



GERAÇÃO
ALPHA

Ciências

9

Ensino Fundamental
Anos finais | 9º ano

Componente curricular: Ciências

MANUAL DO PROFESSOR

Ana Luiza Petillo Nery
Gustavo Isaac Killner

Editor responsável:
André Zamboni

Organizadora: SM Educação
Obra coletiva concebida, desenvolvida
e produzida por SM Educação.

CÓDIGO DA COLEÇÃO

0101P240100207030

PNLD 2024 • OBJETO 1

MATERIAL DE DIVULGAÇÃO
Amostra da versão submetida à avaliação





sm



G E R A Ç Ã O
ALPHA

Ciências 9

Ensino Fundamental | Anos finais | 9º ano
Componente curricular: Ciências



MANUAL DO PROFESSOR

Ana Luiza Petillo Nery

Bacharela e licenciada em Química pela Universidade de São Paulo (USP).
Doutora em Ciências pela USP.
Professora de Química.

Gustavo Isaac Killner

Bacharel e Licenciado em Física pela USP.
Mestre em Ciências pela USP.
Doutor em Educação pela USP.
Licenciado em Pedagogia pela USP.
Especialista em Ensino Mediado por Computadores pela Universidade de Tsukuba, Japão.
Especialista em Formação de Professores para Cursos Semipresenciais e de Educação a Distância pela Universidade Estadual Paulista (Unesp).
Professor de Ciências, Física e Teorias de currículo e de ensino e aprendizagem.

Editor responsável: André Zamboni

Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).
Especialista em Jornalismo Científico pela Unicamp.
Editor de livros didáticos.

Organizadora: SM Educação

Obra coletiva concebida, desenvolvida e produzida por SM Educação.

São Paulo, 4ª edição, 2022



Geração Alpha Ciências 9
© SM Educação
Todos os direitos reservados

Direção editorial	Cláudia Carvalho Neves
Gerência editorial	Lia Monguilhott Bezerra
Gerência de design e produção	André Monteiro
Edição executiva	André Zamboni
	Edição: Marcelo Augusto Barbosa Medeiros, Tomas Masatsugui Hirayama, Filipe Faria Berçot, Juliana Rodrigues F. de Souza, Lilian Morato de Carvalho Martinelli, Mauro Faro, Sylene Del Carlo, Tatiana Novaes Vellido, Carolina Mancini Vall Bastos
	Suporte editorial: Fernanda de Araújo Fortunato
Coordenação de preparação e revisão	Cláudia Rodrigues do Espírito Santo
	Preparação: Ana Paula Ribeiro Migiyama
	Revisão: Ana Paula Ribeiro Migiyama, Beatriz Santos, Fátima Valentina Cezare Pasculli, Vera Lúcia Rocha
	Apoio de equipe: Camila Lamin Lessa
Coordenação de design	Gilciane Munhoz
	Design: Carla Almeida Freire, Tiago Stéfano, Victor Malta (Interação)
Coordenação de arte	Andressa Fiorio
	Edição de arte: Gabriela Rodrigues Vieira
	Assistência de arte: Mauro Moreira
	Assistência de produção: Júlia Stacciarini Teixeira
Coordenação de iconografia	Josiane Laurentino
	Pesquisa iconográfica: Adriana Neves, Bianca Fanelli
	Tratamento de imagem: Marcelo Casaro
Capa	João Brito/Gilciane Munhoz
Projeto gráfico	Ilustração da capa: Denis Freitas
Cartografia	Rafael Vianna Leal
Pré-impressão	João Miguel A. Moreira
Fabricação	Américo Jesus
Impressão	Alexander Maeda

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

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

Nery, Ana Luiza Petillo
Geração Alpha Ciências : 9º ano : ensino fundamental : anos finais / Ana Luiza Petillo Nery, Gustavo Isaac Killner ; editor responsável André Zamboni ; organizadora SM Educação ; obra coletiva concebida, desenvolvida e produzida por SM Educação. — 4. ed. — São Paulo : Edições SM, 2022.

Componente curricular: Ciências.
ISBN 978-65-5744-741-3 (aluno)
ISBN 978-65-5744-742-0 (professor)

1. Ciências (Ensino fundamental) I. Killner, Gustavo Isaac.
II. Zamboni, André. III. Título.

22-112947

CDD-372.35

Índices para catálogo sistemático:

1. Ciências : Ensino fundamental 372.35

Cibele Maria Dias – Bibliotecária – CRB-8/9427

4ª edição, 2022



SM Educação
Avenida Paulista, 1842 – 18º andar, cj. 185, 186 e 187 – Condomínio Cetenco Plaza
Bela Vista 01310-945 São Paulo SP Brasil
Tel. 11 2111-7400
atendimento@grupo-sm.com
www.grupo-sm.com/br

MANUAL DO

PROFESSOR

Prezada professora, prezado professor,

O mundo contemporâneo apresenta muitos desafios para quem discute e pratica educação. Estamos cercados de informações e de situações que requerem ferramentas diferenciadas das que eram usadas há algumas décadas. Como selecionar as informações a que temos acesso? Como olhar criticamente para a sociedade em que vivemos e ensinar nossos estudantes a enfrentar as demandas que se apresentam, a solucionar problemas e a tomar decisões?

A reflexão sobre essas questões nos faz perceber que educar, nos dias de hoje, exige um trabalho voltado para a formação de estudantes que não fiquem restritos ao consumo das informações do mundo contemporâneo, mas que sejam capazes de interpretar a realidade, articulando os conhecimentos construídos às habilidades de investigação e aos valores de convivência harmoniosa com a diversidade, com o espaço e com a natureza.

Esperamos que esta coleção seja de grande apoio nessa tarefa e que, assim, possamos participar da construção de um mundo mais justo e solidário.

Bom trabalho!

Equipe editorial

Sumário

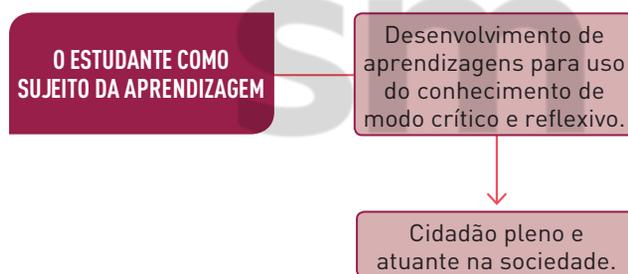
A COLEÇÃO	V
A escola no século XXI – Educação para competências	V
Educação baseada em valores	VI
A Base Nacional Comum Curricular	VIII
Os temas contemporâneos transversais (TCTs)	VIII
As competências gerais da Educação Básica	IX
As competências específicas e as habilidades da área de Ciências da Natureza	X
ESTRATÉGIAS E ABORDAGENS	XIII
As interações disciplinares no ensino de Ciências da Natureza	XIII
Metodologias ativas	XIV
Investigação e práticas de pesquisa	XV
Pesquisa, história da ciência e <i>fake news</i>	XVI
Argumentação	XVII
Leitura inferencial	XVIII
Pensamento computacional	XIX
Trabalho com grupos grandes e diversos de estudantes	XX
Juventudes, currículo e equidade	XXII
Cultura de paz, <i>bullying</i> e projeto de vida	XXIII
Projeto de vida	XXV
Avaliação e autoavaliação	XXV
Preparação para exames de larga escala	XXVII
ORGANIZAÇÃO DA COLEÇÃO	XXVIII
Estrutura do Livro do Estudante	XXVIII
Sugestão de cronograma	XXXIV
Quadro de conteúdos da coleção	XXXVI
O formato do Manual do Professor	XLVI
BIBLIOGRAFIA COMENTADA	XLVIII
ATIVIDADES DE PREPARAÇÃO PARA EXAMES DE LARGA ESCALA	LI
Respostas e comentários	LVII
INÍCIO DA REPRODUÇÃO DO LIVRO DO ESTUDANTE	
Unidade 1 – Matéria: estrutura e classificação	9A
Unidade 2 – Formação de substâncias	35A
Unidade 3 – Aplicações das reações químicas	63A
Unidade 4 – Ondas	95A
Unidade 5 – Magnetismo	127A
Unidade 6 – Universo e Sistema Solar	149A
Unidade 7 – Genética e hereditariedade	175A
Unidade 8 – Evolução	209A
Unidade 9 – Conservação	241A
Interação – Plano de ações ambientais na escola	259

A ESCOLA NO SÉCULO XXI – EDUCAÇÃO PARA COMPETÊNCIAS

Há algumas décadas, vêm perdendo espaço os modelos tradicionais de aprendizagem, nos quais o ensino é baseado na figura do professor como detentor do conhecimento e responsável por transmiti-lo aos estudantes, que, por sua vez, devem memorizá-lo. No decorrer do século XX, pesquisadores do campo da educação, fundamentando-se nos estudos da psicologia do desenvolvimento e da aprendizagem, passaram a defender outras formas de ensinar e de aprender, com base na ação e no contexto do estudante (ZABALA, 1998). As novas ideias defendidas por esses pesquisadores ganharam força não apenas porque eles propõem um ensino mais motivador, mas também porque argumentam que, para haver uma aprendizagem real, é necessário que o estudante esteja envolvido em estabelecer as relações que vão resultar no próprio conhecimento. Em suma, defendem que o estudante é o sujeito da aprendizagem.

Esses pensadores colocaram aos educadores o desafio de mudar a forma de ensinar. De fato, é possível perceber que alguns avanços vêm sendo realizados desde então. No entanto, as transformações do século presente impõem uma ação mais assertiva na busca por uma educação mais eficiente.

O século XXI tem sido marcado por inovações em diferentes âmbitos, e as mudanças ocasionadas pela revolução da tecnologia da informação e da comunicação têm alterado os modos de usufruir e de compartilhar conteúdos, já que grande parte de todo o conhecimento produzido pelos seres humanos está disponível na internet. Essa facilidade de acesso a qualquer tipo de informação impõe à educação formal novos desafios. O ensino do início do século passado, que era fundamentado na transmissão e na acumulação de conteúdos, não consegue mais atender às demandas da contemporaneidade. A escola hoje deve buscar auxiliar o estudante a desenvolver aprendizagens para usar, de modo crítico e reflexivo, seu conhecimento tecnológico e as informações a que tem acesso, tornando-se, assim, um cidadão pleno e atuante na sociedade do século XXI.



É nesse contexto que as noções de habilidade e de competência vêm sendo amplamente debatidas na educação. De acordo com Perrenoud (2000), podemos considerar habilidade a capacidade de se expressar verbalmente ou de realizar determinadas operações matemáticas, por exemplo. Competência, por sua vez, é a faculdade de mobilizar um conjunto de saberes, de capacidades, de informações, etc., ou seja, de habilidades, para solucionar com pertinência e eficácia uma série de situações. Assim, a habilidade de realizar operações matemáticas e a habilidade de se expressar verbalmente podem ser usadas em conjunto, por exemplo, para negociar com os colegas e solucionar um problema de orçamento.



A construção de uma competência é específica de cada indivíduo, expressando-se nos momentos em que ele é capaz de mobilizar diversos conhecimentos prévios e ajustá-los ao enfrentar determinada situação. Em suma, “a competência é agir com eficiência, utilizando com propriedade conhecimentos e valores na ação que desenvolve e agindo com a mesma propriedade em situações diversas” (CRUZ, 2001, p. 31).

A educação do século XXI deve-se voltar ao desafio de promover no estudante o desenvolvimento de habilidades e de competências. Ou seja, deve formar pessoas que:

- dominem a escrita e a leitura;
- consigam se comunicar com clareza;
- saibam buscar informações e consigam utilizá-las com propriedade para elaborar argumentos e tomar decisões;
- sejam capazes de trabalhar em equipe, de construir um olhar crítico sobre a sociedade, de criar soluções próprias para os problemas e, principalmente, de avaliar a própria aprendizagem.

Cabe ao professor também uma mudança de papel para auxiliar seus estudantes a desenvolver habilidades e competências. Na sociedade da informação, mais do que ensinar conceitos, a escola e o professor devem proporcionar situações que permitam ao estudante explorar diferentes universos e utilizar seus saberes construídos para atuar com eficiência em sua vida pessoal, comunitária e profissional.

O professor converte-se, então, em facilitador ou mediador da aprendizagem e não na fonte única e exclusiva de conhecimentos que devem ser memorizados. Nesse cenário, torna-se muito mais importante valorizar: a investigação como processo de aprendizagem, em vez da transmissão de conceitos; o estudante como protagonista de seu processo de aprendizagem, em vez do professor como figura central desse processo; e o desenvolvimento de diversas habilidades cognitivas, em vez da rápida memorização dos conteúdos (COSTA, 2004).

