encontrar um sistema planetário semelhante ao Sistema Solar e que poderia ser habitado por seres humanos. Faça uma lista de características que esse exoplaneta deve apresentar para possibilitar a sobrevivência humana fora da Terra. Em sua resposta, considere as condições necessárias à vida, as características dos exoplanetas e a ordem de grandeza das medidas astronômicas.

203

Orientações didáticas

- Converse com os estudantes sobre a dificuldade que teríamos com a tecnologia atual para realizar viagens interplanetárias e interestelares. Mostre que a distância entre os astros é extremamente grande e que essas viagens demorariam muito tempo, podendo chegar a centenas de milhares de anos. Foque também na radiação que há no espaço e nas dificuldades de proteger uma nave dessa radiação.

- Comente que, para realizar alguns objetivos, como fazer viagens interplanetárias, é necessário desenvolver novos conhecimentos e novas técnicas. Uma das maneiras mais eficientes de fazer isso é pensar de modo interdependente, ou seja, reunir pessoas com diferentes conhecimentos e habilidades para que debatam, trabalhem e aprendam umas com as outras, produzindo os novos conhecimentos.

- Peça a eles que pesquisem notícias sobre viagens espaciais promovidas por empresas privadas, em que os tripulantes são pessoas comuns que compram as viagens. Debata os aspectos positivos e negativos dessas viagens, consideradas turismo espacial. Ao propor esta discussão, permite-se desenvolver as **competências gerais 1, 6 e 7** da Educação Básica e as **competências específicas 3, 4 e 5** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, previstas pela BNCC.

- As abordagens propostas permitem o desenvolvimento da **competência específica 1** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, prevista pela BNCC, ao promover o reconhecimento da Ciência como um empreendimento humano e coletivo, além de contemplarem o **TCT – Ciência e Tecnologia**.

- A **Oficina 7 – A duração de uma viagem espacial** pode ser realizada ao final deste Tema. Nessa oficina, os estudantes farão um algoritmo para automatizar o cálculo de tempo de duração de viagens espaciais com diferentes destinos e veículos.

Resposta – De olho no Tema

Eles podem citar, por exemplo, que é necessário ter temperatura média adequada, a qual possibilite a existência de água no estado líquido e a sobrevivência humana. A água líquida é necessária porque permite a movimentação de partículas e a eventual formação de moléculas orgânicas complexas. Também é importante ter fontes de energia (luz estelar, calor interno ou energia química) para manter o metabolismo dos seres vivos. Além disso, o exoplaneta deveria estar a uma distância a que um equipamento construído por seres humanos fosse capaz de chegar em um tempo considerado viável, o que não é possível com a tecnologia atual. Esta atividade contempla a habilidade **EF09CI16** da BNCC.

Sugestão de recurso complementar

Artigo

OLIVEIRA, A. J. Teoria sugere que vida na Terra só foi possível graças a Júpiter. *Revista Galileu*, 20 jul. 2015.

A reportagem traz uma entrevista a um pesquisador da USP, que comenta sobre a importância de Júpiter para o equilíbrio das órbitas dos planetas no Sistema Solar e a consequente vida na Terra.

Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/Espaco/noticia/2015/07/teoria-sugere-que-vida-na-terra-so-foi-possivel-gracas-jupiter.html>. Acesso em: 11 ago. 2022.

Respostas – Atividades

1. As estrelas se formam em nuvens interestelares compostas de gases e poeira denominadas nebulosas.

2. A sequência principal é a fase mais duradoura e estável das estrelas. A principal característica delas nessa fase é que convertem hidrogênio em hélio pelo processo de fusão nuclear.

3. A proximidade de uma estrela está relacionada principalmente à temperatura de um planeta. Dependendo da distância em relação à estrela, a temperatura da superfície pode ser muito elevada, muito baixa ou ideal para a presença de água líquida, que é essencial para a vida como a conhecemos.

4. a) Falsa. Os estágios finais da evolução estelar dependem da massa da estrela.

b) Falsa. O Sol terminará sua vida como uma anã negra. c) Verdadeira.

5. A tirinha mostra o Sol fazendo uma previsão sobre umas das etapas finais de seu processo de evolução, na qual ele se expandirá como uma gigante vermelha e alcançará as órbitas de Mercúrio, Vênus e Terra, causando a "morte" desses planetas.

6. O conceito de zona habitável refere-se somente à possibilidade de existência de água líquida na superfície de um planeta com relação à energia que ele recebe de sua estrela. Mesmo que o planeta se encontre na zona habitável, pode não ter todas as condições necessárias para abrigar a vida humana, pois, para tal, precisa ter diversas características parecidas com as da Terra, como a presença de uma atmosfera adequada, necessariamente, e água líquida na superfície.

7. a) As mudanças de estações do ano. b) **Dado** que o Sol é a estrela fonte de luz e calor para todos os corpos celestes do Sistema Solar, inclusive a Terra, **conclui-se** que, provavelmente (**qualificador**), se o Sol se apagasse, a Terra poderia tornar-se uma bola de gelo. Isso porque o ponto de fusão da água é 0 °C (**apoio**). Sem o calor recebido do Sol, a Terra resfriaria abaixo de 0 °C e até a água da atmosfera congelaria (**garantia**). A não ser que, no processo de se apagar, o Sol se expandisse antes e destruísse a Terra (**refutador**). A execução desta atividade favorece o desenvolvimento da **competência geral 7** da Educação Básica e da **competência específica 2** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, previstas pela BNCC, ao estimular que os estudantes argumentem com base em dados, fatos e informações confiáveis, compreendendo conceitos fundamentais e estruturas explicativas próprias das Ciências da Natureza.

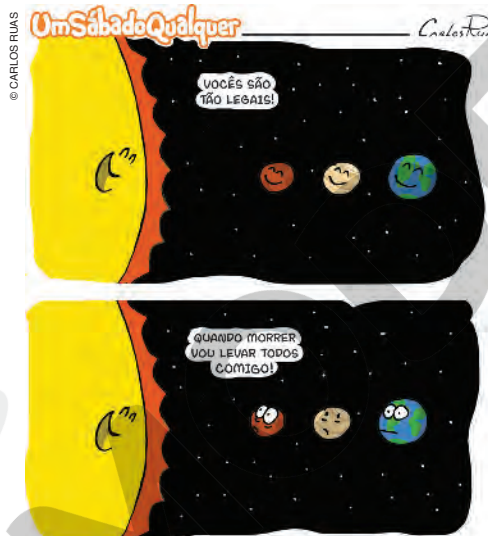


Atividades ▶ TEMAS 4 E 5

REGISTRE EM SEU CADERNO

ORGANIZAR

1. Onde as estrelas se formam?
2. O que é a sequência principal na evolução estelar? Cite a principal característica das estrelas nessa fase.
3. Como a proximidade de uma estrela influencia a presença de vida em um planeta?
4. Reescreva as afirmações erradas, corrigindo-as.
 - a) Os estágios finais da evolução estelar dependem da quantidade de planetas que fazem parte desse sistema.
 - b) O Sol, depois de passar pela fase de gigante vermelha, terminará sua vida como um buraco negro.
 - c) Como indicio de habitabilidade de um planeta, os pesquisadores procuram por água no estado líquido.
5. Com base no processo de evolução do Sol, explique a tirinha a seguir.



204

ANALISAR

7. Leia a tirinha e responda às questões.



- a) Qual fenômeno natural pode explicar as observações do personagem?
- b) É correta a preocupação do personagem de que, se o Sol apagar, a Terra vai virar uma bola de gelo? Responda com um **argumento científico** com **dado, conclusão, qualificador, apoio, garantia** e **refutador**.

COMPARTILHAR

8. Leia o trecho e faça o que se pede.

Para um astronauta poder viajar para o espaço, ele deve passar por um intenso treinamento físico. Isso ocorre porque seu corpo enfrentará condições de gravidade, temperatura, intensidade de luz solar, entre outras, a que jamais foi exposto.

- Em grupo, pesquisem os efeitos de missões espaciais de longa duração sobre o organismo de astronautas e o que eles fazem para minimizar esses problemas.
- Produzam um infográfico com essas informações e, após avaliação do professor, divulguem-no no site da escola ou em uma página eletrônica da turma.

8. De modo geral, o organismo dos astronautas se degrada mais rápido no espaço, o que aumenta o risco de desenvolver uma série de patologias, desde problemas de coluna, passando por osteoporose, até danos no sistema nervoso, além de mais chances de desenvolver câncer por causa da exposição à radiação no espaço. Esta atividade permite o desenvolvimento da **competência específica 6** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, prevista

pela BNCC, ao promover o uso de diferentes linguagens e tecnologias para se comunicar.

CALVIN HOBBS; BILL WATTERSON © 1987 WATTERSON/IST. BY ANDREWS MCMEEL SYNDICATION

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



As dimensões do Sistema Solar

Pela limitação do tamanho da folha de papel, a maioria das ilustrações do Sistema Solar não representa suas proporções de maneira correta. Uma forma mais acurada de representar o Sistema Solar é criar um modelo tridimensional, como o que vamos construir a seguir.

O primeiro passo para a construção de um modelo é a definição da escala que será utilizada. Por exemplo, se adotarmos a escala 600 000 000 : 1 (lê-se “seiscentos milhões para um”), o modelo será 600 milhões de vezes menor que o Sistema Solar real. Nessa situação, a Terra teria aproxima-

madamente 2 centímetros de diâmetro, mas a distância entre ela e o Sol seria de 250 metros!

Por outro lado, se adotarmos a escala 600 000 000 000 : 1 (lê-se: “seiscentos bilhões para um”), no modelo, o planeta Terra estaria a 25 centímetros do Sol, mas seria tão pequeno que mal conseguiríamos vê-lo a olho nu.

Como você pode perceber, é muito difícil construir um modelo do Sistema Solar utilizando a mesma escala para o tamanho dos astros e para a distância entre eles. Por esse motivo, vamos adotar duas escalas diferentes.

Construir o modelo

1. Em grupo, decidam quais escalas vocês utilizarão para o tamanho dos astros e para a distância entre eles. Copie a tabela no caderno e complete-a com os valores que vocês calcularem.

Astro	Diâmetro médio (em quilômetro)	Distância média até o Sol (em quilômetro)	Diâmetro na escala adotada (em centímetro)	Distância até o Sol na escala adotada (em metro)
Sol	1 400 000	—	■	—
Mercúrio	4 900	58 000 000	■	■
Vênus	12 100	108 000 000	■	■
Terra	12 800	150 000 000	■	■
Marte	6 800	228 000 000	■	■
Júpiter	140 000	778 000 000	■	■
Saturno	116 500	1 427 000 000	■	■
Urano	50 800	2 871 000 000	■	■
Netuno	49 200	4 500 000 000	■	■

Dados aproximados para fins didáticos.

Fonte: Elaborado com base em: AGÊNCIA ESPACIAL DOS ESTADOS UNIDOS (NASA). Disponível em: <https://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/>. Acesso em: 18 ago. 2022.

2. Escolham objetos esféricos com dimensões próximas às que vocês calcularam para representar os astros. Como o Sol é muito maior que os planetas, ele pode ser omitido do modelo, caso vocês julguem necessário.
3. Com a ajuda de uma trena, organizem os astros nas distâncias calculadas.

Interpretar e refletir

4. Observem o modelo concluído. Quais são as diferenças que vocês notaram entre ele e as ilustrações do Sistema Solar desta Unidade?
5. Quais são as vantagens que vocês perceberam na representação por modelo em comparação com a representação por ilustrações? E quais são as desvantagens?

Compartilhar

6. Produzam um texto explicativo sobre a adoção de duas escalas nesse modelo. Se possível, fotografem o modelo e criem legendas para essas imagens, indicando as medidas com suas escalas. Após aprovação do professor, compartilhem esse material no *blog* da turma ou em redes sociais.

Orientações didáticas

- Oriente os estudantes a nunca olharem diretamente para o Sol sem algum tipo de filtro, pois isso pode causar sérios problemas à visão.
- A atividade proposta favorece o exercício da curiosidade intelectual por meio da abordagem própria das ciências, além de promover procedimentos relacionados à investigação científica, mobilizando dessa forma a **competência geral 2** da Educação Básica e a **competência específica 2** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, previstas pela BNCC.

Respostas – Explore

1. Sugere-se adotar a escala de 600 000 000 : 1 para o diâmetro dos corpos celestes e a escala de 600 000 000 000 : 1 para a distância dos astros até o Sol. A seguir, as tabelas com as conversões para centímetro e metro, respectivamente, de acordo com as escalas adotadas.

Astro	Diâmetro na escala adotada (cm)
Sol	233,33
Mercúrio	0,82
Vênus	2,02
Terra	2,13
Marte	1,13
Júpiter	23,33
Saturno	19,42
Urano	8,47
Netuno	8,20

Astro	Distância até o Sol na escala adotada (m)
Sol	—
Mercúrio	0,10
Vênus	0,18
Terra	0,25
Marte	0,38
Júpiter	1,30
Saturno	2,38
Urano	4,79
Netuno	7,50

2. Resposta pessoal. Se for possível utilizar o pátio da escola, indique o diâmetro do Sol, fazendo um círculo no chão com giz, para que os estudantes tenham noção de seu tamanho proporcional.
3. Resposta pessoal. Enfileirar os planetas deixando-os na mesma direção facilitará a execução das medições e a organização.
4. Resposta pessoal. Estimule-os a perceber as diferenças em relação às distâncias e aos tamanhos relativos.
5. Uma vantagem que pode ser citada é que possibilita ter uma noção comparativa entre tamanhos e distâncias dos astros; uma desvantagem é que exige um espaço amplo.
6. Avalie o material produzido pelos estudantes antes da divulgação e, se necessário, oriente-os a refazê-lo. A atividade permite o desenvolvimento da **competência específica 6** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, prevista pela BNCC, ao promover o uso de diferentes linguagens para comunicação.