É importante, portanto, que o professor tenha consciência do papel que ocupa no processo de ensino e aprendizagem e assuma sua responsabilidade em ações nesse sentido. Machado (2004) defende que, nesse ponto, não há simetria entre estudante e professor, e o profissional é o professor. Como participantes de um processo de mão dupla, porém não necessariamente simétrico, professores e estudantes ocupam, cada qual, o centro de um destes dois espaços privilegiados: o ensino e a aprendizagem, respectivamente.

Desse modo, mesmo professores especialistas podem diversificar as ferramentas de ensino de seu componente curricular para trabalhar habilidades e competências, visto que, até em atividades específicas, o professor pode apresentar diferentes situações-problema ao estudante, para que este trabalhe conjuntamente uma série de habilidades e de competências. Assim, o estudante pode ter papel mais ativo na construção do próprio conhecimento e ser capaz de realizar aprendizagens significativas. O estudante também tem mais oportunidades de refletir sobre o próprio aprendizado, ao realizar autoavaliações de suas resoluções e de seus procedimentos, de modo que os melhore constantemente. Assim, ele pode situar-se criticamente e de forma autônoma na sociedade.

EDUCAÇÃO BASEADA EM VALORES

A formação consciente de um indivíduo como membro atuante da sociedade, que analisa as situações do cotidiano e atua nelas de forma crítica, é condição para a construção de um mundo mais justo. Portanto, assim como a importância dada ao desenvolvimento de habilidades e de competências, a formação de valores deve permear todo o trabalho escolar, dentro e fora da sala de aula. O intuito é contribuir para a formação de um indivíduo capaz de interagir com a natureza e com outros indivíduos, conciliando os interesses individuais com as necessidades da sociedade.

O trabalho com valores na escola não apenas trata de como viver em sociedade, mas também propõe a reflexão sobre as melhores maneiras de fazê-lo, ou seja, sobre a escolha consciente dos valores que devem orientar nossos comportamentos nos diferentes contextos sociais. Assim, o trabalho com a educação em valores proporciona bases para que o estudante possa tomar decisões visando à ponderação entre o que deseja e o que é social e ambientalmente mais justo.

Um modo de a escola trabalhar valores é suscitar diálogos, discussões e reflexões. O ideal é que essas práticas estejam presentes não só nas aulas como também em toda a prática escolar, com políticas claras de mediação de conflitos e de apreço pelo respeito, pela empatia, pela responsabilidade e pela honestidade nas situações cotidianas. Ao tratar dos valores como algo a ser desenvolvido também na escola, a própria prática cria situações de assimilação desse conhecimento.

O pressuposto é que a produção do conhecimento é um processo ativo que envolve a assimilação e a apropriação, bem como a significação e a ressignificação, conforme lembra Jerome Bruner (1973) e, posteriormente, César Coll (2000). Ou seja, não basta listar os valores para que os estudantes os decorem; os valores devem fazer parte de seu cotidiano.

Nesse sentido, a educação em valores determina ainda atitudes e funções do educador. Durante o processo de aprendizagem, cabe ao professor incentivar o desenvolvimento da liberdade de pensamento e da responsabilidade dos estudantes. Não se trata, portanto, de doutrinação, e sim da construção de um discurso e de uma prática que leve cada vez mais o estudante a conquistar autonomia e, sobretudo, se imbuir de noções de responsabilidade social, fazendo que a visão inicialmente voltada para si próprio se torne cada vez mais coletiva. É com o trabalho intencional durante a vida escolar que os valores passarão a ter significado para o estudante, tornando-se, de fato, aprendizados que serão levados para a vida adulta.

Nesta coleção, os valores estão divididos em seis grandes pilares: Justiça, Respeito, Solidariedade, Responsabilidade, Honestidade e Criatividade. Os valores determinados para esta coleção, que se expressam no decorrer dos quatro volumes que a compõem, estão relacionados à(ao):

JUSTIÇA

- Direito à igualdade.
- Direito à dignidade.
- Direito à saúde.
- Direito à educação.

RESPEITO

- A nós mesmos: autoestima, dignidade, autopreservação, autoentendimento.
- Aos outros: empatia, escuta ativa, diálogo, resolução de conflitos.
- Às culturas: ideologias, línguas, costumes, patrimônios, crenças, etnias.
- À natureza: conservação, estima pela diversidade biológica e por todas as formas de vida.

SOLIDARIEDADE

- Com as pessoas próximas que se sentem frágeis e indefesas em seu dia a dia.
- Com as pessoas que têm doenças graves ou algum tipo de limitação.
- Com as vítimas de desastres naturais.

RESPONSABILIDADE

- Diante das regras sociais: civismo e cidadania.
- Diante dos conflitos e dos dilemas morais: informações confiáveis, senso crítico e posicionamento.
- Diante do consumo: consumo responsável e racional.
- Diante das próximas gerações: desenvolvimento sustentável e ética global a longo prazo.

HONESTIDADE

- Recusa à fraude, à omissão, à corrupção, ao engano intencional.

CRIATIVIDADE

- Impulso de buscar e de criar soluções para diferentes problemas materiais e sociais.
- Iniciativa, proatividade, confiança, visão de futuro, inovação, reaproveitamento de recursos, imaginação, curiosidade, desejo de saber.

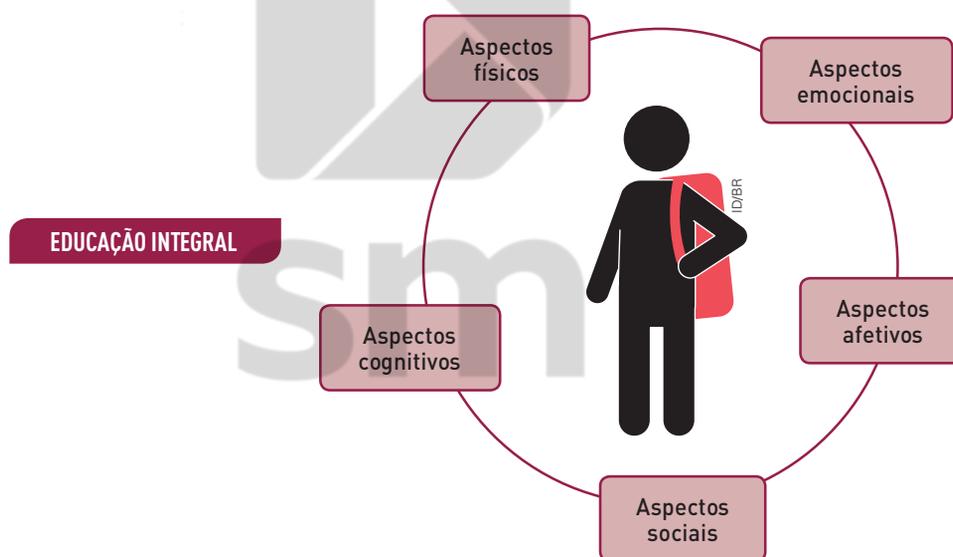
Com isso, por meio do trabalho com cada um desses pilares e valores, também se abordam empatia, reconhecimento de direitos, responsabilidade de consumo, recusa a vantagens ilícitas ou a atalhos para conseguir o que se deseja, respeito às diferentes culturas e às individualidades, busca ativa de solução de problemas, entre outros aspectos. Assim, visamos auxiliar na construção de um mundo mais solidário, justo e favorável à vida em comunidade.

A BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) teve sua formulação coordenada pelo Ministério da Educação, com ampla consulta à comunidade educacional e à sociedade. Trata-se de um documento que define as aprendizagens essenciais que todos os estudantes devem desenvolver ao longo da Educação Básica, em conformidade com o Plano Nacional de Educação (PNE).

A BNCC está orientada pelos princípios éticos, políticos e estéticos que visam à formação humana integral e à construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva, como determinam as Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (DCN).

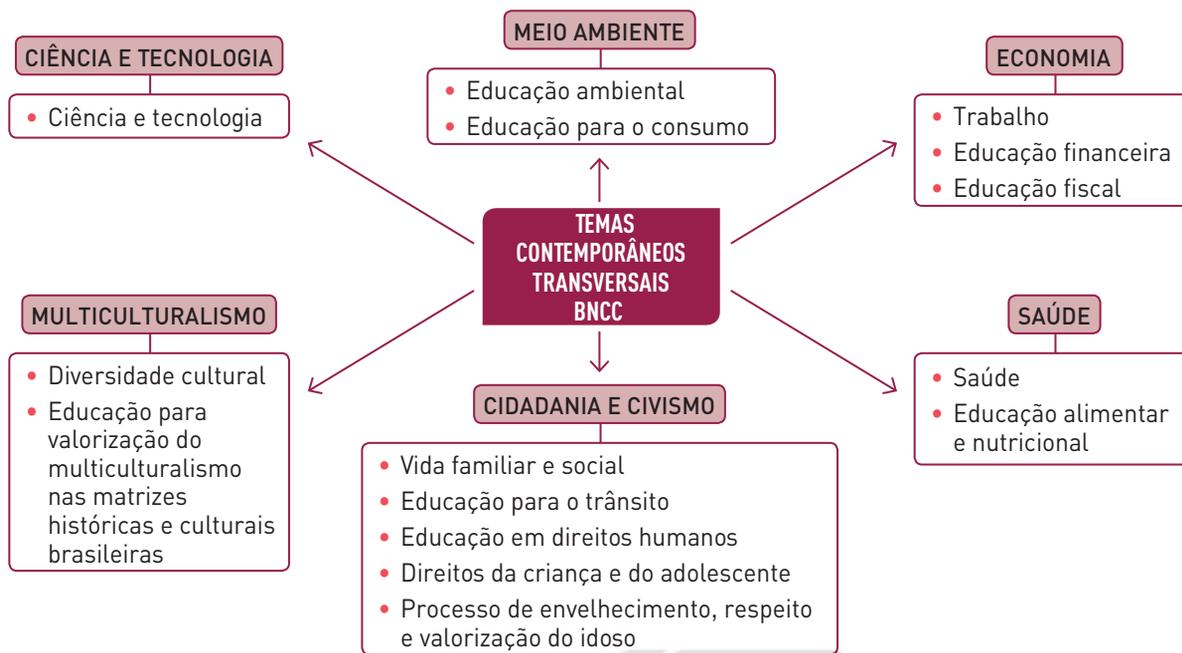
Denomina-se educação integral a formação voltada ao desenvolvimento humano global, integrando o desenvolvimento intelectual cognitivo e a dimensão afetiva, segundo o processo complexo e não linear do desenvolvimento da criança, do adolescente e do jovem, em um ambiente de democracia inclusiva, afirmada nas práticas de não discriminação, de não preconceito e de respeito às diferenças e às diversidades.



OS TEMAS CONTEMPORÂNEOS TRANSVERSAIS (TCTs)

A BNCC também orienta as escolas e as redes de ensino a incorporar aos respectivos currículos o trabalho com os temas contemporâneos transversais (TCTs). Os TCTs estabelecem relações entre diferentes componentes curriculares, atendem às demandas da sociedade contemporânea e contribuem para uma abordagem contextualizada das propostas pedagógicas, despertando o interesse dos estudantes e promovendo sua formação como cidadãos em escalas local, regional e global.

Os TCTs permeiam todas as áreas do conhecimento. A BNCC destaca 15 temas contemporâneos transversais, que são distribuídos em seis grandes áreas temáticas, como indicado no diagrama a seguir.



BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Temas contemporâneos transversais na BNCC: proposta de práticas de implementação*. Brasília: MEC/SEB, 2019. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/implementacao/guia_pratico_temas_contemporaneos.pdf. Acesso em: 30 maio 2022.

A abordagem de um tema contemporâneo baseia-se na problematização da realidade e das situações de aprendizagem, na integração das habilidades e das competências curriculares, em sua articulação com a resolução de problemas, e na visão do conhecimento como uma construção coletiva. Nesta coleção, os TCTs podem estar relacionados a conteúdos e temas de capítulos ou de unidades e ser suscitados por textos, atividades ou abordagens em variadas seções e momentos. Com isso, objetiva-se propiciar aos estudantes um entendimento mais amplo da sociedade em que vivem, contribuindo para o desenvolvimento integral deles e para a formação de cidadãos capazes de refletir sobre a própria realidade, criticá-la e transformá-la.

AS COMPETÊNCIAS GERAIS DA EDUCAÇÃO BÁSICA

A BNCC propõe que, ao longo da Educação Básica, o aprendizado deve concorrer para que o estudante desenvolva dez competências gerais, listadas a seguir.

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 compartilhar 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.)

A determinação dessas competências pela BNCC, em consonância com o que foi apresentado anteriormente, evidencia a proposta de um ensino com foco no desenvolvimento da capacidade de aprender a aprender, de saber lidar com a disponibilidade cada vez maior de informações, de atuar com discernimento e responsabilidade nos contextos das culturas digitais, de aplicar conhecimentos para resolver problemas, de ter autonomia para tomar decisões, de ser proativo para identificar os dados em uma situação e buscar soluções, de conviver e aprender com as diferenças e as diversidades.