Orientações didáticas

- A reflexão sobre o texto proposto nesta seção **Atitudes para a vida** dá aos estudantes a oportunidade de discutirem vários aspectos relacionados à colonização de outros planetas. Deixe-os à vontade para explorar seus conhecimentos desenvolvendo as atitudes de pensar com flexibilidade e ouvir com atenção e empatia os colegas.
- Durante a discussão, mencione que, em um futuro ainda distante, talvez a humanidade seja forçada a buscar outros lugares para viver, como o planeta Marte.
- Proponha que levantem pontos que levariam à necessidade de a humanidade ter de deixar o planeta Terra para viver em outro lugar. Lembre-os do esgotamento dos recursos naturais e das fontes de energia mais utilizadas atualmente. Depois, converse sobre como poderíamos diminuir os impactos ambientais atuais sobre o ambiente, pedindo que citem exemplos e hábitos que podem favorecer a qualidade de vida do ser humano na Terra, gerando menor degradação da natureza. As abordagens propostas para esta seção permitem o desenvolvimento das **competências gerais 2, 7 e 9** da Educação Básica e das **competências específicas 3, 5 e 8** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, previstas pela BNCC, além de propiciar o trabalho parcial com a habilidade **EF09CI16** da BNCC e com o TCT – **Ciência e Tecnologia**.



Atitudes para a vida

REGISTRE EM SEU CADERNO

Vamos mesmo morar em Marte?

[...] Há muito se fala de colonizar Marte, é verdade, mas [há] até pouco tempo o assunto parecia papo de ficção científica. Isso mudou: nunca estivemos tão perto de habitar de fato o planeta vermelho. “Vamos colonizar Marte, e não serão apenas alguns astronautas, mas milhares de pessoas”, disse [...] o pesquisador Stephen Petranek, autor do livro *How we'll live on Mars* (“Como viveremos em Marte”, em tradução livre) [...]

“O sistema solar não tem vida infinita; o Sol vai começar a morrer daqui a alguns bilhões de anos, e será o nosso fim”, disse Petranek. “Precisamos chegar a Marte e aprender a viver num ambiente hostil antes de conseguir sair deste sistema.”

A julgar pelas condições naturais, não será tarefa fácil: a atmosfera de Marte é composta por 96% de CO_2 . Para se ter uma ideia, com apenas 1% de dióxido de carbono no ar o ser humano começa a sentir tontura. Numa quantidade dez vezes maior, causa asfixia. Sem falar que não existe água na forma líquida na superfície. Ou seja, para sobreviver em solo marciano é preciso fazer uma série de adaptações que tornem a vida minimamente possível. Uma das invenções criadas com esse fim é o Moxie, aparelho produzido pelo Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) que transforma dióxido de carbono em oxigênio [...].

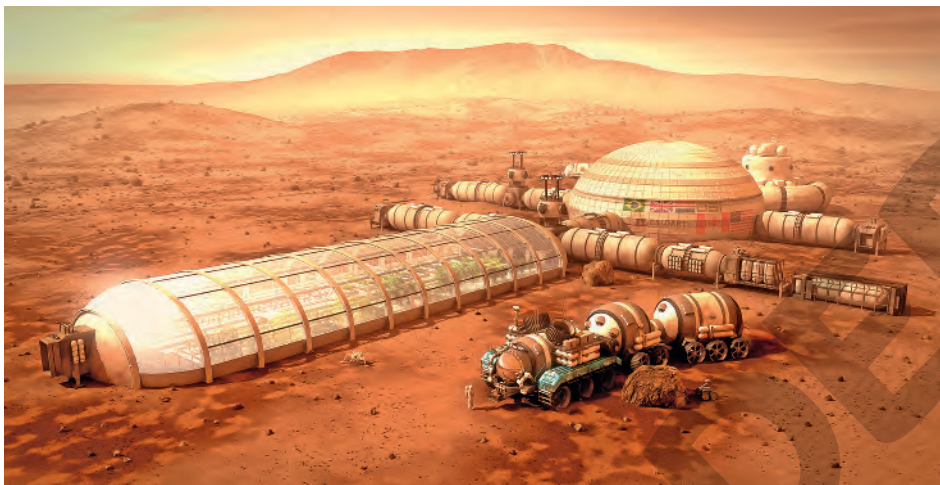
O terreno de Marte é bastante hostil. Com 96% de gás carbônico na sua atmosfera, respirar por lá é impossível. Imagem feita pelo robô Perseverance, da Nasa, em 2021. Ao centro, o helicóptero Ingenuity em pleno voo.

NASA



[...] A busca pela colonização de Marte não é unanimidade na comunidade científica. Uma das vozes contrárias é a de Nathalie Cabrol, integrante do time da Nasa que organiza as missões a Marte com veículos exploradores e pesquisadora sênior do Seti Institute, organização dedicada a buscar sinais de vida fora da Terra. “Para mim, caras como o Musk parecem dizer o equivalente a ‘vamos fazer o que for preciso para subir o monte Everest, não importa quantos xerpas tenhamos que contratar para nos carregar até o topo, quantos corpos tenhamos que deixar para trás. Chegaremos lá primeiro, fincaremos nossa bandeira e tiraremos uma selfie’”, disse a astrobióloga num respiro entre palestras durante o TED, no qual se apresentou. “Não há salvação em Marte, que é apenas uma parte do nosso processo de crescimento para treinar a humanidade para tornar-se uma espécie interestelar.” [...]

Fonte: EZABELLA, F. Vamos mesmo morar em Marte? *Galileu*, 1º jun. 2015. Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Revista/noticia/2015/06/vamos-mesmo-morar-em-marte.html>. Acesso em: 29 jul. 2022.



Representação artística de uma possível instalação humana para colonizar Marte.

TROCAR IDEIAS SOBRE O TEMA

1. O investimento em pesquisas para colonizar outros planetas é alto. Que objetivos estão envolvidos nessas pesquisas? Que problemas existentes na Terra motivam esse investimento?
2. Algumas pesquisas fornecem informações que podem não ser aplicadas imediatamente. E, por isso, é difícil reconhecer a importância de descobertas em Marte. Em grupos, promovam um debate e discutam, apresentando **argumentos científicos**, pontos positivos e pontos negativos de investir em pesquisas relacionadas à busca de água em outros planetas do Sistema Solar a fim de estudar possibilidades de vida fora da Terra. Considere em seus argumentos as consequências dos impactos ambientais causados pelo ser humano.

COMO EU ME SAÍ?

- Pensei em evidências que me fazem enxergar os dois pontos de vista sobre as pesquisas realizadas em outros planetas?
- Elaborei argumentos para defender o ponto de vista das pessoas favoráveis ou contrárias às pesquisas?
- Consegui avaliar se as informações apresentadas nos textos eram confiáveis?

207

Para analisar esta atividade, verifique se os estudantes apresentam argumentos científicos com os cinco elementos: **dados**, **garantia**, **apoio**, **qualificador** e **conclusão**. Se algum desses elementos não estiver presente, instigue-os a complementar seus argumentos com o elemento que estiver faltando. Esta atividade favorece o desenvolvimento das **competências gerais 7, 9 e 10** da Educação Básica e das **competências específicas 2 e 5** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, previstas pela BNCC, ao estimular que os estudantes argumentem com base em dados, fatos e informações confiáveis para defender ideias e pontos de vista relacionados à consciência socioambiental, compreendendo conceitos fundamentais e estruturas explicativas próprias das Ciências da Natureza, para embasar um debate sobre questões científicas, tecnológicas e socioambientais. É importante debater sobre o que o conhecimento pode gerar à sociedade humana. Pode-se iniciar uma discussão sobre Ciência básica e Ciência aplicada, considerando vantagens e desvantagens das duas abordagens e favorecendo o desenvolvimento da **competência específica 1** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, prevista pela BNCC.

Orientações didáticas

- Converse com os estudantes sobre a possibilidade de uma expedição tripulada até Marte. A viagem teria um valor bem elevado e desperta diversos sentimentos nas pessoas que são a favor e naquelas que são totalmente contrárias a essa ideia. Em algumas situações, devemos nos colocar no lugar de outras pessoas e procurar entender o que as motiva a pensar ou agir de determinada forma. Não existe uma única saída correta para muitos problemas e situações. Pensar com flexibilidade, saber mudar a nossa perspectiva e respeitar a dos outros, é fundamental para nosso desenvolvimento. Ao estimular o exercício da empatia e do diálogo, esta abordagem permite o desenvolvimento da **competência geral 9** da Educação Básica, prevista pela BNCC.

Respostas – Atitudes para a vida

1. Resposta pessoal. Podem ser citados objetivos como conhecer o Universo, desenvolver formas de sobrevivência humana em outros planetas, buscar recursos etc. Os impactos ambientais que o ser humano vem causando no planeta podem torná-lo inabitável futuramente. Além disso, em futuro longínquo, a evolução do Sol pode tornar a vida na Terra impossível. Embora seja um problema distante e vários outros fenômenos possam afetar a existência humana, essa é uma preocupação de longo prazo.
2. Resposta pessoal. Para o debate, forneça as seguintes orientações aos estudantes:
 - Ouvir com atenção os **argumentos** dos colegas.
 - Requerer e fazer uso de **dados** de fontes confiáveis.
 - Atenção para não incorrer em uma falácia estrutural, quando as premissas são falsas ou não apoiam a **conclusão**.
 - Se for rebater o **argumento** do outro grupo, atentar-se no **argumento**, e não na pessoa; não recorrer à falácia *ad hominem*, quando se ataca a pessoa, não o argumento.
 - Atenção ao uso de outras falácias, como **apelo à autoridade** (apropriar-se da opinião de uma pessoa influente sem basear-se em dados) e **comparação indevida ou falsa analogia** (quando são comparadas duas situações de natureza e circunstâncias diferentes) etc.
 - Investigar pontos de vista alternativos àqueles levantados.
 - Propor problemas hipotéticos.

Orientações didáticas

• O texto desta seção **Compreender um texto** apresenta o trabalho da pesquisadora Marcelle Soares sobre energia escura. Aproveite o momento para discutir com os estudantes a importância da maneira como os cientistas trabalham atualmente ao criarem uma rede de conhecimento colaborativa, reunindo a experiência de outros laboratórios e pesquisadores com a finalidade de buscar e melhorar suas pesquisas, chegando ao resultado final mais rapidamente.

• Nesse momento, também é importante valorizar a Ciência brasileira, mostrando sua importância no cenário mundial, e a participação das mulheres na Ciência, procurando desconstruir possíveis estereótipos que os estudantes possam ter sobre a carreira científica.

• Ao abordar aspectos inerentes à Ciência, as propostas desta seção viabilizam o desenvolvimento das **competências específicas 1 e 2** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, previstas pela BNCC.



Compreender um texto

A brasileira que investiga o maior mistério do Universo: a energia escura

[...]

A astrônoma brasileira [Marcelle Soares-Santos] não chega a ser uma celebridade, mas em 2014 teve seus 15 minutos de fama virtual pela primeira vez. “Tudo começou com um prêmio que eu ganhei nos EUA na época do meu pós-doutorado”, ela contou. “Divulgaram nas redes sociais e teve uma repercussão grande. Até então eu tinha meia dúzia de contatos.” Agora são 1163 [...].

A pesquisadora passou a infância em Manaus e fez graduação em física na Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Daí em diante sua carreira foi – com o perdão do trocadilho – astronômica. Viajou para São Paulo para fazer mestrado na USP e passou parte de seu doutorado no Fermilab, um dos maiores e mais importantes laboratórios de física de partículas do mundo. Mandou tão bem em Illinois, nos EUA, que ficou por lá mesmo.

Hoje, Marcelle é a única brasileira de uma colaboração científica internacional chamada *Dark Energy Survey (DES)* e está de mudança

para a Universidade Brandeis, em Boston. Sua rotina é criar um mapa dos céus – e depois usar a posição de centenas de milhões de galáxias para responder a uma pergunta fundamental para a compreensão do Universo: por que ele está em expansão; e o que faz com que ele cresça sem parar, cada vez mais rápido, afastando esses aglomerados de estrelas uns dos outros.

Quem tem culpa no cartório, nesse caso, é a tal energia escura (*dark energy*), que dá nome ao projeto. Ela é algo misterioso, invisível e indetectável que corresponde a 70% de tudo que existe, e sua influência vence até a própria força da gravidade – motivo pelo qual o Universo infla, em vez de encolher. “Esse fenômeno não tem explicação dentro da Física que a gente aplica no dia a dia. A ideia é que o espaço supostamente vazio em torno de galáxias na verdade não está tão vazio assim”, explica a pesquisadora. “Isso é algo novo para nós e importante para o Universo, mas não sabemos nada a respeito. É quase filosofia.”



Vista aérea do Fermilab em 2022. O projeto e suas instalações se modificaram ao longo dos anos e passaram a contar com o apoio de uma cientista brasileira. (Illinois, Estados Unidos.)

208

Sugestão de recurso complementar

Livro

IGNOTOFSK, R. *As cientistas: 50 mulheres que mudaram o mundo*. São Paulo: Blucher, 2017.

O livro apresenta as contribuições de cinquenta mulheres para diversas áreas da Ciência.

Marcelle, portanto, é uma detetive, e a identidade de seu investigado é uma das charadas mais difíceis do cosmos. Para medir a expansão do Universo e chegar a uma resposta, ela precisa usar pontos de referência estáveis – da mesma forma que nós, ao apontar um objeto pequeno e distante na janela, usamos um prédio ou montanha característicos para a outra pessoa localizá-lo com mais facilidade. [...]