A BNCC explicita as aprendizagens essenciais a ser desenvolvidas em cada componente curricular sem fixar currículos, mas incentivando a contextualização do que se aprende e o protagonismo do estudante. Essa abordagem possibilita maior equidade educacional, pois procura assegurar que todos tenham acesso à educação sem distinção de cor, gênero ou condição socioeconômica.

AS COMPETÊNCIAS ESPECÍFICAS E AS HABILIDADES DA ÁREA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

De acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica,

[...] [os] conhecimentos escolares podem ser compreendidos como o conjunto de conhecimentos que a escola seleciona e transforma, no sentido de torná-los passíveis de serem ensinados, ao mesmo tempo que servem de elementos para a formação ética, estética e política do aluno.

(BRASIL, 2013, p. 112.)

Nesse sentido, embora os estudantes sejam apresentados à linguagem e aos conceitos científicos, assim como às peculiaridades da construção científica (contínua e em constante reformulação), o ensino escolar, com temas previamente escolhidos e atividades variadas, deve contribuir para que eles desenvolvam o instrumental para construir uma nova forma de ler e interpretar o mundo. Delizoicov e colaboradores (2009, p. 66), por sua vez, apontam que “o conhecimento científico submete-se a um processo de produção cuja dinâmica envolve transformações na compreensão do comportamento da natureza que impedem esse conhecimento de ser caracterizado como pronto, verdadeiro e acabado, mesmo que as teorias produzidas constituam verdades históricas que têm fundamentado o homem da ciência para uma explicação dos fenômenos”.

Dessa forma, percebemos que o que torna a ciência um corpo relativamente coerente está mais relacionado à forma de conhecer do que ao conhecimento em si.

Essas considerações nos levam a reconhecer a relevância de um ensino que aborde também os processos da ciência. Para a formação de cidadãos capazes de fazer uma leitura minimamente crítica dos produtos da ciência, tão marcadamente presentes na sociedade contemporânea, é preciso dar oportunidade aos estudantes de se aproximar dessa forma de conhecer e de explicar o mundo. Isso é o que muitos pesquisadores da área de ensino de Ciências da Natureza têm chamado de alfabetização científica ou letramento científico.

Tal visão de ensino da área de Ciências da Natureza também está presente nas orientações para a área da BNCC que norteiam esta coleção.

Para debater e tomar posição sobre alimentos, medicamentos, combustíveis, transportes, comunicações, contracepção, saneamento e manutenção da vida na Terra, entre muitos outros temas, são imprescindíveis tanto conhecimentos éticos, políticos e culturais quanto científicos. Isso por si só já justifica, na educação formal, a presença da área de Ciências da Natureza, e de seu compromisso com a formação integral dos alunos.

Portanto, ao longo do Ensino Fundamental, a área de Ciências da Natureza tem um compromisso com o desenvolvimento do letramento científico, que envolve 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.

[...]

Nessa perspectiva, a área de Ciências da Natureza, por meio de um olhar articulado de diversos campos do saber, precisa assegurar aos alunos do Ensino Fundamental o acesso à diversidade de conhecimentos científicos produzidos ao longo da história, bem como a aproximação gradativa aos principais processos, práticas e procedimentos da investigação científica.

(BRASIL, 2018, p. 321.)

Obviamente, não pretendemos formar cientistas mirins, com domínio aprofundado da epistemologia científica. Contudo, é desejável apresentar aos estudantes, além de ideias e de conceitos, contextos investigativos. É nessa ação do estudante que o ensino de Ciências da Natureza pode contribuir para o desenvolvimento de competências relacionadas à resolução de problemas, à seleção e análise de informações, à tomada de decisões, à argumentação baseada em fatos observados sobre os acontecimentos ao redor e à intervenção na realidade (BRASIL, 2018, p. 323).

Na BNCC, além das competências gerais, cada área do conhecimento é pautada por competências específicas, que são articuladas às habilidades a ser desenvolvidas ao longo das etapas da Educação Básica. A seguir, estão listadas as competências específicas de Ciências da Natureza – as habilidades de Ciências da Natureza para os anos finais do Ensino Fundamental serão apresentadas nos *Quadros de conteúdos da coleção*, mais adiante neste manual.

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.)

O desafio atual é compreender o conjunto de propostas da BNCC e colocá-lo em prática de acordo com a realidade de cada escola. Nesse sentido, o livro didático pode ser uma ferramenta de apoio às redes de ensino e aos professores, que devem usá-lo com consciência de que esse material não impõe um currículo nem deve ser encarado como única fonte de informação e de conhecimento.

Assim, por meio da articulação entre os conhecimentos e as práticas das diversas disciplinas que compõem a área de Ciências da Natureza, aliada a uma reflexão sobre valores universais visando à construção de uma realidade melhor, esperamos ajudar o estudante a desenvolver competências e habilidades que possam prepará-lo para a vida, tornando-o uma pessoa mais crítica e consciente para descobrir novos caminhos e atuar de forma cidadã.

AS INTERAÇÕES DISCIPLINARES NO ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

Uma das características marcantes do nosso sistema de ensino é a fragmentação do conhecimento. Transferimos para as salas de aula uma divisão do saber em componentes curriculares, característica do modo de trabalho acadêmico. Para Lopes (2008, p. 54),

[...] o entendimento do que vem a ser uma disciplina é particularmente calcado na compreensão epistemológica de uma disciplina científica: uma forma específica de organizar e delimitar um território de pesquisa, que redundando em um conjunto específico de conhecimentos com características comuns – tanto do ponto de vista de sua produção teórico-metodológica quanto do ponto de vista de sua transmissão no ensino e na divulgação.

Os críticos à compartimentalização do conhecimento argumentam que esse “espelhamento” entre os componentes curriculares acadêmicos e os componentes curriculares escolares não são compatíveis com os objetivos da educação atual, que tem como uma das suas grandes metas que o estudante adquira uma visão global e se torne um cidadão capaz de resolver problemas e de avaliar situações, atuando criticamente na sociedade.

Encontramo-nos, então, em um dilema. De um lado, se acreditamos que a ciência e, em especial, as Ciências da Natureza têm uma maneira própria de abordar as questões e construir conhecimento sobre o mundo, reconhecemos seu caráter único e justificador e focamos em ajudar os estudantes a dominar os eixos que a estruturam.

Por outro lado, percebemos que a visão fragmentada do conhecimento que se apresenta aos estudantes não contribui para uma visão de mundo global nem para o reconhecimento de problemas e a análise crítica deles. Nesse contexto, a aprendizagem de Ciências da Natureza se reduziria a fragmentos ou a detalhes cada vez mais específicos e descontextualizados, que, portanto, tenderiam a não ter significado para os estudantes.

Sem ter a visão do todo ou estar, ao menos, “avisado” de que há um todo, fica praticamente impossível a um jovem aprendiz unir as peças e remontar, pelo menos em parte, o quebra-cabeça que as diversas ciências vêm compondo sobre o mundo. É óbvio, no entanto, que a visão fragmentada do mundo e, sobretudo, a fragmentação no processo de ensino e aprendizagem precisam ser superadas. Mas como fazê-lo?

É certo que não temos respostas simples que revolucionem a tradição do ensino compartimentado. Porém, os trabalhos interdisciplinar e transdisciplinar, a inclusão de temas contemporâneos transversais e a realização de projetos interáreas e intra-áreas do conhecimento são propostas de solução interessantes.

Tais estratégias são válidas e permitem ganhos enormes em eficácia na aprendizagem. Em ciências, sejam elas da natureza, sejam elas humanas, há, por exemplo, noções e conceitos-chave que permeiam os muitos componentes curriculares. A seleção e a eleição dessas noções ou desses conceitos centrais como foco de trabalho interdisciplinar são bastante instigantes.

Pense, por exemplo, nas ideias de transformação ou de ciclo ou nos conceitos de energia, de espaço e de tempo. Todos eles estão presentes e são significativos em muitas disciplinas científicas, da Física à História, da Geologia à Geografia, passando pela Química e pela Biologia. Essas ideias e esses conceitos de caráter interdisciplinar podem, portanto, ser uma motivação especial para a abordagem das ciências naturais.

Os temas contemporâneos, por sua vez, representam o viés social que se espera estar presente no ensino. Ao trabalhar, por exemplo, com temas contemporâneos transversais propostos na BNCC, o professor pode contribuir de maneira significativa para a compreensão de questões consideradas de urgência social e de interesse da sociedade de modo geral ou que representem interesses locais vinculados diretamente à realidade ou às situações impostas pela vida social.

É sempre bom lembrar que, quando se trata de relações entre componentes, o objetivo principal é combinar análise e síntese. A análise é necessária como procedimento e como habilidade cognitiva a ser desenvolvida pelos estudantes. A síntese reunifica os fatos e permite uma visão mais abrangente da situação que está sendo estudada. Assim, o trabalho conjunto e a aproximação com outros componentes curriculares, como História, Matemática e Arte, também devem ser vistos como estratégias que potencializam a aprendizagem de Ciências da Natureza.



METODOLOGIAS ATIVAS

A expressão “metodologias ativas” vem sendo bastante usada no meio educacional para tratar de abordagens que transformam as aulas em experiências de aprendizagem mais significativas e também para se referir a estratégias de ensino que privilegiam a ação do estudante como autor do próprio aprendizado, em oposição ao uso exclusivo de abordagens mais tradicionais, que se valem, em sua maioria, da exposição de conteúdo.

A metodologia ativa se caracteriza pela inter-relação entre educação, cultura, sociedade, política e escola, sendo desenvolvida por meio de métodos ativos e criativos, centrados na atividade do aluno com a intenção de propiciar a aprendizagem.

(BACICH; MORAN, 2018, p. 17.)

Nesse sentido, as demandas da sociedade atual vêm requerendo que a escola procure mudar o modo como orienta a construção de conhecimentos, já que, hoje, os estudantes podem ter à disposição tecnologias e ferramentas digitais que lhes permitem acessar informações e interagir com o conhecimento de forma rápida. Dessa forma, o contexto contemporâneo propicia o uso das metodologias ativas, pois vivemos em um momento em que se combinam a disponibilidade das tecnologias de informação e de comunicação com as demandas de transformação da sociedade atual.

As metodologias ativas são estratégias de ensino que indicam novos caminhos para as práticas pedagógicas, pois se propõem a deixar as aulas mais interessantes e dinâmicas e a possibilitar maior autonomia aos estudantes, valorizando suas opiniões, suas reflexões, seus conhecimentos prévios e suas experiências, de modo a torná-los mais preparados para atuar na vida em sociedade.

METODOLOGIAS ATIVAS

- Participação efetiva dos estudantes na construção da aprendizagem
- Aulas mais interessantes e dinâmicas
- Maior autonomia dos estudantes
- Valorização de opiniões, reflexões, conhecimentos prévios e experiências
- Preparação para atuar na vida em sociedade

Ao propiciar experiências de aprendizado mais significativas, por meio de propostas de aprendizagem que incentivam a iniciativa, o debate de ideias, a tomada de decisões, a resolução de problemas, a experimentação, o questionamento, os testes, o trabalho colaborativo e o gerenciamento de projetos e de tempos pessoais e coletivos, os estudantes passam a atuar como protagonistas do processo de ensino e aprendizagem, ocupando o centro desse processo, e adquirem habilidades e competências que extrapolam os limites da vida escolar.

Como sugere Moran (2017), a aprendizagem por questionamento e por experimentação é mais desafiadora e, conseqüentemente, mais motivadora para os estudantes, pois torna o conhecimento mais prático, flexível, interligado e híbrido. Logo, é fundamental incentivar a criatividade, o foco, a sensibilidade, entre outros aspectos, contribuindo para que os estudantes desenvolvam seus potenciais.

Os desafios bem planejados contribuem para mobilizar as competências desejadas, intelectuais, emocionais, pessoais e comunicacionais. Exigem pesquisar, avaliar situações, pontos de vista diferentes, fazer escolhas, assumir alguns riscos, aprender pela descoberta, caminhar do simples para o complexo.

(MORAN, 2017, p. 18.)

Esta coleção propicia a utilização de metodologias ativas, ao propor, por exemplo, atividades desafiadoras, produções que combinam percursos pessoais com participação significativa dos grupos de estudantes, trabalhos colaborativos, com foco em pesquisa e em investigação com base em situações-problema, além de atividades práticas, discussões em grupos, debates, utilização de tecnologias e desenvolvimento e execução de projetos. As propostas não estão apenas em atividades ao longo dos capítulos, mas também em seções como *Práticas de Ciências*, *Investigar* e *Interação*.

Na seção *Investigar*, evidencia-se como as metodologias ativas podem ser aplicadas na sala de aula, pois os estudantes partem de uma situação-problema a ser investigada por eles e pelos colegas, com base em procedimentos de coleta, organização e análise de dados. Os resultados obtidos são, então, divulgados à comunidade escolar, de acordo com o propósito da pesquisa. Outra proposta de trabalho com metodologias ativas se dá na seção *Interação*, em que os estudantes desenvolvem um projeto e trabalham coletivamente.