“Para medir as taxas de expansão, você precisa medir a variação de distância entre objetos em função do tempo. É muito difícil medir distâncias, então nós usamos indicadores. Supernovas, por exemplo, são indicadores de distância excelentes, porque têm luminosidade padrão. Se você observar duas supernovas iguais e uma estiver com metade do brilho da outra, você saberá também que ela está quatro vezes mais distante.”

[...] em seu pós-doutorado, Marcelle construiu uma [câmera fotográfica especial] em parceria com seus colegas, a DECam, e foi isso que lhe rendeu o prêmio de 2014, chamado Alvin Tollestrup. Hoje o equipamento está instalado em um telescópio no Chile, onde o céu limpo do deserto do Atacama e dos Andes permite observações de cair o queixo. “Ontem mesmo eu estava analisando dados produzidos por ela aqui de Chicago. É muito legal ver um equipamento que você construiu gerar dados de última geração.”

E põe última geração nisso. “O que você cobre com ela em uma foto, em termos de área do céu, é o equivalente a 15 luas cheias. Isso



NASA, ESA, AND M. BEASLEY (INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE CANARIAS)

Imagem da galáxia NGC 1277 obtida pelo telescópio Hubble (2018). Medições indicam que ela se move a cerca de 3 milhões de km/h.

significa que conseguimos ver objetos que estão a distâncias de bilhões de anos-luz. São objetos tão distantes que, na época em que a luz que hoje nos alcança foi emitida por eles, o Universo tinha um terço ou metade do tamanho que tem hoje. São 5 bilhões de anos de história do Universo.”

[...]

Fonte: VAIANO, B. A brasileira que investiga o maior mistério do Universo: a energia escura. *Superinteressante*, 23 ago. 2017. Disponível em: <https://super.abril.com.br/blog/supernovas/brasileira-investiga-o-maior-misterio-do-Universo-energia-escura/>. Acesso em: 29 jul. 2022.

Respostas – Compreender um texto

1. O Universo está se expandindo, pois, segundo as medições, estrelas, galáxias e aglomerados estão se afastando uns dos outros.
2. A energia escura corresponde a 70% do Universo e seria a responsável pela sua expansão, preenchendo o vazio entre as galáxias.
3. As supernovas têm uma luminosidade padrão. De acordo com o novo brilho medido, é possível determinar a distância percorrida.
4. Possivelmente a autora associou a energia escura à Filosofia pelo fato de não podermos medi-la diretamente. A Filosofia, de certa forma, estuda problemas relacionados à vida, à nossa existência. A compreensão sobre a energia escura implica indiretamente compreendermos nossa existência, a partir de dados sobre a evolução do Universo.

▶ ATIVIDADES

REGISTRE EM SEU CADERNO

OBTER INFORMAÇÕES

1. De acordo com o texto, o Universo está se expandindo ou se contraindo?
2. Qual é a importância do estudo da energia escura?

INTERPRETAR

3. Por que se utilizam supernovas para indicar a distância de objetos em expansão?

REFLETIR

4. Por que a autora associou a compreensão da energia escura ao estudo da Filosofia?



Oficinas

SUMÁRIO

Oficina 1. Mudanças de estado físico	211
Oficina 2. Balanceamento automático de equações	212
Oficina 3. Testando o pH do solo	214
Oficina 4. Herança da cor da pelagem em ratos	215
Oficina 5. As ondas de rádio	216
Oficina 6. Características da transferência de energia luminosa	217
Oficina 7. A duração de uma viagem espacial	219

OFICINA 1

Mudanças de estado físico

Alguns materiais, como a água, podem ser encontrados na natureza em diferentes estados físicos (sólido, líquido e gasoso). Outros, no entanto, possuem temperaturas de fusão tão baixas ou de ebulição tão altas que são encontrados apenas em um estado físico. Por exemplo, o gás nitrogênio, que é o constituinte do ar em maior quantidade, tem temperatura de ebulição de $-195,8\text{ }^{\circ}\text{C}$. Portanto, não existe qualquer região do planeta cujas temperaturas sejam tão baixas que permitam que o nitrogênio seja encontrado no estado líquido.

Para compreendermos alguns aspectos dos processos de fusão e de solidificação, vamos realizar uma atividade prática de congelamento de dois líquidos: água de torneira e álcool 46%.

Objetivos

- Investigar as temperaturas de fusão da água de torneira e do álcool 46%.
- Determinar qual(is) dos materiais investigados pode(m) ser congelado(s) em um freezer doméstico.

Material

- 2 copos descartáveis de plástico
- Proveta de 250 mL ou copo medidor
- 200 mL de água de torneira em temperatura ambiente

A Oficina 1 está relacionada à Unidade 1 e pode ser trabalhada durante o desenvolvimento do Tema 4.

- 200 mL de álcool 46% em temperatura ambiente
- Freezer doméstico
- 2 etiquetas ou pedaços de fita-crepe

ATENÇÃO

Apesar de o álcool 46% ser comercializado em muitos estabelecimentos tanto na forma de gel quanto na forma líquida, ele pode entrar em combustão se levado próximo a uma fonte de calor. Certifique-se de que não haja fontes de calor próximas ao álcool durante a realização da atividade. Não ingerir esse produto.

Procedimento

1. Com o auxílio da proveta ou do copo de medida, colem 200 mL de água de torneira.
2. Transfiram a água para um copo de plástico e identifiquem-no com uma etiqueta ou fita-crepe.
3. Sequem a proveta ou o copo de medida.
4. Colem 200 mL de álcool 46% na proveta.
5. Transfiram o álcool para outro copo de plástico e identifiquem-no com uma etiqueta ou fita-crepe.
6. Coloquem os copos em um freezer doméstico.
7. Esperem no mínimo 24 horas para comparar o aspecto dos líquidos.

ATIVIDADES

REGISTRE EM SEU CADERNO

1. Quanto tempo vocês deixaram os copos descartáveis no freezer? Ao final desse tempo, algum dos líquidos mudou de estado físico? Se sim, qual(is)?
2. Vocês acreditam que, se esperassem mais tempo, o resultado seria diferente? Expliquem.
3. Façam uma pesquisa e identifiquem as temperaturas de fusão da água e do álcool 46%. Sabendo que a temperatura alcançada por freezers domésticos está aproximadamente entre $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, as informações obtidas na pesquisa são coerentes com o resultado da atividade?
4. Imaginem que um grupo de estudantes tenha se esquecido de identificar os dois copos da atividade prática. O que esse grupo pode fazer para descobrir em qual dos copos foram adicionados a água e o álcool sem utilizar um freezer?

211

Orientações didáticas

- Ao investigar as mudanças de estado físico, trabalha-se parcialmente a habilidade **EF09CI01** da BNCC. Caso julgue conveniente, a fim de completar o desenvolvimento dessa habilidade, peça aos estudantes que expliquem a mudança verificada na atividade com base no modelo de constituição submicroscópica.
- Ao possibilitar aos estudantes que vivenciem processos e práticas inerentes à investigação científica, a atividade auxilia no desenvolvimento da **competência específica 2** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, prevista pela BNCC.
- Caso a escola não disponha de um freezer, pode-se utilizar o congelador de uma geladeira. Além disso, recomenda-se não substituir os copos de plástico por outros de material mais rígido, como vidro, pois a expansão da água durante o processo de solidificação pode rachá-los.
- Apesar de a água solidificar-se após algumas horas no freezer, o objetivo de comparar os resultados após 24 horas é os estudantes não considerarem que o álcool 46% não congelou porque ficou pouco tempo no freezer.
- Se houver disponibilidade, após a análise do resultado da atividade, pergunte se o acréscimo de água ao álcool 46% poderia fazê-lo congelar. Solicite que elaborem um desenho experimental e que realizem o teste com diferentes proporções de água e de álcool, favorecendo o trabalho com a **competência específica 3** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, prevista pela BNCC. Espera-se que notem que, mudando a proporção de álcool e água na mistura, a temperatura de solidificação também se altera. Uma mistura com muito mais água do que álcool pode congelar em um freezer doméstico.

Respostas – Atividades

1. Espera-se que os copos sejam deixados ao menos 24 horas no freezer. Esse tempo é suficiente para garantir o congelamento da água de torneira e evidenciar que o álcool 46% não congela à temperatura do freezer. Espera-se que apenas a água de torneira tenha mudado para o estado sólido.
2. Espera-se que os estudantes percebam que o álcool não solidifica na temperatura alcançada pelos freezers domésticos.
3. Ao nível do mar, a temperatura de fusão da água é de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Na mesma condição, a temperatura de fusão do álcool 46% é de $-118\text{ }^{\circ}\text{C}$; portanto, muito abaixo da temperatura do freezer doméstico, o que é coerente com o resultado da atividade.
4. O grupo pode colocar o mesmo volume de líquido em dois outros copos e medir a sua massa. Pesquisando o valor da densidade da água e do álcool comum, pode-se verificar que o álcool é menos denso. Portanto, o copo com álcool 46% terá massa menor.

Orientações didáticas

• A **Oficina 2** permite trabalhar os oito conceitos do Pensamento Computacional (PC) – a **coleta de dados**; a **análise de dados**; a **representação de dados**; a **decomposição de problemas**; a **abstração**; a **simulação**; a **elaboração de algoritmos e procedimentos**; e a **automação** –, por meio da análise e da elaboração de um algoritmo capaz de realizar o balanceamento de uma equação química de combustão. Dessa forma, ela permite o desenvolvimento da **competência específica 3** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental e da **competência específica 6** de Matemática para o Ensino Fundamental, previstas pela BNCC.

• Recomenda-se o período de duas aulas em dias distintos para desenvolver as atividades.

• Inicie a oficina com um levantamento de conhecimentos prévios da turma sobre os combustíveis. Perguntas como: O que são combustíveis? e Qual é a origem dos combustíveis? podem ser feitas e, com elas, angariar a atenção dos estudantes. Retome, então, parte dos conteúdos desenvolvidos na **Unidade 3**: o conceito de reação de combustão (trabalhado no **Tema 2**), a importância da escrita de equações para representar os processos químicos e a finalidade do acerto dos coeficientes estequiométricos nessas representações (trabalhado no **Tema 4**).

• Proceda à leitura do texto-base, reproduzindo na lousa as equações químicas indicadas como exemplo, sendo possível demonstrar a combustão completa de qualquer outro hidrocarboneto à sua escolha. Nesse momento, certifique-se de que os estudantes reconhecem os elementos químicos e quantificam corretamente os átomos de cada um deles nas equações dos reagentes e dos produtos. Por fim, retome o objetivo da oficina e reforce que um algoritmo, mesmo sendo um termo clássico da Ciência da Computação, deve ser compreendido como um conjunto organizado dos passos a serem seguidos para a resolução de um problema em qualquer área do conhecimento.

• Na **Sugestão de recurso complementar** há uma indicação de *site* que apresenta uma simulação de balanceamento de equações químicas. Ao acessar, selecione a opção “Introdução” e, depois, “Queima de metano”. Sugerimos habilitar o recurso da balança na caixa de ferramentas para enriquecer a experiência.

OFICINA 2

Balanceamento automático de equações

A **Oficina 2** está relacionada à **Unidade 3** e pode ser realizada ao final do **Tema 4**.

Para criar uma proposta de algoritmo visando à **automação** de processo, vamos tomar como exemplos equações químicas que representam reações de combustão.

Objetivos

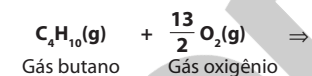
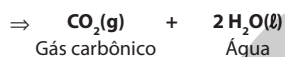
- Desenvolver habilidades de Pensamento Computacional.
- Escrever algoritmos capazes de automatizar o balanceamento de equações que representam reações de combustão completa e incompleta.

Material

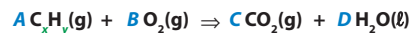
- Folha de papel e canetas coloridas
- Opcional: computador para montar a apresentação digital

Procedimento

1. A primeira etapa é **analisar os dados**. Considere as reações de combustão completa dos gases metano e butano, importantes componentes do gás natural veicular (GNV) e do gás liquefeito de petróleo (GLP), respectivamente.



2. O algoritmo para balancear as equações de uma combustão completa precisa **reconhecer padrões** de proporcionalidade entre os átomos de reagentes e produtos. Para isso, podemos **representar os dados**, ou seja, essas proporções, por meio de equações matemáticas simples. Analisem, a seguir, uma equação química em que as quantidades dos átomos na molécula do combustível e os coeficientes estequiométricos foram substituídos por letras:



Assim, a equação genérica apresenta seis variáveis que estão relacionadas entre si:

x: número de átomos de carbono na molécula do combustível;

y: número de átomos de hidrogênio na molécula do combustível;

A: coeficiente estequiométrico do combustível;

B: coeficiente estequiométrico do gás oxigênio;

C: coeficiente estequiométrico do gás carbônico;

D: coeficiente estequiométrico da água.

Com base nas equações indicadas para a combustão completa dos gases metano e butano, podemos concluir que:

$$A = 1 \quad B = \frac{2xC + D}{2} \quad C = x \quad D = \frac{y}{2}$$

Notem que, ao resolver cada uma dessas equações, resolvemos uma parte do processo para balancear a equação em questão. Isso nos mostra que, ao **decompor o problema**, ou seja, ao dividi-lo em partes menores, temos mais facilidade em resolvê-lo.

3. No algoritmo, usamos as variáveis **x** e **y** para calcular o valor das variáveis **C**, **D** e **B** (nessa ordem) a fim de obter a equação química balanceada. Com o intuito de detectar um possível erro na inserção dos valores para as variáveis **x** e **y**, vamos inserir uma **estrutura condicional** logo no início do algoritmo. E, como não representamos coeficientes cujo valor é igual a 1, não utilizaremos a variável **A** no algoritmo. Representando graficamente o algoritmo na forma de um fluxograma, temos:

Glossário

Estrutura condicional: na linguagem de programação, uma estrutura condicional permite que diferentes comandos sejam executados, dependendo do resultado – verdadeiro ou falso – de uma expressão lógica.

Sugestão de recurso complementar

Site

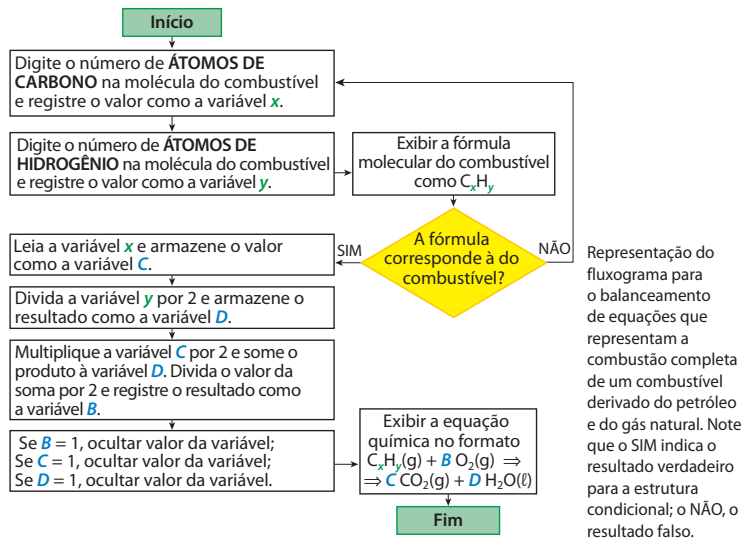
Balanceamento de equações químicas. PhET Interactive Simulations.

A simulação disponível no *site* permite visualizar as quantidades dos átomos envolvidos na combustão completa do gás metano, por meio de modelos moleculares.

Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/balancing-chemical-equations/latest/balancing-chemical-equations_pt_BR.html. Acesso em: 11 ago. 2022.

OFICINA 2

Representação do algoritmo em um fluxograma



ATIVIDADES

REGISTRE EM SEU CADERNO

- Reúna-se com um colega e analisem o algoritmo proposto. Em seguida, usem o algoritmo para escrever as equações químicas que representam as reações de combustão completa dos gases etano (C_2H_6) e propano (C_3H_8).
- Conversem e reflitam sobre a seguinte situação. Ao usar o algoritmo para obter a equação de combustão do gás butano, uma pessoa, por descuido, informou que há 5 átomos de carbono e 10 átomos de hidrogênio na molécula. O algoritmo será capaz de exibir uma equação para a combustão?
- Para além das reações de combustão completa, existem aquelas que são classificadas em **combustões incompletas**. Nessas reações:
 - o combustível reage com o gás oxigênio, formando monóxido de carbono – $CO(g)$ – e água, como em:

$$C_2H_4(g) + 2 O_2(g) \Rightarrow 2 CO(g) + 2 H_2O(l)$$
 Gás etano ou
 - o combustível reage com o gás oxigênio, formando fuligem – $C(s)$ – e água, como em:

$$C_3H_8(g) + 2 O_2(g) \Rightarrow 3 C(s) + 4 H_2O(l)$$
 Gás propano
 - Com base nos exemplos apresentados, elaborem um fluxograma para representar um algoritmo capaz de balancear as equações de combustão incompleta que produzem monóxido de carbono. Testem o algoritmo elaborado por vocês utilizando as fórmulas dos gases metano e butano.

Orientações didáticas

- Para realização da **atividade 1** peça às duplas que analisem o algoritmo sugerido na figura “Representação do algoritmo em um fluxograma” e que, por meio desse conjunto de instruções, façam o balanceamento das equações químicas indicadas. Convide algumas duplas para que, voluntariamente, demonstrem as equações na lousa. Caso ocorram equívocos, no momento da correção, use também o algoritmo. Sugerimos que registre na lousa os valores para cada uma das variáveis. Por exemplo, se considerar o gás etano, ao final do primeiro comando do algoritmo, escreva $x = 2$; ao final do segundo, $y = 6$; ao final do terceiro, C_2H_6 ; e assim por diante.

- Finalize a primeira aula solicitando a realização da **atividade 3** como tarefa. Combine o formato (cartazes físicos ou digitais) para a entrega, o intervalo de tempo máximo para a apresentação de cada dupla e a data da segunda aula dedicada à oficina, na qual ocorrerão as apresentações. Ao fazer uso qualificado de apresentações digitais, favorece-se o letramento digital e, com isso, o desenvolvimento da **competência geral 5** da Educação Básica, prevista pela BNCC.

- Na aula das apresentações, avalie os fluxogramas elaborados pelos estudantes, pontuando os aspectos conceituais nos materiais e destacando os aspectos atitudinais demonstrados por eles durante a aula, relativos às **competências gerais 9 e 10** da Educação Básica, previstas pela BNCC.

Respostas – Atividades

1. No algoritmo, gás etano: $x = 2, y = 6, C = 2, D = 3, B = 7/2$; gás propano: $x = 3, y = 8, C = 3, D = 4, B = 5$.

2. Espera-se que os estudantes concluam que o algoritmo não será capaz de exibir uma equação para a combustão, uma vez que sua estrutura condicional, que contém a pergunta “A fórmula corresponde à do combustível?”, tem a função de corrigir erros de inserção de dados antes do processamento das variáveis e, caso um erro seja identificado, o algoritmo volta ao primeiro comando, solicitando novamente a quantidade de átomos de carbono e de hidrogênio.

3. Na combustão incompleta do gás etano, ao assumir que sejam formados apenas CO e H_2O , as relações entre as variáveis permanecem as mesmas indicadas no texto-base, com exceção daquela que leva ao cálculo da variável B – coeficiente estequiométrico para o gás oxigênio –, ou seja:

$$B = \frac{C + D}{2}$$

Assim, os estudantes podem sugerir nos fluxogramas propostos a seguinte redação para o comando correspondente: “Some as variáveis C e D , divida o valor da soma por 2 e registre o resultado como a variável B .”

Orientações didáticas

- Para esta atividade, recomenda-se o uso de água destilada, pois a água potável pode não ser neutra.
- Durante a filtração, é importante ter cuidado para não permitir a passagem de sólidos, pois a turbidez da água pode prejudicar a medição do pH da amostra. Por isso, oriente que seja adicionada pouca água à mistura. Caso não sejam obtidos resultados perceptíveis, peça aos estudantes que preparem outra solução, com mais solo, para verificar se essa foi uma fonte de erro.
- A etapa 6 do procedimento é importante como controle. Indague-os sobre a necessidade de realizá-la e como ela valida o resultado obtido na atividade. Algumas opções de soluções alcalinas são: de água sanitária, de sabão em pó e de bicarbonato de sódio.
- Ao possibilitar aos estudantes que vivenciem práticas inerentes à investigação científica, como o uso de amostras-controle, a atividade favorece o desenvolvimento da **competência específica 2** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental prevista na BNCC.

Respostas – Atividades

1. O quadro pode ser feito com base na fotografia que consta no conteúdo sobre a escala de pH, no **Tema 4** do livro do estudante. A identificação do pH vai depender da amostra de solo coletada. Auxilie-os a comparar a coloração.
2. Exemplos de plantas de solo ácido: batata, algodão, milho, amendoim, arroz e soja. Exemplos de plantas de solo básico: quiabo, salsa, inhame e chicória.
3. Para corrigir um solo ácido, podemos adicionar um óxido básico, como o óxido de cálcio (CaO). Para corrigirmos um solo básico, podemos adicionar sulfato de alumínio [Al₂(SO₄)₃].

OFICINA 3

Testando o pH do solo

A Oficina 3 está relacionada à **Unidade 4** e pode ser trabalhada durante o desenvolvimento do **Tema 4**.

A concentração de íons H⁺ em solução no solo determinará sua acidez ou alcalinidade. Essa concentração influencia a disponibilidade de nutrientes e poderá favorecer ou prejudicar o crescimento de determinadas espécies de planta. Ao determinar o pH do solo, e sabendo qual é a espécie que se pretende cultivar, é possível planejar possíveis correções quanto à acidez ou à alcalinidade do solo.



ANDRÉ DIBPULSAR IMAGENS

Algumas plantas se desenvolvem melhor em solo neutro ou alcalino (básico). Para corrigir a acidez do solo em campos agrícolas, costuma-se aplicar calcário em pó para garantir uma boa produção. (Portelândia, GO, 2021).

Objetivo

- Identificar o pH de uma amostra de solo.

ATIVIDADES

REGISTRE EM SEU CADERNO

1. Façam um quadro no caderno com as cores e os respectivos valores de pH do indicador natural. Em seguida, utilizem esse quadro para identificar o pH da sua amostra de solo.
2. Façam uma pesquisa e identifiquem alguns exemplos de plantas que se desenvolvem bem em solos que tenham o mesmo pH da sua amostra.
3. Como vocês fariam para tornar neutro o pH de um solo ácido? E o de um solo básico? Expliquem.

Sugestão de recurso complementar

Artigo

PÉREZ, D. V. *Sala de leitura: Química na agricultura*. Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, 2014.

O artigo apresenta informações sobre a contribuição dos conhecimentos químicos para a agricultura, incluindo análises sobre o pH do solo.

Disponível em http://www.propg.unirio.br/ccbs/ibio/dcn/disciplinas/quimica-geral/textos-complementares_teorica/Texto%2014_quimica_na_agricultura.pdf. Acesso em: 11 ago. 2022.

OFICINA 4

Herança da cor da pelagem em ratos

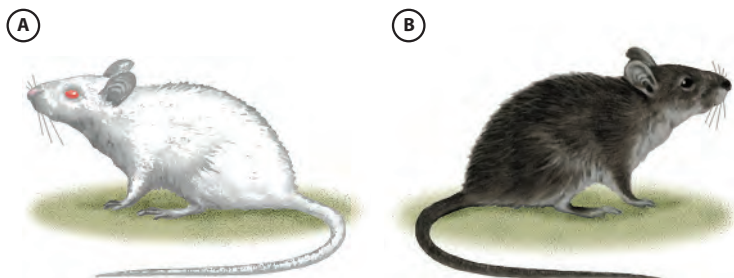
A Oficina 4 está relacionada à Unidade 6 e pode ser trabalhada após o desenvolvimento do Tema 5.

O gene que determina a coloração da pelagem nos ratos apresenta o mesmo padrão de herança da cor das ervilhas de Mendel. O alelo para pelagem escura é dominante sobre o que determina o albinismo e, conseqüentemente, a pelagem branca. Em um laboratório, foram criados ratos machos escuros e fêmeas albinas. Casais de ratos foram selecionados ao acaso e em todos os cruzamentos nasceram tanto descendentes escuros como brancos.

Objetivo

- Analisar o genótipo e o fenótipo de ratos de pelagens diferentes, em cruzamentos hipotéticos.

Perfil dos ratos utilizados no experimento de laboratório



Representação esquemática de (A) ratos de pelagem branca e de (B) pelagem escura. (Imagens sem escala.)

ATIVIDADES

REGISTRE EM SEU CADERNO

1. Em grupo, analisem o texto dessa Oficina e respondam no caderno.
 - a) Qual é o fenótipo e o genótipo dos ratos machos progenitores? Justifique sua resposta.
 - b) Qual é o fenótipo e o genótipo das fêmeas progenitoras?
2. Conhecendo os genótipos das fêmeas e dos machos progenitores, montem uma tabela que mostre os tipos de gameta que podem ser formados e os possíveis genótipos de seus descendentes.
3. Analisando mais uma geração de ratos, ou seja, o cruzamento entre os animais resultantes do primeiro cruzamento, respondam.
 - Seria possível prever os genótipos e os fenótipos dos descendentes resultantes do cruzamento entre dois animais de pelagem escura? Em caso afirmativo, quais seriam?
4. Outros tipos de cruzamento seriam possíveis entre os animais resultantes do primeiro cruzamento? Em caso afirmativo, quais?

Orientações didáticas

- A Oficina 4, por meio da análise de cruzamentos hipotéticos de ratos com pelagens diferentes, permite deduzir os genótipos e os fenótipos dos descendentes, aplicando o que foi estudado sobre as contribuições de Mendel para a herança de características, e associar os gametas à transmissão de características entre ancestrais e descendentes. Dessa forma, as atividades propostas favorecem o desenvolvimento das habilidades EF09CI08 e EF09CI09 da BNCC.

- É comum os estudantes apresentarem dificuldades nas questões que envolvem os cruzamentos entre indivíduos da segunda geração. Ajude-os a organizar as possibilidades de cruzamento montando tabelas e esquemas.

Respostas – Atividades

1. a) Têm pelagem escura e são heterozigotos, pois tiveram descendentes albinos (recessivos). b) São albinas e homozigotas recessivas.

2.

		Macho Aa	
		A	a
Fêmea aa	a	Aa	aa
	a	Aa	aa

3. Sim, pois todos os descendentes do primeiro cruzamento que têm pelagem escura são heterozigotos. Os descendentes do segundo cruzamento poderiam ser: de pelagem escura, homozigotos dominantes (AA) ou heterozigotos (Aa); ou albinos, homozigotos recessivos (aa).

4. Também seria possível o cruzamento entre dois animais de pelagem branca e entre um animal de pelagem escura e um de pelagem branca. Todos os descendentes do cruzamento entre animais de pelagem branca também apresentariam pelagem branca, correspondente ao genótipo de homozigotos recessivos (aa). Já no cruzamento entre animais de pelagem escura e branca, parte dos descendentes apresentaria pelagem branca, correspondente ao genótipo de homozigotos recessivos (aa), e alguns deles apresentariam pelagem escura e seriam heterozigotos para a característica (Aa).