INVESTIGAÇÃO E PRÁTICAS DE PESQUISA

A proposição de questões ou de problemas deve servir ao processo característico do pensar e do fazer científicos, que envolve a admiração e o questionamento dos estudantes diante de algo, a ponto de levá-los a formular hipóteses ou suposições e também a se sentir motivados a empreender uma investigação.

É fundamental, portanto, a proposição de uma questão ou de um problema inicial, pois esse é o estopim do processo de pensar e agir cientificamente. Contudo, tão importante quanto essa proposição é possibilitar meios para que os estudantes percorram o caminho investigativo que os levará à solução do problema e à aprendizagem. Nesse caso, a investigação ou as estratégias investigativas contemplam um leque muito grande de atividades, como a realização de testes e de experimentos, as demonstrações, os estudos de meio, as entrevistas e as pesquisas em livros e em multimeios, por exemplo.

Isso significa que a investigação nas aulas de Ciências da Natureza não se limita à experimentação ou às atividades de laboratório, como se poderia imaginar. Ela envolve todos os tipos de atividades que são acompanhadas de situações problematizadoras e levam à busca ativa de dados ou informações, que, ao serem analisados e discutidos, conduzem à solução do problema ou à geração de informações que evidenciem ou contradigam uma ou mais hipóteses ou suposições formuladas anteriormente.

Na realidade, o que de fato faz com que uma atividade seja considerada uma investigação é a forma como é apresentada e conduzida pelo professor e o caráter que ela assume no processo de ensino e aprendizagem.

As atividades investigativas são aquelas que possibilitam, sobretudo, a reflexão crítica e o engajamento ativo por parte dos estudantes, e sua resolução requer que eles mobilizem diferentes habilidades (refletir, discutir, pesquisar, relatar, explicar, construir, etc.) e o conhecimento de variados conteúdos de natureza conceitual (informações, dados, fatos, conceitos, vocabulário específico, teorias já estabelecidas, etc.), além de demandar a tomada de atitudes e a expressão de valores (colaboração, respeito, organização, criatividade, etc.).

Entre as diversas habilidades cognitivas e processuais que os estudantes devem mobilizar para resolver problemas propostos em atividades investigativas, além das habilidades já mencionadas anteriormente, encontram-se aquelas relevantes para o pensamento científico: a observação, a formulação de hipóteses, o planejamento e a construção de modelos, a realização de testes e de experimentos, a coleta, a sistematização e a análise de dados e de informações, o estabelecimento de sínteses e de relações, a comunicação de resultados e de conclusões, entre outras.

Além disso, as atividades investigativas proporcionam aos estudantes oportunidades de desenvolver habilidades relacionadas à linguagem oral – como a construção de um discurso coerente para expressar uma explicação, argumentar ou fazer um relato de experiência – e habilidades relacionadas à linguagem escrita, como a comunicação de resultados, seja em um relatório, seja em um cartaz, por exemplo. Até o uso de outras linguagens pode e deve ser estimulado, como as linguagens da Matemática e da Geografia, em situações que preveem o uso de ferramentas de tratamento de dados e a produção e leitura de mapas, por exemplo. Percebe-se, desse modo, que a escolha e o planejamento de atividades investigativas são fundamentais em uma proposta de ensino de Ciências da Natureza que vise ao desenvolvimento do pensar e do agir de maneira científica, sem, no entanto, negligenciar a aquisição de conteúdos conceituais.

Se conduzidas de maneira colaborativa e solidária, as atividades investigativas também podem servir para a consolidação de valores e atitudes importantes e de exemplos de como se constrói o conhecimento científico; ou seja, possibilitam a vivência e o debate sobre o caráter coletivo, social e cultural do conhecimento científico.

PESQUISA, HISTÓRIA DA CIÊNCIA E *FAKE NEWS*

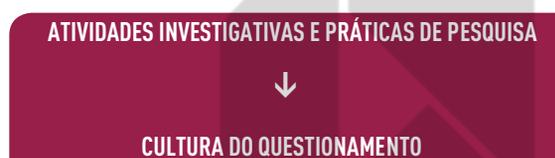
Ao longo da Educação Básica, é importante que os estudantes aprendam a pesquisar e, para isso, se faz necessário desenvolver neles o “comportamento de pesquisador”. Esse comportamento, por sua vez, está intimamente relacionado ao desenvolvimento da intelectualidade, que exige do pesquisador as capacidades de analisar, comparar, refletir, levantar hipóteses, estabelecer relações, sintetizar, entre outras. Assim, é preciso um planejamento para que a aprendizagem do “ato de pesquisar” seja desenvolvida, trazendo aos estudantes habilidades inerentes a esse ato, entre as quais estão:

- localizar, selecionar e compartilhar informações;
- ler, compreender e interpretar textos;
- consultar, de forma crítica, fontes de informações diferentes e confiáveis;
- formar e defender opiniões;
- argumentar de forma respeitosa;
- sintetizar;
- expor oralmente o que aprendeu, apoiando-se em diferentes recursos;
- generalizar conhecimentos;
- produzir gêneros acadêmicos.

Ao propor aos estudantes a realização de uma pesquisa, por exemplo, é fundamental compartilhar com eles o(s) objetivo(s) da pesquisa e a relação que ela tem com os conteúdos desenvolvidos, além de outras informações que contextualizem e problematizem essa atividade. Nesse sentido, a história da ciência se mostra um valioso recurso para a atividade de pesquisa, possibilitando compreender o desenvolvimento histórico de diferentes conceitos científicos e as relações entre o conhecimento científico e a sociedade, a política, a economia, a tecnologia e o meio ambiente, bem como as contradições, os impasses e as polêmicas que fazem parte do fazer científico. Também possibilita o entendimento da dinâmica da ciência e do conhecimento científico como construção coletiva. Essa contextualização social, histórica e cultural da ciência e da tecnologia é fundamental para que estas sejam compreendidas como empreendimentos humanos e sociais.

O trabalho com atividades investigativas e as práticas de pesquisa também têm papel fundamental no combate às *fake news*. Nos últimos anos, a expressão *fake news* ganhou notoriedade e se tornou assunto nas redes sociais e em rodas de conversa, seja na rua, seja em casa e também na escola. As *fake news* apresentam informações falsas e/ou caluniosas, geralmente com o objetivo de prejudicar ou de desacreditar instituições ou pessoas que não estão de acordo com o pensamento ideológico, político ou social de seus divulgadores. A dificuldade de identificar notícias falsas afeta todos os países, até mesmo aqueles com altos índices de escolaridade.

Nesse sentido, ao propor atividades de investigação e pesquisa, esta coleção fomenta e contribui para a criação de uma cultura de questionamento. Sempre que possível, essas atividades estão acompanhadas de orientações que incentivam os estudantes a construir um repertório crítico.



ARGUMENTAÇÃO

Uma educação voltada à formação de sujeitos críticos, conscientes e questionadores, que agem orientados por princípios éticos e democráticos, deve propiciar o desenvolvimento da competência argumentativa dos estudantes. Essa competência possibilita a eles reconhecer o que é proveniente do senso comum, distinguir fatos de opiniões, analisar premissas e pressupostos e avaliar argumentos de autoridades, para formar opiniões próprias com base em critérios objetivos. Além disso, lhes favorece a participação atuante na sociedade, ao oferecer subsídios para que exponham suas ideias e seus conhecimentos, de maneira clara, organizada, respeitosa e em conformidade com os direitos humanos. Como explica Fiorin (2016, p. 9), a vida em sociedade

[...] trouxe para os seres humanos um aprendizado extremamente importante: não se poderiam resolver todas as questões pela força, era preciso usar a palavra para persuadir os outros a fazer alguma coisa. Por isso, o aparecimento da argumentação está ligado à vida em sociedade e, principalmente, ao surgimento das primeiras democracias. No contexto em que os cidadãos eram chamados a resolver as questões da cidade é que surgem também os primeiros tratados de argumentação. Eles ensinam a arte da persuasão.

Todo discurso tem uma dimensão argumentativa. Alguns se apresentam como explicitamente argumentativos (por exemplo, o discurso político, o discurso publicitário), enquanto outros não se apresentam como tal (por exemplo, o discurso didático, o discurso romanesco, o discurso lírico). No entanto, todos são argumentativos: de um lado, porque o modo de funcionamento real do discurso é o dialogismo; de outro, porque sempre o enunciador pretende que suas posições sejam acolhidas, que ele mesmo seja aceito, que o enunciatário faça dele uma boa imagem. Se, como ensinava Bakhtin, o dialogismo preside à construção de todo discurso, então um discurso

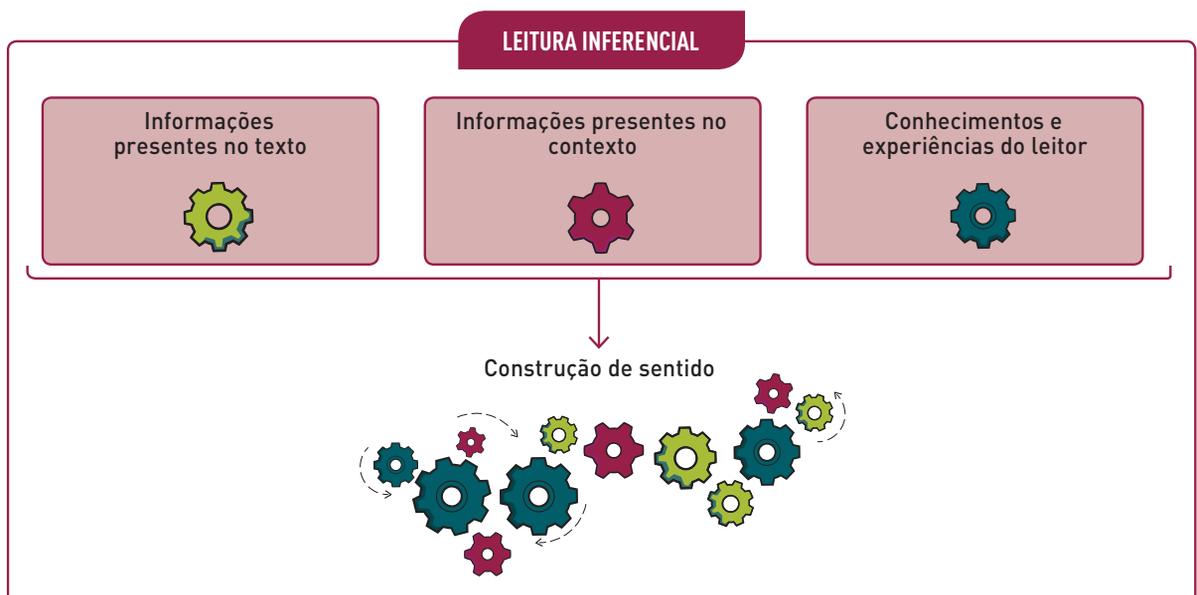
será uma voz nesse diálogo discursivo incessante que é a história. Um discurso pode concordar com outro ou discordar de outro. Se a sociedade é dividida em grupos sociais, com interesses divergentes, então os discursos são sempre o espaço privilegiado de luta entre vozes sociais, o que significa que são precipuamente o lugar da contradição, ou seja, da argumentação, pois a base de toda a dialética é a exposição de uma tese e sua refutação.

É fundamental, portanto, que os estudantes desenvolvam raciocínio lógico e construam argumentos bem embasados, tornando-se aptos a defender seus posicionamentos e a negociar com seus interlocutores para, juntos, tomarem as melhores decisões. Nota-se, então, a importância fundamental que dados, fatos e informações confiáveis têm para a construção de uma argumentação bem fundamentada. Também é possível perceber que a argumentação, como competência a ser desenvolvida na escola, deve estar vinculada a princípios éticos e cidadãos. Nesse sentido, esta coleção proporciona aos estudantes oportunidades para o desenvolvimento de habilidades relacionadas à argumentação, de forma oral ou escrita, como construir um discurso oral coerente, expressar uma explicação, defender uma ideia, discutir temas relevantes, deliberar coletivamente ou propor soluções para problemas. Isso pode ocorrer, por exemplo, no desenvolvimento de um projeto e na resolução de atividades propostas nos capítulos e de questões propostas em seções, quando pertinente.

Dessa forma, esta coleção contribui para que os estudantes desenvolvam a competência argumentativa de forma sistemática e orgânica, garantindo o respeito à pluralidade de ideias e ao lugar de fala dos jovens, favorecendo, sobretudo, o desenvolvimento da competência geral da Educação Básica **7** da BNCC.