Orientações didáticas

• A **Oficina 5** propõe a verificação da recepção de ondas eletromagnéticas em diferentes condições, mobilizando parcialmente a habilidade **EF09CI05** da BNCC.

• Antes de iniciar a atividade, pergunte aos estudantes como eles imaginam que os diferentes materiais interagirão com as ondas eletromagnéticas, de modo que levantem as hipóteses que serão testadas na Oficina. Caso a atividade seja realizada após o estudo da **Unidade 7**, oriente-os a basear suas hipóteses no que estudaram sobre esse tipo de onda. Dessa forma, esta Oficina favorece o desenvolvimento da **competência geral 2** da Educação Básica, prevista pela BNCC.

• Os processos envolvidos na realização desta Oficina, tal qual nas atividades propostas, como a experimentação, a análise e a compreensão de fenômenos, a descrição dos métodos utilizados e a análise dos resultados favorecem o desenvolvimento das **competências específicas 2 e 3** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, previstas pela BNCC.

• A embalagem longa vida usada na atividade deve ser aberta de modo que, ao fechá-la com rádio ligado dentro, toda a parte interna da embalagem tenha a cobertura de alumínio. Oriente-os a não usar outro material para tampar a embalagem.

• A comparação entre os resultados com a embalagem longa vida e a caixa de papelão não é óbvia, pois muitos estudantes desconhecem os materiais que compõem a embalagem longa vida. Deixe-os examinar a embalagem durante a atividade e proponha uma pesquisa sobre os materiais que a compõe.

Respostas – Atividades

1. Resposta pessoal. Oriente os estudantes a comporem o texto resumindo o que fizeram na atividade e os resultados obtidos.

2. Espera-se que o rádio tenha deixado de funcionar dentro da embalagem longa vida e embrulhado no papel-alumínio.

3. Sim, pois o revestimento metálico interno da embalagem longa vida bloqueia a passagem das ondas eletromagnéticas.

4. Devido à necessidade de conceitos complexos e abstratos, não se espera que os estudantes sejam capazes de compreender o funcionamento da “blindagem eletromagnética”. No entanto, pode-se esperar que sejam capazes de reconhecer a capacidade dos metais de anular os campos magnéticos em oposição a outros materiais.

5. Alguns exemplos de aplicações para o fenômeno verificado na atividade são isolar a cavidade dos aparelhos de micro-ondas e as salas de raios X.

OFICINA 5

As ondas de rádio

A **Oficina 5** está relacionada à **Unidade 7** e pode ser trabalhada durante o desenvolvimento do **Tema 3**.

As ondas eletromagnéticas possuem ampla aplicação em diversos setores, como a medicina, a indústria e as comunicações. Essas ondas são essenciais na área de comunicação, pois são um importante meio pelo qual é possível transmitir informações. Os rádios, por exemplo, captam as ondas eletromagnéticas enviadas pelas emisoras e transformam essa informação em sons.

Objetivo

- Verificar como diferentes materiais interagem com as ondas eletromagnéticas.

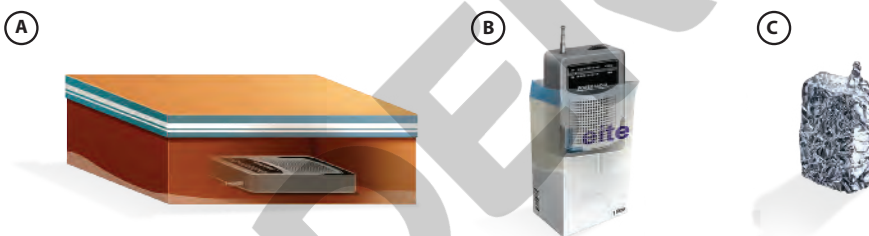
Material

- Um rádio portátil pequeno com pilhas
- 1 embalagem longa vida (grande o suficiente para caber o rádio dentro)
- 1 caixa de papelão com tampa, como uma caixa de sapato
- Papel-alumínio

Procedimento

1. Liguem o rádio e sintonizem-no em uma frequência (estação de rádio) preferida. Ajustem o volume para que seja possível ouvir o rádio mesmo tampando a saída de som com as mãos.
2. Coloquem o rádio ligado dentro da caixa de papelão e fechem com a tampa (figura A). Anotem o que ocorreu.
3. Façam uma abertura na parte superior da embalagem longa vida e coloquem o rádio ligado dentro dela (figura B). Fechem a abertura por onde o rádio foi inserido. Registrem o que ocorreu.
4. Para finalizar, embrulhem o rádio ligado com o papel-alumínio, cobrindo também a antena (figura C). Anotem o que ocorreu.

Experimento de blindagem das ondas de rádio



Representação esquemática dos testes descritos nas etapas 2 (A), 3 (B) e 4 (C) do procedimento. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

ATIVIDADES

REGISTRE EM SEU CADERNO

1. Com base nos dados coletados, escrevam uma pequena narrativa sobre os procedimentos realizados, descrevendo o que aconteceu nas três situações.
2. O rádio deixou de funcionar? Se sim, em qual(is) situação(ões)?
3. Verifiquem o revestimento interno da embalagem longa vida. Esse revestimento pode estar relacionado com o que foi constatado na atividade prática?
4. Elaborem uma explicação para o que aconteceu.
5. Pensem em uma possível aplicação para esse fenômeno.

OFICINA 6

Características da transferência de energia luminosa

A **Oficina 6** está relacionada à **Unidade 7** e pode ser trabalhada durante o desenvolvimento do **Tema 4**.

A incidência de radiação eletromagnética sobre um corpo pode ocasionar a variação de sua temperatura. Isso ocorre porque o corpo absorve parte da radiação incidente. Grande parte da transferência de energia do Sol para os planetas do Sistema Solar ocorre desse modo.

Objetivo

- Relacionar a influência da distância do Sol na temperatura dos planetas do Sistema Solar com o efeito da distância na transferência de calor de uma fonte luminosa a um detector.

Material

- Termômetro de álcool
- Cartolina preta
- Caixa de papelão
- Tesoura com pontas arredondadas
- Fita adesiva
- Bico de Bunsen ou lamparina (candeia) de chama forte
- Régua ou fita métrica com 50 cm

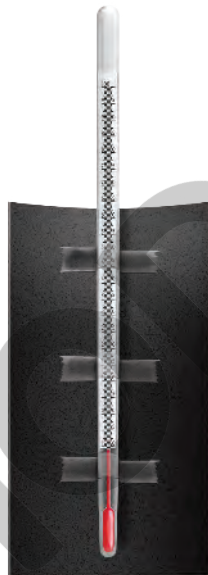
Procedimento

1. Sobre uma mesa, o professor posicionará o bico de Bunsen ou a lamparina sobre o valor “zero” da régua. Para impedir que a montagem se mova durante a realização da atividade prática e altere os resultados obtidos, a lamparina e a régua devem ser fixadas com fita adesiva sobre a mesa. Essa etapa é importante para melhorar a precisão da medida da distância entre a fonte de luz e o termômetro.
2. O professor recortará um retângulo de cartolina preta e nele fixará o termômetro de álcool com a fita adesiva, conforme indicado na imagem “Termômetro fixado à cartolina”. O bulbo do termômetro deve estar sobre a área preta da cartolina e a fita adesiva não deve cobri-lo.
3. Fixem essa montagem à caixa de papelão de maneira que o bulbo do termômetro esteja na vertical e na mesma altura que a chama do bico de Bunsen ou da lamparina.

ATENÇÃO

Somente manipule a tesoura e o bico de Bunsen ou lamparina com a ajuda do professor.

Termômetro fixado à cartolina



Representação esquemática da montagem do experimento. Nela, o termômetro está fixado ao retângulo de cartolina preta. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Orientações didáticas

- Recomenda-se realizar a **Oficina 6** de maneira demonstrativa em razão do uso de fogo. Procure utilizar um bico de Bunsen ou uma lamparina que tenha uma chama bastante potente para facilitar a visualização do efeito. Apenas se a chama for pouco potente, troque a medição de 50 cm por uma de 10 cm. Nesse caso, na **atividade 2**, peça aos estudantes que estimem a temperatura na distância de 50 cm.
- Caso tenha acesso, a chama pode ser substituída por uma luminária/soquete com uma lâmpada incandescente de 200 W de potência.
- A cartolina e a caixa são inflamáveis, portanto tenha atenção para a proximidade desses materiais da chama.
- Construir o gráfico e, a partir dele, estimar um valor de acordo com sua curva auxilia o desenvolvimento da **competência geral 4** da Educação Básica, prevista pela BNCC.

Respostas – Atividades

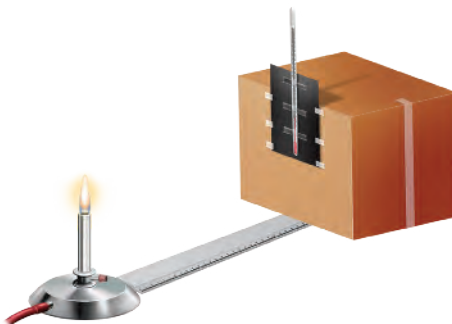
1. Com o aumento da distância entre a chama e o termômetro, a temperatura diminui.
2. Verifique se os estudantes compuseram o gráfico corretamente. Auxilie-os a avaliar se os dados apresentam uma relação que permita estimar esse valor.
3. A temperatura superficial dos planetas é resultado, principalmente, de dois mecanismos: a absorção da radiação emitida pelo Sol e o efeito estufa, que depende da atmosfera de cada planeta. A temperatura superficial de Vênus, por exemplo, é maior que a de Mercúrio, que está mais próximo do Sol, devido às variações no efeito estufa.
4. A Terra receberia menos luz do Sol, resultando na diminuição da temperatura média do planeta, e, possivelmente, a maior parte da vida na Terra seria extinta, dadas as temperaturas congelantes do ambiente.

CONTINUAÇÃO

OFICINA 6

4. O professor posicionará o termômetro sobre o valor 20 cm da régua. Ao final da montagem, o aparato experimental deve ficar como o esquema apresentado a seguir.

Montagem do experimento



Representação esquemática da fonte de calor posicionada sobre o "zero" da escala da régua. O termômetro é mantido na posição vertical. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

SAMUEL SILVA/ARQUIVO DA EDITORA

5. Em seguida, o professor ligará o bico de Bunsen ou a lamparina e aguardará de 10 a 15 minutos. Copiem o quadro a seguir no caderno e, decorrido o tempo, anotem nele as temperaturas marcadas no termômetro.

Valor da temperatura de acordo com a distância da fonte luminosa

Distância	20 cm	30 cm	40 cm	50 cm
Temperatura (°C)	—	—	—	—



6. O professor repetirá o procedimento 4 para as distâncias 30 cm, 40 cm e 50 cm. Anotem as temperaturas obtidas.

▶ ATIVIDADES

REGISTRE EM SEU CADERNO

1. Como a temperatura indicada pelo termômetro varia com a distância da chama? Ela fica constante, aumenta ou diminui?
2. Façam um gráfico da temperatura do termômetro (em °C) em função da distância (em cm); se possível, utilizem uma folha de papel quadriculado ou milimetrado para isso. Com esse gráfico em mãos, é possível estimar a temperatura que seria obtida à distância de 10 cm?
3. No Sistema Solar, a chama do bico de Bunsen ou da lamparina no experimento representa o Sol, que emite energia radiativa. Pesquisem a temperatura média dos oito planetas do Sistema Solar. Considerando esses dados, pode-se dizer que a temperatura desses planetas se correlaciona com a distância ao Sol? Busquem informações sobre outros efeitos que podem influenciar a temperatura superficial dos planetas.
4. O que aconteceria com a temperatura média da Terra se o diâmetro de sua órbita fosse semelhante ao da órbita de Netuno? Descrevam algumas alterações que seriam notadas na Terra decorrentes da mudança no diâmetro de sua órbita.

OFICINA 7

A duração de uma viagem espacial

A Oficina 7 está relacionada à Unidade 8 e pode ser realizada ao final do Tema 5.

Imagine que uma equipe de cientistas aeroespaciais esteja planejando uma viagem espacial com a finalidade de ampliar as informações sobre os corpos celestes que estão no Sistema Solar. Calcular o tempo de duração dessa viagem é apenas uma das muitas tarefas que fazem parte do planejamento desse tipo de expedição. Para **automatizar** esse cálculo, vamos escrever um **algoritmo** capaz de realizar cálculos e estimar o tempo dessa (ou de qualquer outra) viagem espacial.

O algoritmo refere-se a um conjunto organizado de passos que permite atingir determinado objetivo ou resolver um problema de forma efetiva. Contudo, se um ou mais desses passos não permitem encontrar uma solução satisfatória para o problema, dizemos que o algoritmo contém uma falha (ou um erro) de lógica.

Objetivos

- Desenvolver habilidades de Pensamento Computacional.
- Escrever algoritmos para o cálculo do tempo de duração de uma viagem espacial.
- Identificar falhas no procedimento para a resolução de um problema.

Material

- Folha de papel e canetas coloridas
- Calculadora

Procedimento

1. **Primeiro, vamos estabelecer como os cálculos serão realizados. A velocidade pode ser calculada pela razão entre a distância e o intervalo de tempo; por isso, para que o algoritmo possa determinar o intervalo de tempo estimado da viagem (Δt), será necessário considerar a razão entre a distância (d) a ser percorrida e a velocidade (v) com que a viagem será realizada, de acordo com a expressão**

$$\Delta t = \frac{d}{v}$$

Note que, para uma determinada distância, quanto maior for a velocidade, menor será o tempo estimado para o percurso. Por isso, podemos afirmar que o tempo e a velocidade

são grandezas inversamente proporcionais, um padrão que será seguido sempre que o cálculo for realizado pelo algoritmo.

Para a velocidade, vamos considerar duas possibilidades. Na primeira, a viagem seria feita por um ônibus espacial, com velocidade de 28000 km/h; e, na outra, por uma sonda, como a Voyager 1, com velocidade de 61 200 km/h. Basta, então, informar a distância a ser percorrida para que o algoritmo possa calcular o tempo estimado para a viagem, com base nesses dois parâmetros.

2. **O próximo passo é definir as variáveis, ou seja, os elementos que o algoritmo usará para armazenar os dados que serão coletados e analisados durante sua execução. Usaremos três variáveis no algoritmo: a variável RESPOSTA, para armazenar o valor da distância que será informado; a variável ÔNIBUS ESPACIAL, para armazenar o resultado do cálculo, considerando a velocidade de 28 000 km/h; e a variável SONDA, para armazenar o resultado do cálculo, considerando a velocidade de 61 200 km/h.**
3. **Precisamos também pensar em como o algoritmo vai representar os dados ao final dos cálculos. Por exemplo, podemos definir que ele os represente usando apenas números inteiros ou números decimais com dois algarismos após a vírgula.**
4. **Por fim, vamos definir quais etapas o algoritmo vai percorrer até apresentar o resultado dos cálculos; em outras palavras, vamos decompor o problema em partes menores. Dessa forma, percebemos que a dificuldade para chegar à resolução diminui quando resolvemos cada etapa, na ordem apropriada. Assim, podemos idealizar um algoritmo que vai:**
 - a) solicitar a distância a ser percorrida e armazenar esse dado;
 - b) realizar os cálculos levando em consideração a distância informada e as duas velocidades indicadas, assim como armazenar esses dados;
 - c) apresentar os resultados como números inteiros;
 - d) permitir reiniciar o processo, para novos cálculos.

Orientações didáticas

• A Oficina 7 permite desenvolver os conceitos do **Pensamento Computacional (PC)** por meio da análise e da elaboração de um algoritmo capaz de calcular o tempo aproximado de duração de uma viagem espacial. Dessa forma, ela auxilia no desenvolvimento das **competências específicas 3 e 6** de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental e das **competências específicas 3, 4, 5 e 6** de Matemática para o Ensino Fundamental, previstas pela BNCC. O trabalho em equipes favorece o desenvolvimento da **competência geral 10** da Educação Básica, prevista pela BNCC.

• A oficina pode ser desenvolvida em uma aula, ao final da **Unidade 8**. Para melhor aproveitamento do tempo da aula, solicite aos estudantes que leiam o texto-base previamente.

• Inicie a oficina retomando as informações sobre as distâncias aproximadas entre os corpos celestes do Sistema Solar (desenvolvidas no Tema 3) e sobre as viagens interplanetárias e interestelares (trabalhadas no Tema 5). Então, retome o objetivo da Oficina e reforce que um algoritmo, mesmo sendo um termo clássico da Ciência da Computação, deve ser compreendido como um conjunto organizado dos passos a serem seguidos para a resolução de um problema em qualquer área do conhecimento. Mostre a eles que a representação do algoritmo por meio de blocos de comando é uma forma alternativa às representações por meio de listas ou fluxogramas. Proponha que façam uma analogia com um quebra-cabeças, indicando que, caso os blocos estejam destacados ou se utilizarmos uma ferramenta digital, poderiam ser reordenados até que a construção do algoritmo esteja concluída, com todas as funções na ordem apropriada.

Orientações didáticas

• Solicite a realização da **atividade 1**. Nesse momento, reforce aos estudantes que o algoritmo deve ser composto de um conjunto de passos que permitam a resolução do problema sem falhas de lógica ou ambiguidades. No item **b**, lembre-os que cada bloco tem uma função específica. Peça a eles que analisem os três modelos de blocos sugeridos para a correção do código.

• Para a **atividade 2**, se necessário, auxilie-os a determinar os valores de tempo de viagem.

Respostas – Atividades

1. **a)** Espera-se que os estudantes identifiquem que o algoritmo formado por blocos não prevê a exibição dos resultados como números inteiros. **b)** Resposta pessoal. Espera-se que escolham o segundo bloco sugerido, por apresentar a função para o arredondamento do valor da variável de forma clara e inequívoca. É necessário inserir dois blocos desse modelo, um para a variável ÔNIBUS ESPACIAL, como sugerido, e outro para a variável SONDA. O primeiro pode criar outra falha de lógica, caso o resultado já seja um número inteiro, e o terceiro não permite atingir o objetivo proposto: o cálculo do tempo da viagem. Atente-se à posição em que esses novos blocos serão inseridos, tendo em vista que precisam ser encaixados após os comandos para os cálculos. E os blocos de apresentação dos resultados devem sofrer alguma adaptação, como “O ônibus espacial levaria ‘arredondamento de ÔNIBUS ESPACIAL’ horas para realizar a viagem”.

2. O algoritmo forneceria as seguintes informações: “O ônibus espacial levaria 45 607,14286... horas para realizar a viagem” e “A sonda chegaria ao destino em 20 866,01307... horas”. Esses valores altos evidenciam como as viagens espaciais são longas.

CONTINUAÇÃO

OFICINA 7

Uma proposta para o algoritmo está representada a seguir por meio de uma sequência de blocos de comando; esses elementos ajudam na construção e são muito úteis na organização do algoritmo. Cada bloco possui um comando específico a ser executado, e o conjunto dos blocos deve indicar a ordem apropriada para a execução de cada comando.

Representação do algoritmo

Quando clicar em

pergunte Qual é a distância, em km, a ser percorrida? e registre a resposta como a variável **RESPOSTA**

calcule $\text{RESPOSTA} \div 28\,000$ e registre o resultado como a variável **ÔNIBUS ESPACIAL**

calcule $\text{RESPOSTA} \div 61\,200$ e registre o resultado como a variável **SONDA**

apresente O ônibus espacial levaria **ÔNIBUS ESPACIAL** horas para realizar a viagem. por 5 segundos

apresente A sonda chegaria ao destino em **SONDA** horas. por 5 segundos

diga Para recomear clique em

fim

Representação do algoritmo para a estimativa do tempo de viagens espaciais. Note que, uma vez informada a distância a ser percorrida, o algoritmo realiza os cálculos considerando as velocidades de um ônibus espacial e de uma sonda predefinidas para, em seguida, apresentar cada resultado durante 5 segundos. Por fim, indica a possibilidade de reiniciar o processo.

ATIVIDADES

REGISTRE EM SEU CADERNO

1. Reúna-se com um colega e comparem o algoritmo proposto nas etapas do procedimento da Oficina com o algoritmo formado por blocos da figura “Representação do algoritmo”.

- Identifiquem a inconsistência presente na representação por blocos que possibilita que o algoritmo, em alguns casos, forneça informações distintas das previstas no algoritmo idealizado. Para realizar o mapeamento da inconsistência, recomenda-se analisar cada comando, a ação que ele promove e se tal ação era o que se esperava segundo o algoritmo proposto. Compartilhem as conclusões com o professor e com os demais colegas da turma.
- Em uma folha em branco, reescrevam o algoritmo formado por blocos para corrigir a falha de lógica identificada. Escolham um dos blocos de comando sugeridos a seguir, usando-o como modelo, e acrescentem-no, realizando as adaptações que julgar necessárias, ao novo algoritmo. Compartilhem o resultado com os colegas e o professor.

processe o valor **ÔNIBUS ESPACIAL** e apague os algarismos depois da vírgula

mude o valor de **ÔNIBUS ESPACIAL** para arredondamento de **ÔNIBUS ESPACIAL**

diga **ERRO!** **ÔNIBUS ESPACIAL** não é número inteiro

2. Quais informações o algoritmo forneceria ao usar a distância de 6 bilhões de quilômetros nos cálculos? O que tal resultado evidencia sobre as viagens espaciais?

FIQUE POR DENTRO

FILMES

- **A ÚLTIMA hora.** Direção de Leila Conners Petersen e Nadia Conners. Estados Unidos, 2007. (92 min). Criado, produzido e narrado por Leonardo DiCaprio. O documentário apresenta os desastres causados pela humanidade, incluindo as mudanças climáticas e o aquecimento global.
- **COLEGAS.** Direção de Marcelo Galvão. Brasil, 2012. (99 min). Três amigos com síndrome de Down, apaixonados por cinema, decidem viajar de carro em busca de seus sonhos.
- **DESENVOLVIMENTO** de pessoas com síndrome de Down. Direção de Angela Reiniger. Brasil, 2021. (26 min). Episódio do Programa Especial da TV Brasil que aborda o desenvolvimento de pessoas com síndrome de Down. Disponível em: <https://tvbrasil.etc.com.br/programaespecial/episodio/desenvolvimento-de-pessoas-com-sindrome-de-down>. Acesso em: 22 jul. 2022.
- **ESTAMIRA.** Direção de Marcos Prado. Brasil, 2006. (115 min). O documentário conta a história de uma mulher de 63 anos que tem distúrbios mentais e trabalha em um aterro sanitário, sobrevivendo dos materiais que coleta. De forma poética e eloquente, o documentário aborda questões de interesse global, como o destino do lixo produzido nas grandes cidades.
- **GALÁPAGOS.** Direção de Patrick Morris. Reino Unido, 2011. (150 min). O documentário mostra as ilhas que inspiraram a teoria da evolução de Darwin, explorando o ambiente e a diversidade biológica ali presente.
- **HISTÓRIAS** da Genética no Brasil. Brasil, 2015. (52 min). Documentário produzido por estudantes do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo que conta o início das pesquisas genéticas no Brasil com base em entrevistas com cientistas que participaram desse momento.
- **O DESASTRE** de Chernobyl. Estados Unidos, 2006. (97 min). O documentário trata do desastre ocorrido em Chernobyl, em 1986, devido à explosão da usina de energia nuclear.
- **PARAÍSO** sujo. Direção de Daniel Schweizer. Suíça, 2009. (76 min). O documentário mostra o sofrimento de indígenas em decorrência do garimpo ilegal na região da fronteira entre a Guiana Francesa e o Suriname, a poluição dos rios pelo mercúrio e os desastres ecológicos decorrentes disso.
- **QUEM FOI** que disse: Mendel e a produção de conhecimento. Direção de Luiz Andrade. Brasil, 2014. (32 min). Filme sobre a vida e a obra do monge Gregor Mendel que faz parte do programa *Quem foi que disse* da Universidade Federal Fluminense. Nesse filme, um adolescente entra em um túnel do tempo e se encontra com Mendel após uma aula de Genética. Possui também uma versão com audiodescrição para pessoas com deficiência visual.

► Fique por dentro

- QUÍMICA: uma história volátil. Inglaterra, 2010. (58 min). O documentário mostra a história de químicos famosos, a descoberta de elementos químicos e muito mais. É dividido em três episódios: *Descobrimos os elementos*, *A ordem dos elementos* e *O poder dos elementos*.
- UMA VERDADE inconveniente. Direção de Davis Guggenheim. Estados Unidos, 2006. (96 min). O documentário alerta para os riscos do aquecimento global, apresentando uma visão do futuro do planeta e da civilização.
- UMA VERDADE mais inconveniente. Direção de Bonni Cohen e Jon Shenk. Estados Unidos, 2017. (98 min). Dez anos após o documentário *Uma verdade inconveniente* ter alertado sobre a necessidade da união entre países para tratar da crise iminente que envolve o aquecimento global, esse documentário mostra as consequências práticas da crise climática e os avanços obtidos com a obtenção de energia de fontes limpas.

LIVROS

Evolução e genética

- BRANCO, S. M. *Transgênicos: inventando seres vivos*. São Paulo: Moderna, 2004. Este livro apresenta uma visão geral sobre os transgênicos, sua história e sua importância para a humanidade, explicando as técnicas hoje utilizadas e mostrando por que o assunto é cercado de polêmicas.
- HARARI, Y. N. *Sapiens: uma breve história da humanidade*. Porto Alegre: L&PM, 2015. Neste livro o autor repassa a história da humanidade, relacionando-a com questões do presente, tendo como base o conhecimento evolutivo, sociológico, antropológico e econômico.
- MUKHERJEE, S. *O gene: uma história íntima*. São Paulo: Companhia das Letras, 2016. O autor combina ciência, história social e relatos pessoais para explorar a hereditariedade e como a genética influencia nossas vidas, personalidades e identidades.
- PEREIRA, L. V. *Clonagem: da ovelha Dolly às células-tronco*. São Paulo: Moderna, 2005. (Coleção Polêmica). Este livro procura explicar o que é a clonagem e como é feita. Também aborda uma série de questões científicas e éticas sobre as novas tecnologias.
- PEREIRA, L. V. *Sequenciaram o genoma humano... E agora?* São Paulo: Moderna, 2005. O objetivo deste livro é esclarecer o que é o genoma humano, o que é o Projeto Genoma Humano e qual será o impacto dessas novas descobertas para a humanidade, considerando os aspectos éticos/sociais do uso desse novo conhecimento.
- ZATZ, M. *Genética: escolhas que nossos avós não faziam*. Rio de Janeiro: Globo, 2011. Este livro apresenta pesquisas sobre a genética e discussões sobre ética.