LEITURA INFERENCIAL

O processo inferencial permite e garante a organização dos sentidos elaborados pelo leitor em sua interação com o texto. A capacidade de realizar uma leitura em níveis inferenciais é uma característica essencial para a compreensão da linguagem, pois, assim como o leitor memoriza as informações explícitas de um texto, ele também incorpora as informações inferidas. Desse modo, compreender a linguagem é entender as relações entre o que está explícito no texto e aquilo que o leitor pensa, conclui e infere por conta própria, com base em seu conhecimento de mundo e em suas experiências de vida. Fazer inferências possibilita ao leitor refletir e gerar novos conhecimentos com base em informações presentes no texto, os quais passam, então, a fazer parte do conjunto de saberes desse leitor.



A inferência é um processo cognitivo que vai além da leitura e passa pelo entendimento, ou pela suposição, de algo desconhecido, fundamentado na observação e no repertório cultural do leitor. Trata-se, portanto, da conclusão de um raciocínio ou do levantamento de um indício com base no estabelecimento de relações.

A compreensão de um texto depende da qualidade e da quantidade de inferências geradas durante a leitura, visto que os textos contêm informações (explícitas e implícitas), mas deixa lacunas a ser preenchidas pelo leitor. Ao associar informações explícitas a seus conhecimentos prévios, o estudante dá sentido ao que está sendo dito no texto e pratica a apreensão de detalhes e de sequências, bem como das relações de causa e efeito. Portanto, a inferência ocorre pela interação do leitor com o texto, ou seja, por meio da leitura. As capacidades de concluir, deduzir, levantar hipóteses, ressignificar informações e formular novos sentidos são essenciais para a atuação consciente e responsável do estudante na sociedade, já que, assim, ele estará preparado para entender contextos históricos, saber o que está por trás de uma disputa política ou mesmo projetar soluções para problemas reais e cotidianos. Ao gerar uma nova informação partindo de uma anterior, já dada, o estudante desenvolve a capacidade de “ler” os diversos pontos de uma situação e de propor resoluções factíveis que beneficiem a maioria dos envolvidos.

Nesta coleção, o exercício da leitura inferencial é feito de diversas formas, tanto na abordagem dos conteúdos como na execução das atividades. Por exemplo, em muitos momentos, há perguntas que motivam o estudante a antecipar informações e a verificar se suas hipóteses são plausíveis, instigando-o a acessar seus conhecimentos prévios nesse processo. Dessa maneira, o estudante é levado a explicar o que está implícito em um texto, a preencher lacunas de informação com base em pistas já dadas e a excluir ou confirmar hipóteses levantadas durante a leitura.

PENSAMENTO COMPUTACIONAL

De acordo com o senso comum, imagina-se que o pensamento computacional diz respeito a saber navegar na internet, utilizar as redes sociais, enviar *e-mails* e utilizar ferramentas digitais para elaborar um texto ou resolver uma equação. Contudo, o pensamento computacional está relacionado a estratégias usadas para solucionar problemas de maneira eficaz.

O pensamento computacional é uma distinta capacidade criativa, crítica e estratégica humana de saber utilizar os fundamentos da computação, nas mais diversas áreas do conhecimento, com a finalidade de identificar e resolver problemas, de maneira individual ou colaborativa, através de passos claros, de tal forma que uma pessoa ou uma máquina possam executá-los eficazmente.

(KURSHAN, 2016 *apud* BRACKMANN, 2017, p. 29.)

Essa estratégia de ensino e aprendizagem está próxima do pensamento analítico, que, assim como a matemática, a engenharia e a ciência, busca, entre outros objetivos, aprimorar a proposição de soluções para problemas. De acordo com a BNCC,

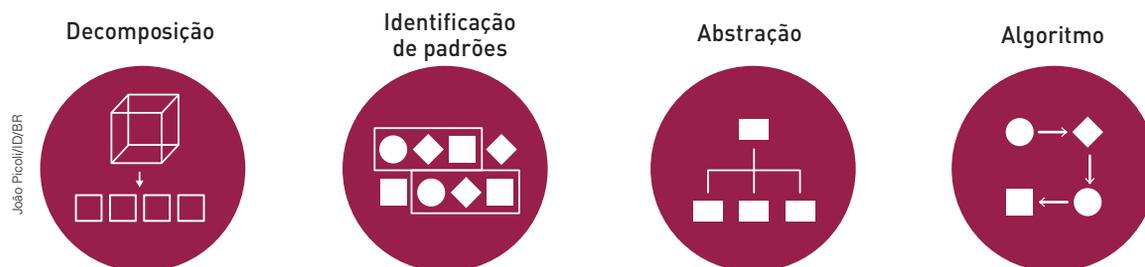
[...] [o] pensamento computacional [...] envolve as capacidades de compreender, analisar, definir, modelar, resolver, comparar e automatizar problemas e suas soluções, de forma metódica e sistemática, por meio do desenvolvimento de algoritmos.

(BRASIL, 2018, p. 474.)

Em suma, o pensamento computacional pode ser entendido como um conjunto de habilidades empregadas para identificar e resolver problemas, cuja solução proposta pode ser executada por um computador ou uma pessoa. Para que isso aconteça, podem ser utilizados conceitos e práticas comuns à computação, mas não restritos a ela, como a simplificação de situações-problema a partir da identificação de seus elementos essenciais e de similaridades com contextos anteriores, a decomposição de problemas em partes menores e a definição de uma sequência de ações para a realização e a automação de tarefas (GROVER; PEA, 2013). Também tomamos como base os

quatro eixos do pensamento computacional apresentados pelo *Currículo de referência em tecnologia e computação* (2018), do Centro de Inovação para a Educação Brasileira (Cieb), a saber:

- **Decomposição:** trata da divisão de problemas complexos em partes menores para sua solução.
- **Reconhecimento/identificação de padrões:** envolve a identificação de características comuns entre problemas para sua solução.
- **Abstração:** envolve filtragem, formas de organização e classificação de dados para a resolução de problemas.
- **Algoritmo:** refere-se à construção de orientações claras para a resolução de problemas.



Nesse sentido, a problematização favorece diferentes maneiras de pensar, compreender e analisar um mesmo problema, colaborando para o desenvolvimento de habilidades que compõem o pensar computacional, como:

- identificação e formulação de problemas;
- análise lógica e organizada de dados;
- representação da realidade por meio de abstrações;
- proposição de soluções por meio de identificações de padrões e análises críticas dos problemas;
- transferência da solução encontrada para a resolução de problemas análogos.

É importante ressaltar que o pensamento computacional pode ser/estar incorporado de diversas maneiras ao se abordar e tentar solucionar um problema. Ao longo dos volumes desta coleção, isso pode ocorrer, por exemplo, em atividades que envolvem diferentes processos cognitivos, como analisar, compreender, definir, modelar e resolver. A estrutura sequenciada das seções *Investigar* e *Interação* também reflete o desenvolvimento do pensamento computacional. Compreendendo a lógica que aproxima a resolução de problemas a essa estratégia, as atividades propostas nesta coleção podem contribuir para o desenvolvimento de competências fundamentais para o século XXI, como produzir algo a partir da abstração, raciocinar sobre a resolução de um problema, identificar padrões e correlacionar estratégias envolvendo as Ciências da Natureza e outras áreas de conhecimento, permitindo que os estudantes trabalhem a criatividade e elaborem novas ideias.

TRABALHO COM GRUPOS GRANDES E DIVERSOS DE ESTUDANTES

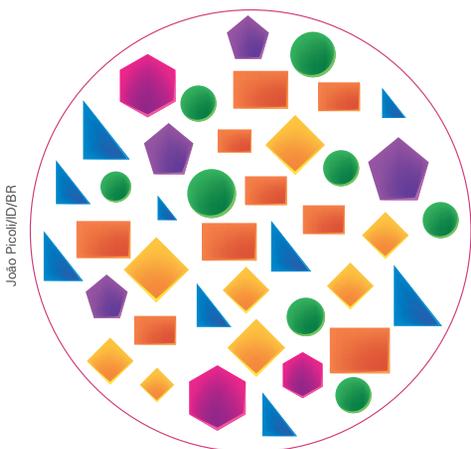
Embora uma turma numerosa implique desafios para o professor no que se refere ao cotidiano da sala de aula e ao acompanhamento das aprendizagens individuais, há, por outro lado, pontos positivos nessa realidade. Um deles é a possibilidade de se amplificar a heterogeneidade de histórias de vida, pensamentos, potencialidades e valores. E essa diversidade, se recebida e tratada com atenção e respeito por todos os envolvidos, ajuda a enriquecer as propostas e as dinâmicas – sobretudo se forem sugeridas atividades colaborativas entre os estudantes.

Assim, trabalhar com grupos grandes e diversos exige diferentes estratégias didáticas. No início do ano letivo, recomenda-se investir tempo no estabelecimento de vínculos saudáveis com os

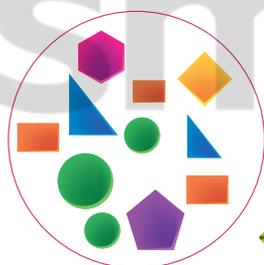
estudantes. Isso permitirá, posteriormente, reconhecer e mapear necessidades, dificuldades e potencialidades de cada um. Esse levantamento, por sua vez, possibilitará privilegiar trabalhos em grupo que sejam mais significativos, com base nas especificidades de cada estudante, e tirar proveito da troca entre os pares. Esta coleção proporciona diversos momentos em que se ressalta o trabalho colaborativo, nos quais o professor pode considerar, por exemplo, organizar duplas ou trios de estudantes com diferentes níveis de aprendizagem para a resolução de problemas, apostando que a dificuldade de um possa ser superada com o auxílio de outro ou que se formem parcerias para compartilhar estratégias utilizadas, resoluções e correções, de modo que ajustes e melhorias sejam propostos e compartilhados entre os colegas. Tais dinâmicas ajudam a promover a troca de conhecimento e contribuem para o amadurecimento e o fortalecimento da turma como grupo.

Outra questão relevante diz respeito à condução de atividades mais elaboradas, que abrangem pesquisa, desenvolvimento de projetos ou produção de sínteses e conclusões. No trabalho com turmas grandes, muitas vezes surge o problema da má distribuição de tarefas nos grupos, que acaba sobrecarregando um ou dois estudantes e deixando os demais sem espaço e oportunidade para participar ou colaborar em alguma etapa do trabalho. Em casos assim, convém ajudar os estudantes a estabelecer atribuições ou tarefas para cada integrante, com base em seu perfil, em suas habilidades e em seus interesses.

Essa divisão auxilia o estudante a reconhecer sua importância e suas contribuições no grupo, permitindo, com isso, que atue com responsabilidade e iniciativa. Vale lembrar que, ao ter de lidar com diferentes perfis, os estudantes são impelidos a sair de sua zona de conforto, o que, eventualmente, pode resultar em conflitos. Nesse sentido, as atividades colaborativas em grupos grandes e diversificados podem também servir para exercitar a escuta atenta, a empatia, as habilidades deliberativas e a comunicação não violenta voltada à resolução de conflitos e à inclusão, favorecendo o diálogo e as práticas da cultura de paz na escola.



João Picoli/ID/BR



← Há diversos prós e contras em se trabalhar em sala de aula com grupos grandes ou com grupos pequenos. Por isso, elencar esses fatores é fundamental para uma boa condução das aulas.

Com relação às Ciências da Natureza, convém ao professor pôr em discussão e buscar maneiras de incorporar a diversidade de interesses e as motivações dos estudantes às atividades, tanto individuais como coletivas, que envolvem resolução de problemas, argumentação, troca de opiniões e escuta. Desse modo, o desenvolvimento das competências leitora e argumentativa pode se dar de forma mais orgânica e integrada ao projeto de vida do estudante. Além disso, o professor pode desafiar o estudante a realizar pesquisas e a produzir análises críticas de temas que agucem sua curiosidade e tenham relação com sua identidade, sempre com base na ciência e em informações idôneas. Assim, o professor poderá ajudar o estudante a ultrapassar barreiras e limites, acolhendo-o e motivando-o a traçar seu percurso para além da sala de aula.

JUVENTUDES, CURRÍCULO E EQUIDADE

Até o século XX, as noções de adolescência e juventude sequer existiam. Foi o psicólogo e educador estadunidense Granville Stanley Hall (1844-1924) que, em 1904, explorou esses conceitos. Antes, considerava-se que a infância findava quando a vida adulta começava – o que, em geral, se dava aos 18 anos de idade. Por sua vez, o Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA), principal documento brasileiro que descreve os direitos e deveres de crianças e jovens, em seu artigo 2º, considera criança “a pessoa até doze anos de idade incompletos, e adolescente aquela entre doze e dezoito anos de idade” (BRASIL, 1990).

Ainda há divergências sobre quando começa ou termina a infância, a adolescência e a juventude, mas acreditamos que seja consenso que os anos finais do Ensino Fundamental são exatamente a fase latente de transição da infância para a adolescência. Também é indiscutível que a realidade de um jovem hoje é muito diferente daquela de um jovem de vinte ou dez anos atrás.