Química

- BONELLI, C.; MANO, E. B.; PACHECO, E. B. A. V. *Meio ambiente, poluição e reciclagem*. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2010.
O livro aborda a importância da crescente conscientização da sociedade quanto à urgente necessidade de preservação da natureza.
- CHAGAS, A. P. *Como se faz química*. São Paulo: Unicamp, 2006.
Este livro apresenta as possibilidades de atuação do profissional da área de Química e as dificuldades envolvidas em suas responsabilidades.
- CHIANCA, L.; SALEM, S. *Água*. São Paulo: Ática, 2007. (Coleção De olho na Ciência).
O livro aborda o tema água e discute alguns problemas relacionados ao consumo e à preservação da água, refletindo sobre o envolvimento da população e das autoridades.
- GRAY, T. *Os elementos: uma exploração visual dos átomos conhecidos no Universo*. São Paulo: Blucher, 2011.
Livro que apresenta a história do descobrimento, as representações, as propriedades, as características, além de imagens, curiosidades e aplicações dos elementos químicos e como foi criada a tabela periódica.
- LE COUTEUR, P.; BURRESON, J. *Os botões de Napoleão: as 17 moléculas que mudaram a história*. Rio de Janeiro: Zahar, 2006.
Conjunto de histórias e curiosidades que ajudam a entender acontecimentos históricos relacionados à Química pelo olhar de um cientista.
- MATEUS, A. L. *Química em questão*. São Paulo: Claro Enigma, 2012.
Neste livro o autor mostra a história da Química e sua influência na sociedade antiga e atual.
- RODRIGUES, R. M. *O solo e a vida*. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2013. (Coleção Projeto Ciência).
Livro que mostra a importância do solo para a formação e o desenvolvimento de várias formas de vida. Também são mostrados a composição e o tratamento do solo, como ele pode ficar e o que pode ser feito quando há interferência na sua composição.
- VEIGA, J. E. *Aquecimento global*. 2. ed. São Paulo: Senac, 2011.
O livro expõe duas perspectivas quanto ao aquecimento global ser verdade ou não, mostrando estudos, dados e previsões futuras do planeta.

Física

- BERNHARD, E. *Som*. São Paulo: Ibep Nacional, 2006. (Coleção O que é?).
Livro com explicações didáticas de conceitos de Física sobre acústica que apresenta também alguns experimentos simples, que podem ser testados pelos estudantes para facilitar o aprendizado.
- CRUZ, F. F. de S. *Faraday e Maxwell: luz sobre os campos*. São Paulo: Odysseus, 2005. (Coleção Imortais da Ciência).
Livro de uma coleção que mostra como alguns cientistas famosos consagraram suas ideias, como no caso de Faraday e Maxwell, que transformaram o mundo quando nos revelaram a união entre Eletricidade e Magnetismo.

► Fique por dentro

Astronomia

- ISHIKAWA, K. *Guia mangá Universo*. São Paulo: Novatec, 2012.
O guia, que faz parte de uma coleção, ensina Física por meio de uma história contada em estilo de mangá. Nele são ensinados conceitos e definições sobre astros e seus movimentos, assim como a formação deles.
- LANGHI, R. *Aprendendo a ler o céu: pequeno guia prático para Astronomia observacional*. 2. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2016.
A obra procura incentivar a observação do céu noturno e o interesse pela Astronomia, despertando seus leitores para a responsabilidade e a consciência planetária enquanto seres habitantes do único corpo celeste conhecido que pode continuar nos abrigando vivos.
- NOGUEIRA, S.; PESSOA FILHO, J. B.; SOUZA, P. N. *Astronáutica*. Brasília: MEC, SEB; MCT; AEB, 2009. v. 12. (Coleção Explorando o ensino).
Livro de uma coleção que se dedica a explicar a Astronáutica com linguagem adequada a estudantes do Ensino Fundamental.

CENTROS E MUSEUS DE CIÊNCIAS

Acessos em: 22 jul. 2022.

- **Associação Brasileira de Centros e Museus de Ciência**
<http://abcm.org.br/>
Site de busca para encontrar os museus e centros de Ciência mais próximos.
- **Centro Cultural Ministério da Saúde**
Ministério da Saúde – Rio de Janeiro, RJ
<http://www.ccs.saude.gov.br>
O Centro conta com diversas exposições fixas, itinerantes e virtuais, eventos culturais, técnicos e científicos e exibições de vídeos. Também presta atendimento ao público, oferecendo serviços de informação em saúde.
- **Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC)**
Universidade de São Paulo – São Carlos, SP
<https://cdcc.usp.br/>
Seu objetivo principal é o de estabelecer um vínculo entre a Universidade e a comunidade. Os locais de visitação incluem dois jardins temáticos – “Jardim da Percepção” e “Jardim do Céu na Terra” –, além do Espaço de Física e o Observatório.
- **Espaço Ciência**
Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente – Olinda, PE
<http://www.espacociencia.pe.gov.br/>
Seus objetivos são popularizar a ciência e apoiar o ensino. Mantém uma coleção de experimentos; cria condições para a fruição, compreensão e promoção do patrimônio científico e trabalha em estreita cooperação com a comunidade.
- **Museu Catavento**
Catavento Cultural e Educacional – São Paulo, SP
<http://www.cataventocultural.org.br/>
O museu possui 250 instalações, em 12 mil metros quadrados de área expositiva, divididas em quatro grandes seções: Universo, Vida, Engenho e Sociedade.

- **Museu da Vida**

Fundação Oswaldo Cruz – Rio de Janeiro, RJ
<https://www.museudavida.fiocruz.br/>

O Museu da Vida tem vários espaços, como um parque ao ar livre, um castelo, uma pirâmide, uma tenda de teatro, laboratórios, trilhas histórico-ecológicas, um borboletário e as salas de exposições.

- **Museu de Astronomia e Ciências Afins (Mast)**

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações – Rio de Janeiro, RJ
<https://www.gov.br/mast/pt-br>

O MAST é uma unidade de pesquisa do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) e tem como missão ampliar o acesso da sociedade ao conhecimento científico e tecnológico por meio de pesquisa, preservação de acervos e divulgação das atividades científicas brasileiras.

- **Museu de Ciência e Tecnologia**

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) – Porto Alegre, RS
<https://www.pucrs.br/mct/>

As coleções científicas do museu são formadas por vasto acervo de fósseis, espécimes representantes da biodiversidade brasileira e peças provenientes de escavações arqueológicas.

- **Museu de Ciências da Terra**

Serviço Geológico do Brasil – Rio de Janeiro, RJ
<http://mcter.cprm.gov.br/>

O acervo é constituído por coleções de minerais, meteoritos, rochas, fósseis e documentos relacionados à memória geológica. São mais de 10 mil amostras de minerais (brasileiros e estrangeiros) e de meteoritos, além de 12 mil rochas e 35 mil fósseis catalogados. O museu realiza oficinas e atividades educativas e culturais para o público em geral.

- **Museu de Ciências Morfológicas**

Instituto de Ciências Biológicas – UFMG, Belo Horizonte, MG
<https://www.ufmg.br/rededemuseus/mcm/>

O museu mostra, por meio de exposições permanentes, peças anatômicas, esculturas em gesso e resina, fotomicrografias de células e tecidos vistos em microscópios de luz e eletrônicos, embriões e fetos em diferentes estágios de desenvolvimento, além de equipamentos de áudio e vídeo.

- **Museu de Geologia**

Serviço Geológico do Brasil – Porto Alegre, RS
<http://www.cprm.gov.br/publique/Sobre/Museu-de-Geologia-179>

O acervo do museu conta com minerais de 23 estados brasileiros e de 52 outros países, sendo composto de raridades como tectitos, meteoritos e minerais de bórax (que o Brasil não produz), além de pedras preciosas brutas (100 tipos) e lapidadas (62 tipos).

► Fique por dentro

• **Museu Dinâmico Interdisciplinar**

Universidade Estadual de Maringá – Maringá, PR
<http://www.mudi.uem.br>

O museu desenvolve um trabalho de educação informal e não formal por meio de visitas, palestras, cursos, programas de rádio, espetáculos teatrais, musicais e eventos, realizados na Universidade Estadual de Maringá ou em outros locais, como parte de suas ações itinerantes.

• **Museu do Amanhã**

Prefeitura do Rio de Janeiro – Rio de Janeiro, RJ
<https://museudoamanha.org.br/>

O museu oferece uma narrativa sobre como poderemos viver e moldar os próximos 50 anos. Uma jornada rumo a futuros possíveis abrangendo perguntas que a Humanidade sempre se fez: De onde viemos? Quem somos? Onde estamos? Para onde vamos? Como queremos ir?

• **Museu do Homem Americano**

Fundação Museu do Homem Americano (Fumdham) – São Raimundo Nonato, PI

http://fumdham.org.br/cpt_home/museu-do-homem-americano/

Museu situado na sede do Parque Nacional da Serra da Capivara, no Piauí, criado para divulgar a importância do patrimônio cultural deixado pelos povos pré-históricos dessa região. As exposições mostram os resultados de mais de quatro décadas de pesquisas realizadas no Parque.

• **Museu Exploratório de Ciências**

Universidade Estadual de Campinas – Campinas, SP
<https://www.mc.unicamp.br/>

O museu possui um espaço de exploração interativa permanente, organiza exposições para promover participação ativa dos visitantes e promove oficinas que incentivam os participantes a observar o mundo ao seu redor, a apropriar-se do conhecimento e a refletir sobre esse conhecimento com base no método científico.

• **Museu Geológico de São Paulo (Mugeo)**

Instituto Geológico – São Paulo, SP
<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/museugeologico/>

O museu conta com exposições permanentes que se constituem, basicamente, de minerais, rochas, fósseis, objetos e documentos antigos, reunidos desde os trabalhos da Comissão Geográfica e Geológica no século passado.

• **Museu Interativo da Física**

Universidade Federal do Pará, Departamento de Física – Belém, PA
<https://www.minf.ufpa.br/>

O local conta com um acervo de experimentos que são clássicos na Física, como o prisma de Newton, a gaiola de Faraday e a bobina de Tesla. Também possui equipamentos interativos com o intuito de demonstrar e abordar temas relacionados às Ciências da Natureza.

- **Museu Paraense Emílio Goeldi**
Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações – Belém, PA
<https://www.gov.br/museugoeldi/pt-br>
O museu conta com coleções biológicas, humanas, paleontológicas e documentais, incluindo o Parque Zoobotânico, o Aquário e a Estação Científica Ferreira Penna.
- **Planetário da UFG**
Universidade Federal de Goiás – Goiânia, GO
<https://www.planetario.ufg.br/>
O planetário promove atividades de extensão educativas, com o auxílio de recursos técnicos audiovisuais em sua cúpula de 12,5 metros de diâmetro. Durante a semana, realiza sessões para estudantes e, nos fins de semana, para o público em geral.
- **Planetário de Londrina**
Universidade Estadual de Londrina – Londrina, PR
<http://www.uel.br/cce/mct/planetario/portal/>
O projetor de estrelas do Planetário de Londrina simula o céu visível de qualquer ponto sobre a superfície da Terra e em qualquer data, com precisão. É um espaço de experiências que coloca os visitantes frente a frente com o Universo.
- **Planetário Espaço Cultural**
Espaço Cultural José Lins do Rego – João Pessoa, PB
<https://funesc.pb.gov.br/conheca-a-funesc/planetario>
A sala de projeção do museu tem capacidade para 106 pessoas, projeta 6 mil estrelas e 78 constelações, além do Sistema Solar, galáxias, nebulosas, o céu de qualquer lugar do mundo e as quatro estações do ano.
- **Planetário Municipal do Carmo Professor Acácio Riberi**
Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente – São Paulo, SP
https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/umapaz/planetario_municipal_prof_acacio_riberi/
Está localizado no Parque do Carmo, na zona leste de São Paulo. Devido ao posicionamento do seu projetor e às características arquitetônicas, os visitantes vivenciam uma sensação maior de imersão.
- **Usina Ciência**
Universidade Federal de Alagoas – Maceió, AL
<https://usinaciencia.ufal.br/>
O espaço reúne o principal acervo de experimentos educativos científicos e tecnológicos do estado de Alagoas distribuído em salas de exposições e laboratórios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHLGREN, A.; RUTHERFORD, F. J. *Ciência para todos*. Lisboa: Gradiva, 1995.

O livro aborda a importância do conhecimento científico para que todos os indivíduos compreendam o mundo que os cerca.

AIELLO, L.; DEAN, C. J. *An introduction to human evolutionary anatomy*. London: Academic Press, 1990.

O livro apresenta os fundamentos da Anatomia e os relaciona a aspectos da evolução do ser humano.

ALBERTS, B. *et al. Biologia molecular da célula*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.

O livro é uma compilação com enfoque molecular dos conhecimentos sobre células procarióticas e eucarióticas.

ARMSTRONG, L. *Performing in extreme environments*. Illinois: Human Kinetics, 2000.

O livro apresenta estudos científicos sobre os exercícios físicos em ambientes hostis.

ATKINS, P.; JONES, L. *Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2012.

O livro apresenta fundamentos da Química de forma clara e precisa por meio de tópicos curtos organizados em grupos temáticos.

BARR, V.; STEPHENSON, C. *Bringing computational thinking to K-12: What is involved and what is the role of the computer science education community?* *Acm Inroads*, v. 2, n. 1, p. 48-54, 2011.

O artigo aborda as vantagens obtidas com a implantação de atividades relacionadas ao Pensamento Computacional (PC) na Educação Básica. Além de sugerir as atividades mais adequadas para o trabalho com os diferentes conceitos do PC.

BENJAMIN, C. (ed.). *Dicionário de biografias científicas*. Rio de Janeiro: Contraponto, 2007. O livro apresenta a biografia dos nomes mais relevantes da história do conhecimento científico e da filosofia.

BENNETT, J. *et al. The cosmic perspective*. San Francisco: Addison-Wesley, 2002.