De acordo com Dayrell e Carrano (2014), observou-se, nas últimas décadas, uma mudança significativa na forma como os jovens se comportam e se comunicam e no modo como expressam suas identidades e opiniões, por meio de linguagens culturais. No contexto urbano, o sentido de pertencimento a um grupo somado aos impulsos pessoais de expressão de subjetividade levou os jovens a ocupar espaços públicos para produzir e expressar suas culturas. Assim, tais espaços passaram a ser entendidos como locais de uso coletivo ou espaços sociais que potencializam os encontros, as trocas e a expressão de suas culturas. E os jovens passaram a se reunir nesses lugares não só para compartilhar ideias com seus pares e fruir de manifestações artísticas, mas também para produzir músicas, vídeos, programas de rádios comunitárias, eventos culturais, entre outras formas de expressão.

Por meio da produção dos grupos culturais a que pertencem, muitos deles recriam as possibilidades de entrada no mundo cultural além da figura do espectador passivo, ou seja, como criadores ativos. Por meio da música ou da dança que criam, dos *shows* que fazem ou dos eventos culturais que promovem, eles colocam em pauta, no cenário social, o lugar do jovem, principalmente no caso dos mais empobrecidos.

(DAYRELL; CARRANO, 2014, p. 116.)

Assim, os jovens estabeleceram uma nova relação com o consumo de bens culturais, tornaram-se protagonistas em seus meios e criaram novas formas de atuar na sociedade. Tudo isso indica que é salutar aproximar-se das culturas juvenis, acolhendo suas diversas modalidades de expressão, em uma educação que visa ao protagonismo e à autonomia juvenil.



Uma diferença importante é que muitas crianças e muitos adolescentes e jovens do século XXI estão utilizando diversas formas de interação multimidiáticas e multimodais, em aplicativos educativos ou de entretenimento, por exemplo, e especialmente atuando nas redes sociais. Nesse cenário, existe um elemento fundamental a ser considerado: a desigualdade de acesso aos recursos tecnológicos. Enquanto algumas pessoas sentem que o uso exagerado das telas acirrou o imediatismo, o individualismo e a solidão, outras se sentem isoladas exatamente pelo inverso, ou seja, por não terem acesso a essas tecnologias e à internet. A pandemia de covid-19, que se iniciou em 2020 e persistiu por alguns anos, potencializou e escancarou os sentimentos de isolamento, ansiedade e exclusão, que não se restringiram a esse período, mas se tornaram problemas reais para famílias e para a sociedade de forma ampla.

Se já não podíamos antes dizer que existe uma juventude, no singular, e padronizar nossa entrega aos estudantes, hoje, depois da publicação da BNCC e de tantos estudos nas áreas de educação, psicologia e sociologia, é imprescindível olhar para as individualidades e procurar enxergar que um jovem de periferia de uma metrópole provavelmente não tem as mesmas necessidades que um jovem residente em um pequeno município rural, por exemplo. Temos uma diversidade de jovens e de juventudes, no Brasil e no mundo – basta pensarmos em alguns fatores que claramente impactam a forma de vivenciar o mundo e ser jovem, como gênero, local de residência, cor de pele, cultura da comunidade em que está inserido.

A rede pública de ensino agrupa, em suas salas de aula, estudantes com diferentes perfis econômicos, sociais, políticos, identitários e de instrução e, por isso, para que os objetivos de aprendizagem façam sentido para cada grupo específico de estudantes (ou seja, de cada escola, de cada ano, de cada turma), é preciso que esses objetivos sejam definidos com base no que se conhece de cada estudante, assegurando, com isso, que não se recorra a práticas de massificação e apagamento das diferenças observadas na turma, mas, sim, que se promova a equidade na educação.

Equidade, como a própria BNCC explicita, significa, na prática, reconhecer que as necessidades dos estudantes são diferentes.

Ao fazer as escolhas curriculares, é papel de cada rede considerar a comunidade que a integra, de forma ampla, assim como devem ficar nas mãos das escolas e dos professores as escolhas necessárias para que esse currículo dialogue com a realidade de seus estudantes e os engaje no desejo de aprendizagem. Ou seja, a equidade se explicita a cada escolha feita pelos atores que compõem cada rede estadual e municipal de ensino e cada comunidade escolar, e essas decisões devem, necessariamente, dialogar com os diferentes perfis culturais e socioeconômicos que cada sala de aula acolhe.

Sabemos que não se trata de uma tarefa fácil. Por isso, sob essa perspectiva, é preciso engajamento, colaboração e respeito mútuo, para que seja possível garantir um melhor índice nas aprendizagens e uma cultura de paz na comunidade escolar e em seu entorno.

CULTURA DE PAZ, BULLYING E PROJETO DE VIDA

Promover sistematicamente uma cultura de paz na educação vai além de criar leis ou de estudar as que já existem e que buscam garantir os direitos constitucionais de cada cidadão. Essa importante missão requer o engajamento e a colaboração dos agentes das comunidades escolares, para que, com sua humanidade, acolham as individualidades e promovam um ambiente de real valorização da diversidade que existe naquele contexto específico, preparando os estudantes para viver outros contextos, mais amplos.

O fator convivência pode ter um impacto engajador na comunidade escolar, na mesma medida em que pode dificultar a aprendizagem e conduzir ao desinteresse e à alienação. E, quando falamos de convivência e engajamento, estamos incluindo as relações entre os diferentes membros

da equipe escolar, em todas as instâncias, como entre os próprios estudantes, entre professores e estudantes ou entre escola e família. Sabemos que é pelo exemplo que as crianças e os jovens aprendem e, assim, ao observar empatia, cooperação e respeito e experienciar um ambiente pacífico, é que eles poderão efetivamente desenvolver a competência geral da Educação Básica 9:

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.

(BRASIL, 2018, p. 10.)

Nesse sentido, a escola, ao exercer o compromisso de formar cidadãos atentos aos direitos humanos e aos princípios democráticos, deve envolver as famílias de forma direta e intencional, ou seja, é necessária a presença das famílias em encontros formativos nos quais sejam discutidos temas para que toda a comunidade escolar pactue valores e práticas que visem à cooperação e à resolução de conflitos de modo não violento. Entre os inúmeros benefícios sociais que esse diálogo é capaz de gerar estão a construção de uma cultura de paz e a potencialização da capacidade de aprendizagem das crianças e dos jovens.

Ao se falar de cultura de paz, é importante despertar a atenção dos estudantes para a forma como eles se expressam, tanto em situações presenciais quanto nas interações virtuais, e proporcionar situações de aprendizagem que mobilizem competências como empatia, respeito, responsabilidade, comunicação e colaboração. Deve-se desnaturalizar qualquer forma de violência, com atenção especial à saúde mental dos estudantes.

Dessa maneira, é necessário frisar a extrema importância do combate ao *bullying* no ambiente escolar. Sobre esse tema, o trecho do artigo a seguir define bem o que é o *bullying* e traz importante orientação sobre o que fazer, caso essa prática seja identificada na turma.

[...]

Bullying é uma situação que se caracteriza por agressões intencionais, verbais ou físicas, feitas de maneira repetitiva, por um ou mais alunos contra um ou mais colegas. O termo *bullying* tem origem na palavra inglesa *bully*, que significa valentão, brigão. Mesmo sem uma denominação em português, é entendido como ameaça, tirania, opressão, intimidação, humilhação e maltrato.

[...]

10. O que fazer em sala de aula quando se identifica um caso de *bullying*?

Ao surgir uma situação em sala, a intervenção deve ser imediata. “Se algo ocorre e o professor se omite ou até mesmo dá uma risadinha por causa de uma piada ou de um comentário, vai pelo caminho errado. Ele deve ser o primeiro a mostrar respeito e dar o exemplo”, diz Aramis Lopes Neto, presidente do Departamento Científico de Segurança da Criança e do Adolescente da Sociedade Brasileira de Pediatria. O professor pode identificar os atores do *bullying*: autores, espectadores e alvos. Claro que existem as brincadeiras entre colegas no ambiente escolar. Mas é necessário distinguir o limiar entre uma piada aceitável e uma agressão. “Isso não é tão difícil como parece. Basta que o professor se coloque no lugar da vítima. O apelido é engraçado? Mas como eu me sentiria se fosse chamado assim?”, orienta o pediatra Lauro Monteiro Filho”.

21 perguntas e respostas sobre *bullying*. *Nova Escola*, 1º ago. 2009. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/336/bullying-escola>. Acesso em: 30 maio 2022.

Outra estratégia que pode colaborar para a promoção da cultura de paz é a comunicação não violenta (CNV), sistematizada pelo psicólogo estadunidense Marshall Rosenberg (1934-2015).

A CNV propõe caminhos para se estabelecer uma conexão consciente por meio da empatia e da compaixão entre os interlocutores e é usada até pela Organização das Nações Unidas (ONU) na mediação de situações de conflito em todo o mundo. Para conhecer mais a CNV, sugerimos assistir ao vídeo disponível em <https://ecoativos.org.br/biblioteca/comunicacao-nao-violenta-parte-1-marshall-rosenberg/> (acesso em: 30 maio 2022).

PROJETO DE VIDA

Outro elemento do currículo com alto potencial engajador é o trabalho com os projetos de vida dos estudantes, que vem ganhando cada vez mais espaço e valorização, pois pode ser um grande conector do trabalho pedagógico como um todo, inclusive em Ciências da Natureza. O projeto de vida ganhou destaque nos currículos brasileiros a partir da publicação da BNCC, que o apresenta como dimensão estruturante para o desenvolvimento integral dos estudantes.

O desenvolvimento de competências é um processo contínuo de aprendizagem. Assim, os objetos de estudo devem ganhar maior complexidade ao longo dos anos finais do Ensino Fundamental, de acordo com as etapas de desenvolvimento cognitivo e emocional que fazem parte desse momento de transição, como dissemos anteriormente, da infância para a adolescência. O intuito é que os estudantes, que geralmente chegam ao 6º ano bastante dependentes da família e de condução para cada atividade escolar, atinjam, ao final do 9º ano, um nível de autoconhecimento e de autonomia condizente com sua idade e com seus aspectos pessoais e possam ingressar no Ensino Médio capazes de fazer escolhas conscientes diversas.

Nessa jornada, o trabalho com o projeto de vida pode oferecer uma oportunidade para que os jovens desenvolvam não apenas o autoconhecimento, mas também a comunicação, a colaboração e o respeito a diversos pontos de vista. Eles podem investigar o que imaginam para seu futuro, de forma dinâmica e interessante, e aprender a problematizar a realidade, escolher caminhos e desenvolver a autonomia na transição da vida infantil para a adolescência e para a juventude.

Além do potencial engajador para os estudantes, outro ponto a ser destacado no trabalho com o projeto de vida é que ele pode representar a oportunidade de promover a integração curricular. Quando falamos de superar a fragmentação curricular, nos referimos à colaboração entre áreas, não de forma abstrata, mas, acima de tudo, entre pessoas, que são as que fazem, de fato, a educação e a escola. Quando os corpos docente e discente conseguem definir espaços e estratégias eficazes para acolher e buscar soluções conjuntas para problemas reais, o trabalho colaborativo torna-se parte da cultura escolar e o currículo, de fato, favorece a aprendizagem dos jovens.

AVALIAÇÃO E AUTOAVALIAÇÃO

Em seus aspectos mais abrangentes, a avaliação em Ciências da Natureza não difere da que deve ser realizada em outras disciplinas. De acordo com Zabala (1998, p. 201):

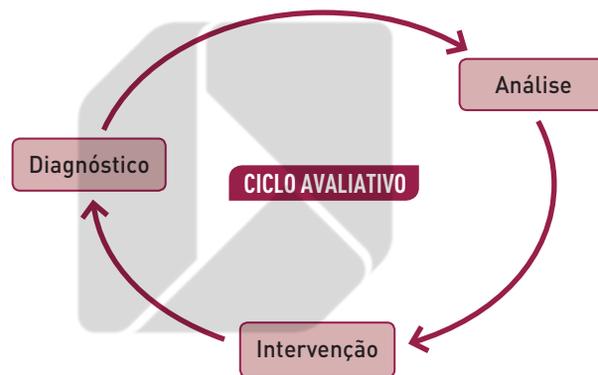
Por que avaliar? O aperfeiçoamento da prática educativa é o objetivo básico de todo educador. [...] E para melhorar a qualidade do ensino é preciso conhecer e poder avaliar a intervenção pedagógica dos professores, de forma que a ação avaliadora observe simultaneamente os processos individuais e os grupais. Referimo-nos tanto a processos de aprendizagem como aos de ensino, já que, desde uma perspectiva profissional, o conhecimento de como os meninos e meninas aprendem é, em primeiro lugar, um meio para ajudá-los em seu crescimento e, em segundo lugar, é o instrumento que tem que nos permitir melhorar nossa atuação na aula.