O livro apresenta conteúdos de Astronomia para qualquer pessoa, independentemente de conhecimentos anteriores em Astronomia ou Física.

BLOOMFIELD, L. A. *How things work: the physics of everyday life*. 4. ed. New York: John Wiley & Sons, 2009.

O livro explica conceitos científicos e técnicas envolvidos em mecanismos, objetos e tarefas do dia a dia.

BRAGA, M.; GUERRA, A.; REIS, J. C. *Breve história da ciência moderna: das luzes ao sonho do doutor Frankenstein (séc. XIX)*. Rio de Janeiro: Zahar, 2007. v. 3.

O livro apresenta o processo de desenvolvimento do pensamento científico em seus diversos contextos históricos, utilizando uma linguagem acessível.

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular (BNCC)*. Brasília, DF: MEC, 2018.

Documento que normaliza um conjunto de ações e valores a serem desenvolvidos com os estudantes durante a Educação Básica.

BRASIL. Ministério da Educação. *Saeb (Sistema de Avaliação de Educação Básica)*. 2. ed. Brasília, DF: MEC/SEF, 1999.

Documento que apresenta os parâmetros e as normas relacionadas ao Sistema de Avaliação da Educação Básica.

BROCKMAN, J.; MATSON, K. *As coisas são assim: pequeno repertório científico do que nos cerca*. São Paulo: Companhia das Letras, 1997.

O livro apresenta respostas para questões simples envolvendo Ciência, numa série de ensaios claros e sucintos.

BROWN, T. L.; LE MAY JR., H. E.; BURSTEN, B. E. *Química: a ciência central*. 9. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2008.

Nesta obra, a Química é apresentada de forma contextualizada, o que facilita seu entendimento.

CANIATO, R. *O céu*. Campinas: Átomo, 2011.

O livro propõe atividades que envolvem materiais simples, acessíveis e criativos para abordar conceitos de Física por meio do estudo da Astronomia.

CHASSOT, A. *A Ciência através dos tempos*. 4. ed. São Paulo: Moderna, 2004. (Coleção Polêmica).

A obra apresenta um panorama do desenvolvimento das Ciências ao longo do tempo abordando aspectos relacionados à ética e a aplicação dos conhecimentos científicos em nossa sociedade.

CUTNELL, J. D.; JOHNSON, K. W. *Physics*. 11. ed. New Jersey: Wiley, 2018.

A obra, referência da Física, traz recursos e funcionalidades aprimorados como vídeos e tutoriais *on-line* guiados.

DIAS, G. F. *Atividades interdisciplinares de educação ambiental*. 12. ed. São Paulo: Gaia, 2012.

O material apresenta sugestões de atividades interdisciplinares de educação ambiental.

DOW, K.; DOWNING, T. E. *O atlas da mudança climática: o mapeamento completo do maior desafio do planeta*. São Paulo: PubliFolha, 2007.

O livro trata das mudanças climáticas, apontando causas e apresentando possíveis soluções.

EMSLEY, J. *Nature's building blocks*. New York: Oxford University Press, 2011.

O livro apresenta detalhadamente as características dos elementos químicos.

ENCICLOPÉDIA DO ESTUDANTE. *Física pura e aplicada: dos modelos clássicos aos quanta*. São Paulo: Moderna, 2008. v. 10.

O livro apresenta um panorama da Física ao tratar de temas como movimento, dinâmica, trabalho e ondas, entre outros.

FUTUYMA, D. J. *Biologia evolutiva*. 3. ed. Ribeirão Preto: Funpec, 2009.

A Biologia Evolutiva do desenvolvimento e a Fisiologia Evolutiva são tratadas incorporando as novas abordagens conceituais em Genética de populações e métodos filogenéticos.

GILLISPIE, C. C. (org.). *Dicionário de biografias científicas*. Rio de Janeiro: Contraponto, 2007. v. 1, p. 574.

O livro faz parte de uma coleção que contém informações sobre o trabalho de cientistas de todo o mundo, da Antiguidade até o século XX.

GOLDSMITH, D. *The far, far future of stars*. *Scientific American*, v. 306, p. 37, 2012.

O artigo aborda, entre outros assuntos, a composição de alguns tipos de estrelas.

GRIFFITHS, A. J. F. et al. *Introduction to genetic analysis*. 9. ed. New York: W. H. Freeman, 2008.

O livro mostra como a Genética é praticada atualmente, dando ênfase em como a análise genética pode ser uma ferramenta para responder a diferentes questões biológicas.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (org.). *Impactos ambientais urbanos no Brasil*. São Paulo: Bertrand Brasil, 2004.

O livro apresenta questões teóricas, conceituais e aplicadas relacionadas às mudanças ambientais geradas pelo aumento da população nos ambientes urbanos.

▶ REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos da Física*. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. v. 2.

O livro apresenta conceitos de Física relativos às ondas.

HEWITT, P. G. *Física conceitual*. 11. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

O livro apresenta, por meio de textos, ilustrações, analogias e cálculos, conceitos básicos de Física.

JONES, S.; MARTIN, R. D.; PILLBEAN, D. R. *The Cambridge encyclopedia of human evolution*. Cambridge: Cambridge University Press, 1994.

Material da Universidade de Cambridge que aborda os diversos aspectos da evolução humana.

KELLER, E. F. *The century of the gene*. Cambridge: Harvard University Press, 2002.

A autora fornece uma análise profunda das conquistas da Genética e da Biologia Molecular no mundo, no século XX, o século do gene.

KOTZ, J. C. *et al. Química geral e reações químicas*. 3. ed. Cengage Learning, 2015, v. 1.

Este volume trata de ferramentas básicas da Química, estrutura de átomos e moléculas, além dos estados da matéria.

LIDE, R. D. (ed.). *CRC Handbook of Chemistry and Physics*. 90. ed. (CD-ROM Versão 2010). Boca Raton: CRC Press/Taylor and Francis, 2009.

Manual que apresenta diversos conceitos da Química e da Física, fazendo uso de tabelas e dados.

LIMA, M. E. C. C.; AGUIAR JR., O. G.; BRAGA, S. A. M. *Aprender Ciências: um mundo de materiais*. Belo Horizonte: UFMG, 2004.

O livro apresenta-se como um excelente material de apoio para o ensino de Ciências no Ensino Fundamental.

LLOYD, C. *O que aconteceu na Terra? A história do planeta, da vida & das civilizações, do Big Bang até hoje*. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2011.

A obra apresenta a história do planeta Terra, mostrando como a vida, o Universo e alguns fatores sociais estão conectados.

MADER, S. S. *Biology*. 9. ed. Boston: McGraw-Hill, 2007.

O livro traz os principais conceitos de Biologia.

MARGULIS, L.; SAGAN, D. *O que é vida?* Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2002.

Com base na reflexão sobre o que é a vida, o livro desenvolve diversos conceitos biológicos.

MEYER, D.; EL-HANI, C. N. *Evolução: o sentido da Biologia*. São Paulo: Editora Unesp, 2005.

Os autores mostram como a compreensão da Biologia Evolutiva é importante para, por exemplo, desvendar a origem da aids, evitar mortes por infecção hospitalar e até entender a razão dos enjoos na gravidez.

MONTERO, I. A. *Astronomía, geometría y arquitectura en Chichén Itzá*. *Revista Inclusiones*, v. 1, n. 2, p. 118-137, jun. 2014.

O artigo traz novas observações sobre a principal pirâmide da antiga cidade de Chichén Itzá, em Yucatán, no México.

MOURÃO, R. R. F. *Atlas celeste*. 8. ed. Petrópolis: Vozes, 1997.

O livro apresenta as definições da estrutura e da composição do Universo e das estrelas.

NUSSENZVEIG, H. M. *Curso de Física básica*. 5. ed. São Paulo: Blucher, 2013. v. 2.

O volume traz explicações de conceitos básicos de Física relativos às ondas.

OLIVEIRA FILHO, K. S.; SARAIVA, M. F. O. *Astronomia & Astrofísica*. 3. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2013.

O livro foi escrito para permitir o acesso por pessoas sem nenhum conhecimento prévio de Astronomia e com pouco conhecimento de Matemática aos mais variados temas da área.

PIANKA, E. R. *Evolutionary ecology*. 6. ed. New York: Harper Collins, 1999.

O livro aborda a Ecologia de uma perspectiva evolucionista.

POSTLETHWAIT, J. H.; HOPSON, J. L. *The nature of life*. 3. ed. New York: McGraw-Hill, 1995.

O livro integra os temas energia, reprodução, evolução e meio ambiente, além de apresentar pesquisas em pedagogia por educadores de Ciências.

PRNJAT, Z.; TÁDIC, M. Asterism and constellation: terminological dilemmas. *Journal of the Geographical Institute Jovan Cvijic SASA*, v. 1, n. 67, p. 1-10, 2017.

O artigo traz uma discussão sobre as definições de asterismo e de constelação.

RAVEN, P. et al. *Biology*. 9. ed. New York: McGraw-Hill, 2011.

O livro aborda o processo de evolução para explicar a biodiversidade, enfatizando o método científico e o uso de abordagens históricas e experimentais.

RAW, I.; MENUCCI, L.; KRASILCHIK, M. *A Biologia e o homem*. São Paulo: Edusp, 2001.

O livro possibilita a compreensão sobre o funcionamento dos organismos e as implicações da Biologia na vida das pessoas. Explica o significado de termos como gene, DNA e clonagem.

REECE, J. B. et al. *Biologia de Campbell*. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015.

A obra traz a explanação de conceitos das Ciências Biológicas com o objetivo de desenvolver habilidades científicas, como análise de dados, além de habilidades matemáticas.

RIDLEY, M. *Evolução*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

O livro aborda o processo de evolução dos seres vivos partindo de uma perspectiva histórica.

RIDLEY, M. *O que nos faz humanos: genes, natureza e experiência*. São Paulo: Record, 2004.

O livro aborda temas relevantes que envolvem genética e evolução de forma simples.

ROCHA-FILHO, R. C.; FAUSTO, R. (coord.) *Grandezas, unidades e símbolos em físico-química*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química, 2018.

O livro traz uma compilação de termos e símbolos amplamente usados, de fontes diferentes e com breves definições.

ROSAMOND, F. Computational thinking enrichment: public-key cryptography. *Informatics in education*, v. 17, n. 1, p. 93-103, 2018.

Referência sobre o Pensamento Computacional na educação.

RUSSEL, J. B. *Química geral*. 2. ed. São Paulo: Makron Books, 1994. v. 1 e 2.

O livro mostra conceitos de Química aplicados no cotidiano e na indústria.

SACKS, O. *Tio Tungstênio: memórias de uma infância química*. São Paulo: Companhia das Letras, 2002.

A coleção conduz o leitor pela história da Química por meio das recordações de infância do autor.

SANTOS, S. *Evolução biológica: ensino e aprendizagem no cotidiano de sala de aula*. São Paulo: Annablume, 2002.

O livro apresenta uma análise sobre o ensino de evolução biológica e traz algumas sugestões da prática pedagógica sobre o tema.

SERWAY, R. A.; JEWETT JR., J. W. *Princípios de física: Oscilações, ondas e termodinâmica*. 5. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2015. v. 2.

O livro apresenta os conceitos e os princípios básicos da Física, trazendo exemplos práticos que demonstram a sua aplicação em situações reais.

▶ REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SILVEIRA, J. M. F. J. DAL POZ, M. E.; ASSAD, A. L. *Biotecnologia e recursos genéticos: desafios e oportunidades para o Brasil*. Campinas: Instituto de Economia/Finep, 2004.

O livro apresenta um panorama da Biotecnologia no Brasil ao mostrar as perspectivas para sua utilização em diversos setores, como na indústria e no agronegócio.

TAYLOR, M. R. *et al. Campbell Biology: concepts & connections*. 10. ed. Essex: Pearson Education, 2020.

A obra apresenta desenvolvimentos pedagógicos que objetivam a aprendizagem e a interação dos estudantes com a Biologia.

TEIXEIRA, W.; FAIRCHILD, T. R.; TOLEDO, M. C. M.; TAIOLI, F. *Decifrando a Terra*. 2. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2009.

O livro aborda os complexos processos geológicos que ocorrem no planeta há 4,56 bilhões de anos.

TIME-LIFE. *A era do computador*. Rio de Janeiro: Abril, 1995. (Coleção Ciência e natureza). O livro trata da história da computação.

TIME-LIFE. *Evolução da vida*. São Paulo: Abril, 1994. (Coleção Ciência e Natureza).

O livro traz uma abordagem básica dos principais conceitos sobre a evolução dos seres vivos.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. *Physics for scientists and engineers: with modern physics*. 6. ed. New York: W. H. Freeman and Company, 2008.

O livro apresenta uma abordagem estratégica para uma melhor compreensão conceitual sobre conceitos de Física.

TORTORA, G. J.; DERRICKSON, B. *Corpo humano: fundamentos de anatomia e fisiologia*. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

O livro contempla textos e ilustrações sobre os fundamentos de anatomia e fisiologia, apresentando estruturas do corpo humano e suas funções, entre outras informações.

VANIN, J. A. *Alquimistas e químicos: o passado, o presente e o futuro*. São Paulo: Moderna, 2005. (Coleção Polêmica).

O livro apresenta o desenvolvimento da Química e suas aplicações ao longo do tempo.

WING, J. M. Computational thinking. *Communications of the ACM*, v. 49, n. 3, p. 33, 2006.

O artigo apresenta a importância do uso do Pensamento Computacional por todas as pessoas, não apenas pelos cientistas da computação.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. *Física II: Sears e Zemansky: termodinâmica e ondas*. 14. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2015.

A obra mostra os princípios fundamentais de Física e como aplicá-los.



MODERNA



ISBN 978-85-16-13672-7



9 788516 136727