Nesse sentido, entendemos – concordando com Zabala – que o processo de avaliação deve ser permanente e global. Isso quer dizer que devemos considerar a avaliação um contínuo permanente de observação, acompanhamento e análise crítica da aprendizagem dos estudantes e, conseqüentemente, do processo de ensino. É importante que o professor perceba que a avaliação entendida como coleta, sistematização e análise de dados tem caráter investigativo e de pesquisa muito significativo. A análise permanente dos dados coletados deve permitir o diagnóstico, o

acompanhamento e a intervenção no processo de ensino e aprendizagem. Mais importante ainda: como processo em desenvolvimento, a avaliação deve evidenciar ou contradizer as hipóteses do professor, para que ele reveja suas ações e planeje, se necessário, novas estratégias que contribuam para a efetiva aprendizagem dos estudantes.

Como forma de organizar esse processo contínuo, Zabala (1998) destaca três importantes momentos no processo avaliativo: o início, em que se avalia o conhecimento prévio dos estudantes e identificam-se as possibilidades de aprendizagem, por meio da avaliação inicial, também conhecida como avaliação diagnóstica; o desenvolvimento, em que se observa como os estudantes aprendem, por meio da avaliação reguladora, também chamada avaliação formativa ou de monitoramento; e o final, em que se analisam os conhecimentos elaborados e os resultados obtidos, por meio da avaliação final, também chamada avaliação de resultado. Embora a nomenclatura usada para a avaliação nesses três momentos distintos varie de acordo com o autor, para fins de simplificação, nesta coleção tratamos e adotamos esses processos respectivamente pelos termos **avaliação inicial**, **avaliação reguladora** e **avaliação final**.

Desse modo, a avaliação, sob uma perspectiva formativa, ocorre em um ciclo avaliativo formado por diagnóstico, análise e intervenção, em um processo de retroalimentação, de acordo com a aprendizagem de cada estudante.



Avaliação inicial

Considerando que o conhecimento se dá na interação do sujeito com o meio no qual ele está inserido, o estudante é concebido como alguém que constrói conhecimentos dentro e fora da escola. Os conhecimentos prévios nem sempre estão corretos sob o ponto de vista científico, mas são importantes para que o professor tome decisões sobre os caminhos a serem trilhados em sala de aula. Então, é necessário que o professor conheça o que o estudante já sabe a respeito de determinado assunto, para que possa organizar o trabalho educativo de modo que não repita conteúdos desnecessários nem proponha um desafio maior que as possibilidades do estudante naquele momento. Assim, a investigação realizada pelo professor para levantar os conhecimentos prévios do estudante caracteriza a própria avaliação inicial, que servirá de subsídio para a organização de sua proposta hipotética de intervenção. Nesta coleção, a seção *Primeiras ideias*, na abertura da unidade, e o box *Para começar*, nas aberturas de capítulo, são momentos de apoio para a realização de uma sondagem diagnóstica dos conhecimentos prévios dos estudantes quando o trabalho com um novo tema for iniciado.

Avaliação reguladora

No processo de aplicação da proposta de intervenção, será necessário fazer ajustes para se adequar às necessidades de cada estudante, conforme os resultados vão surgindo. A avaliação reguladora, então, pode ser vista como um replanejamento por parte do professor. Desse modo, é importante que não haja apenas um momento final de avaliação, quando, muitas vezes, já não há mais tempo de redirecionar o trabalho, caso os objetivos não estejam sendo alcançados. Além disso, a

avaliação reguladora, ocorrendo em momentos variados ao longo do processo de ensino e aprendizagem, torna possível ao estudante tomar consciência de suas dúvidas, dificuldades e avanços. Nesta coleção, a seção *Atividades* serve como subsídio para o processo de avaliação reguladora.

Avaliação final

Para validar as decisões tomadas no decorrer do processo, é necessário apurar os resultados obtidos no grupo de estudantes e, simultaneamente, analisar a progressão de cada estudante em relação ao estágio inicial. Na avaliação final, espera-se, sobretudo, perceber se os objetivos propostos inicialmente foram atingidos, se houve de fato aprendizagem, se é possível dar prosseguimento ao processo ou se há necessidade de revisão e complementação do que foi trabalhado. A seção *Atividades integradas* pode ser considerada um instrumento de apoio para a avaliação final.

Autoavaliação

Outro aspecto importante para a formação do estudante é o incentivo à autoavaliação, que pode colaborar para que ele se torne responsável pelo próprio processo de aprendizagem, já que subsidia estratégias de autoconhecimento. Portanto, a autoavaliação pode propiciar um sucesso significativo no trabalho em sala de aula, à medida que o educando se torna consciente do próprio processo de aprendizagem, além de desenvolver a capacidade de monitorar a realização das tarefas propostas, obtendo, assim, maior controle sobre suas ações. Ao requerer a participação ativa do estudante, o uso dessa estratégia geralmente permite a evolução dele no desempenho das tarefas realizadas. Os estudantes devem estar cientes de que a autoavaliação não recebe nota – não é avaliada –, mas revela a qualidade da autocrítica. Ou seja, não adianta superestimar a autoavaliação se ela não está de acordo com os resultados observados no dia a dia. Nesta coleção, a seção *Ideias em construção* é um momento dedicado à autoavaliação.

Por fim, vale ressaltar que a avaliação não é apenas mera “tarefa burocrática” ou um instrumento de chantagem ou de julgamento dos estudantes. Na realidade, o que está em jogo, quando se planeja e executa a avaliação, é a possibilidade de aferir, por meio de uma coleta sistemática de dados, os ganhos e as perdas no processo educativo. Com base nessa aferição, a prática de ensino e a aprendizagem são pensadas para contemplar diferentes dimensões ou tipos de conteúdo.

PREPARAÇÃO PARA EXAMES DE LARGA ESCALA

Ao final deste manual, na seção *Atividades de preparação para exames de larga escala*, disponibilizamos sugestões de atividades que podem ser utilizadas para preparar os estudantes para exames como o Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), o Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb) e o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa). Com isso, pretende-se aproximar os estudantes do que é exigido nessas avaliações, por meio de questões adaptadas à sua faixa etária e ao seu desenvolvimento cognitivo nos anos finais do Ensino Fundamental, bem como propiciar a eles o desenvolvimento de competências para futura aplicação em questões de provas oficiais.

Após a coletânea de questões, apresentamos a resposta comentada e o conteúdo abordado em cada atividade, além da relação entre a proposta da atividade e o correspondente que mais se aproxima da matriz de competências e habilidades do Enem e das matrizes de referência do Saeb e do Pisa na área de Ciências da Natureza. As matrizes de referência de cada uma dessas avaliações podem ser encontradas nos *links* a seguir (acessos em: 30 maio 2022).

- Enem: https://download.inep.gov.br/download/enem/matriz_referencia.pdf
- Saeb: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/saeb/matrizes-e-escalas>
- Pisa: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/pisa/matrizes-de-referencia>

ORGANIZAÇÃO DA COLEÇÃO

ESTRUTURA DO LIVRO DO ESTUDANTE

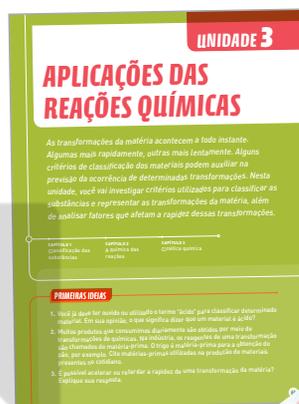
A coleção é composta de quatro volumes, divididos em unidades e capítulos. Cada unidade contempla um tema do ensino de Ciências da Natureza e apresenta textos, atividades, seções e boxes. No conjunto, a coleção visa ser um material de apoio para o trabalho de professores e estudantes, a fim de alcançar o desenvolvimento das competências gerais da Educação Básica e das competências específicas e habilidades de Ciências da Natureza.

ABERTURA DE UNIDADE

A unidade inicia-se com um pequeno texto introdutório e a indicação dos capítulos que a compõem. Na seção *Primeiras ideias*, há perguntas que permitem aos estudantes acessar brevemente seu repertório e seus conhecimentos prévios sobre o tema e compartilhá-los.

Em seguida, é apresentada uma imagem em página dupla, cuja função é atrair o interesse dos estudantes para o tema da unidade e intrigá-los. As questões em *Leitura da imagem* têm o objetivo de incentivar os estudantes a explorar a imagem, buscando relações entre o que é retratado e o que eles imaginam sobre o tema a ser estudado. Há também a questão de valor, que promove uma reflexão inicial a respeito do valor trabalhado na unidade.

As páginas de abertura de unidade servem de “aquecimento”, pois ativam os conhecimentos dos estudantes e familiarizam a turma com a temática a ser estudada. Esse momento também pode servir de apoio para a realização da avaliação inicial.



CAPÍTULOS

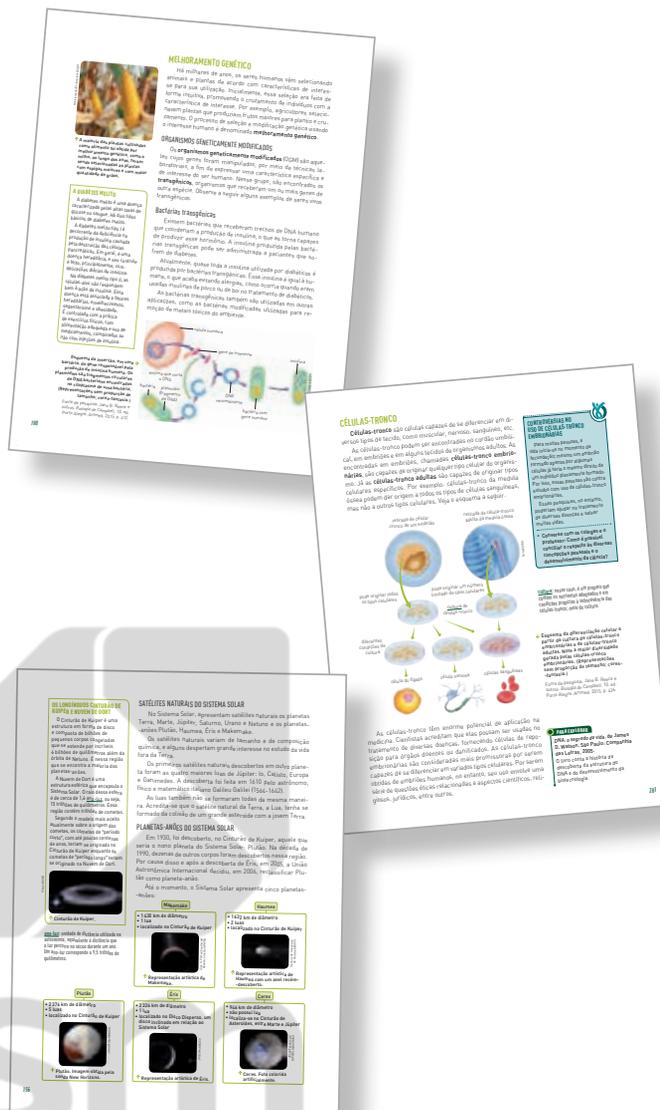
O conteúdo da unidade está organizado em capítulos, de dois a quatro por unidade. Os capítulos estão diretamente relacionados à compreensão dos termos, dos conhecimentos e dos conceitos científicos fundamentais. O texto principal é associado a ilustrações, fotografias, micrografias, gráficos, mapas, tabelas, entre outros recursos, a fim de facilitar o entendimento do conteúdo e propiciar o contato dos estudantes com diversas formas de organização de informações. Ideias-chave e termos essenciais são destacados no texto.



Ao longo dos capítulos, boxes complementares ampliam o conhecimento, revelam desdobramentos do conteúdo apresentado e estabelecem relações com outros assuntos. Esses boxes podem ser, ainda, um ponto de partida para pesquisas, projetos e debates que auxiliem na construção do conhecimento.

Para a reflexão dos estudantes, o box *Valor*, com fundo de cor azulada, apresenta temas ligados ao assunto principal – que podem ser trabalhados em grupo ou discutidos com toda a turma. Assim como em outras atividades coletivas, criam-se oportunidades para a troca de informações e possibilidades de vivenciar atitudes de respeito ao outro, acolhendo as diferenças com base na escuta aos colegas, na argumentação e na busca de soluções para as questões propostas.

Alguns termos de cunho técnico ou científico que eventualmente possam dificultar a compreensão do texto pelos estudantes são explicados no glossário, na mesma página em que o termo aparece, facilitando a consulta.



PRÁTICAS DE CIÊNCIAS

A seção convida os estudantes ao trabalho prático de pesquisa e, por vezes, lúdico. Também traz para a realidade de cada um noções de problematização, teorização e registro de resultados do “fazer” científico. Nessa seção, na medida do possível, os estudantes elaboram hipóteses e as verificam na prática, interpretam os resultados, sistematizam suas conclusões e comunicam os resultados.

Segundo Bachelard (2006), o trabalho prático deve ocorrer em uma perspectiva na qual os erros sejam vistos como um acontecimento natural, pois fazem parte do processo investigativo.



ATIVIDADES

Ao final de cada capítulo, a seção retoma o conteúdo estudado, oferecendo um momento de sistematização, além de possibilitar o desenvolvimento de habilidades variadas, como a interpretação de textos e de imagens, a comparação, a síntese, a localização de informações, entre outras. Essa seção também pode servir de subsídio para o processo de avaliação reguladora.



CIÊNCIA DINÂMICA

Pautada na leitura de textos e em questões para discussão, a seção trabalha o caráter mutável das explicações científicas, o papel das controvérsias na construção do conhecimento, a história da ciência, o trabalho em equipe e a construção de teorias, como a elaboração de um consenso entre várias colaborações. Essa seção também contribui para o desenvolvimento do letramento científico, ao propor reflexões sobre a natureza das ciências e os fatores éticos e políticos que circundam sua prática.



AMPLIANDO HORIZONTES

Por meio de textos de circulação social, a seção evidencia que os conteúdos estudados estão relacionados a questões importantes da sociedade e que nos colocamos diante delas alicerçados nos valores que adotamos. A intenção é permitir o desenvolvimento de outro aspecto do letramento científico: o entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente, com reflexão e formação em valores.



FECHAMENTO DE UNIDADE

INVESTIGAR

A seção, que aparece duas vezes em cada volume, propõe atividades de caráter investigativo voltadas para a aplicação de metodologias de pesquisa de forma mais organizada e orientada, incluindo estudos com bibliografia e entrevista, entre outros.

Essa seção está estruturada da seguinte forma: **Para começar** (contextualização e apresentação da proposta), **O problema** (questão a ser investigada), **A investigação** (apresentação do procedimento e do instrumento de coleta de dados), **Prática de pesquisa** (texto instrucional sobre como realizar a atividade), **Questões para discussão** (indagações relacionadas à forma como a atividade foi realizada e aos resultados obtidos) e **Comunicação dos resultados** (orientação a respeito do compartilhamento do conhecimento produzido).

O organizador gráfico a seguir apresenta a programação das metodologias desenvolvidas em cada volume da coleção.



	INVESTIGAR	PROCEDIMENTO	INSTRUMENTO DE COLETA	COMUNICAÇÃO DOS RESULTADOS
6º ANO	Unidade 6 Animais sinantrópicos	Pesquisa documental e pesquisa de campo	Análise documental e entrevista	Múltiplas
	Unidade 9 Conhecendo as deficiências e os meios de superá-las	Pesquisa bibliográfica e entrevista	Fontes bibliográficas e questionário aberto	Apresentação oral e debate
7º ANO	Unidade 2 Construindo um modelo de motor a vapor	Pesquisa bibliográfica e testes empíricos	Fontes de pesquisa e construção de um modelo	Apresentação oral e demonstração
	Unidade 9 Como estão as condições de saneamento básico em minha comunidade?	Pesquisa bibliográfica e análise de dados	Fontes bibliográficas	Exposição visual

	INVESTIGAR	PROCEDIMENTO	INSTRUMENTO DE COLETA	COMUNICAÇÃO DOS RESULTADOS
8º ANO	Unidade 2 Como está o tempo no local onde você vive?	Pesquisa de campo	Instrumentos de medida	Exposição visual
	Unidade 5 Calculando o consumo dos equipamentos elétricos	Coleta de dados	Aparelhos elétricos de casa	Apresentação oral
9º ANO	Unidade 1 O uso de modelos na ciência	Pesquisa bibliográfica	Fontes bibliográficas	Exposição visual
	Unidade 6 A sobrevivência humana fora da Terra	Pesquisa bibliográfica	Fontes bibliográficas	Debate

ATIVIDADES INTEGRADAS

Ao final de cada unidade, a seção retoma e integra conteúdos estudados nos capítulos. O trabalho com essa seção pode ser considerado uma possibilidade de avaliação final, assim como um meio essencial para levar os estudantes a desenvolver processos cognitivos mais complexos, uma vez que eles devem ampliar as relações conceituais construídas ao longo da unidade, além de solucionar os diferentes problemas apresentados nas atividades. A questão de valor, ao final da seção, retoma a discussão a respeito do valor principal explorado na unidade.



IDEIAS EM CONSTRUÇÃO

A seção apresenta questões que visam levar os estudantes a verificar o próprio progresso, refletindo sobre suas aprendizagens e atitudes. Mais que uma estratégia secundária de avaliação, trata-se de um meio essencial para incentivá-los a desenvolver processos de reflexão que permitam um melhor ajuste de suas aprendizagens pelo aumento do autocontrole e pela diminuição da regulação externa vinda somente do professor. De todo modo, partindo do trabalho individual e autônomo de autoavaliação, pode-se incentivar os estudantes a solicitar auxílio quando sentirem necessidade de apoio ou de orientação para a superação de dificuldades específicas.



INTERAÇÃO

A seção oferece aos estudantes a oportunidade de planejar e realizar projetos, trabalhar coletivamente e intervir em seu meio; portanto, é um trabalho voltado especificamente para o desenvolvimento de competências. As atividades propostas nessa seção ampliam as possibilidades de realizar um trabalho interdisciplinar, uma vez que envolvem leitura e produção de textos de divulgação, coleta e tratamento de dados, reflexões sobre as relações entre os espaços físico e social, entre outras realizações. A seção foi colocada no final do livro para que você tenha mais controle sobre o desenvolvimento da atividade. Por se tratar de projetos, deve-se considerar que são de longa duração e que articulam conhecimentos construídos em diversas unidades da coleção, servindo, assim, de atividade integradora do aprendizado.



TEMA

PRODUTO

6º ANO	Reciclagem e transformações da matéria orgânica	Composteira na escola
7º ANO	Mudanças climáticas relacionadas a ações humanas	Todos pela redução de emissões de gás carbônico
8º ANO	Reprodução vegetal e arborização	Árvores nativas: plante essa ideia
9º ANO	Problemas ambientais e sustentabilidade	Plano de ações ambientais na escola

SUGESTÃO DE CRONOGRAMA

Apresentamos, a seguir, uma proposta de distribuição dos conteúdos propostos neste volume em bimestres, trimestres e semestres. Entretanto, sabemos que o dinamismo do contexto escolar exige uma prática docente que se flexibilize diante dos desafios que surgem ao longo do ano letivo.

Assim, essa proposta tem o objetivo de nortear sua prática pedagógica de maneira que você possa adaptá-la à sua realidade escolar e ao projeto pedagógico desenvolvido na instituição de ensino em que leciona.

Caso considere oportuno apresentar os temas em outra ordenação, atente para os temas e os conceitos que são abordados em unidades precedentes e posteriores, suas ligações com os demais conteúdos e como isso pode interferir no andamento do projeto na seção *Interação*. Esse projeto, por sua vez, também pode ser executado em outro momento que julgue ser mais adequado à sua realidade escolar.

Você também pode complementar essa proposta esmiuçando os temas, os boxes e as seções que compõem os capítulos e as unidades e, ainda, os momentos previstos para as avaliações.

CONTEÚDO		PERÍODO		1º bimestre		2º bimestre		3º bimestre		4º bimestre	
				1º trimestre		2º trimestre		3º trimestre			
				1º semestre				2º semestre			
Unidade 1 Matéria: estrutura e classificação	Abertura de unidade										
	Capítulo 1: Constituição da matéria										
	Capítulo 2: Classificação periódica										
	Fechamento de unidade										
Unidade 2 Formação de substâncias	Abertura de unidade										
	Capítulo 1: Estados físicos e ligações químicas										
	Capítulo 2: Representações químicas										
	Fechamento de unidade										
Unidade 3 Aplicações das reações químicas	Abertura de unidade										
	Capítulo 1: Classificação das substâncias										
	Capítulo 2: A química das reações										
	Capítulo 3: Cinética química										
	Fechamento de unidade										
Unidade 4 Ondas	Abertura de unidade										
	Capítulo 1: Introdução ao estudo das ondas										
	Capítulo 2: Som										
	Capítulo 3: Luz										
	Fechamento de unidade										

CONTEÚDO		PERÍODO		1º bimestre		2º bimestre		3º bimestre		4º bimestre	
		1º trimestre		2º trimestre		3º trimestre					
		1º semestre				2º semestre					
Unidade 5 Magnetismo	Abertura de unidade										
	Capítulo 1: Magnetismo										
	Capítulo 2: Eletromagnetismo										
	Fechamento de unidade										
Unidade 6 Universo e Sistema Solar	Abertura de unidade										
	Capítulo 1: Astros no Universo										
	Capítulo 2: Um olhar para o Universo										
	Fechamento de unidade										
Unidade 7 Genética e hereditariedade	Abertura de unidade										
	Capítulo 1: Hereditariedade										
	Capítulo 2: O estudo da genética										
	Capítulo 3: Genética e tecnologia										
	Fechamento de unidade										
Unidade 8 Evolução	Abertura de unidade										
	Capítulo 1: Como os seres vivos surgem?										
	Capítulo 2: Evolução dos seres vivos										
	Capítulo 3: A evolução acontece										
	Fechamento de unidade										
Unidade 9 Conservação	Abertura de unidade										
	Capítulo 1: Biodiversidade										
	Capítulo 2: Estratégias de conservação										
	Fechamento de unidade										
Interação Plano de ações ambientais na escola											

QUADRO DE CONTEÚDOS DA COLEÇÃO

6º ANO

	CAPÍTULOS	CONTEÚDOS	OBJETO(S) DE CONHECIMENTO	HABILIDADE(S)
Unidade 1 – Terra em movimento	1. Rotação da Terra 2. Translação da Terra	<ul style="list-style-type: none"> Movimentos da Terra: rotação e translação Dias e noites Ano <p>VALOR Respeito às culturas</p> <p>PRÁTICAS DE CIÊNCIAS Construção de um gnômon e observação da mudança nas sombras</p> <p>CIÊNCIA DINÂMICA Evidências sobre a forma da Terra</p>	<ul style="list-style-type: none"> Forma, estrutura e movimentos da Terra 	<p>(EF06CI13) Selecionar argumentos e evidências que demonstrem a esfericidade da Terra.</p> <p>(EF06CI14) Inferir que as mudanças na sombra de uma vara (gnômon) ao longo do dia em diferentes períodos do ano são uma evidência dos movimentos relativos entre a Terra e o Sol, que podem ser explicados por meio dos movimentos de rotação e translação da Terra e da inclinação de seu eixo de rotação em relação ao plano de sua órbita em torno do Sol.</p>
Unidade 2 – Planeta Terra	1. Atmosfera 2. Hidrosfera 3. Geosfera	<ul style="list-style-type: none"> Atmosfera: definição, características e camadas Hidrosfera: corpos de água e ciclo da água Água doce, água salobra e água salgada Geosfera: crosta, manto e núcleo Transformação da crosta: erosão e intemperismo <p>VALOR Responsabilidade diante das próximas gerações</p> <p>PRÁTICAS DE CIÊNCIAS Modelo para investigar como se forma o caminho de um rio</p> <p>AMPLIANDO HORIZONTES Importância e preservação das áreas úmidas</p>	<ul style="list-style-type: none"> Forma, estrutura e movimentos da Terra 	<p>(EF06CI11) Identificar as diferentes camadas que estruturam o planeta Terra (da estrutura interna à atmosfera) e suas principais características.</p>
Unidade 3 – Rochas, minerais e solo	1. Minerais e rochas 2. Formação do solo	<ul style="list-style-type: none"> Minerais, rochas e ciclo das rochas Fósseis e períodos geológicos Minérios e mineração Solo: formação e características; decomposição <p>VALOR Respeito à natureza</p> <p>PRÁTICAS DE CIÊNCIAS Visita a um museu geológico para observação de amostras</p> <p>CIÊNCIA DINÂMICA Hipóteses e evidências sobre a idade da Terra.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Forma, estrutura e movimentos da Terra 	<p>(EF06CI12) Identificar diferentes tipos de rocha, relacionando a formação de fósseis a rochas sedimentares em diferentes períodos geológicos.</p>
Unidade 4 – Materiais	1. Propriedades dos materiais 2. Misturas e substâncias 3. Transformações de materiais	<ul style="list-style-type: none"> Propriedades gerais da matéria: massa e volume Propriedades específicas da matéria: densidade e solubilidade Estados físicos da matéria Misturas homogêneas e misturas heterogêneas Separação de misturas Transformações físicas e químicas Evidências de transformações químicas Materiais naturais e materiais sintéticos <p>VALOR Criatividade na solução de problemas</p> <p>PRÁTICAS DE CIÊNCIAS Construção de um filtro simples e teste de elementos filtrados</p> <p>AMPLIANDO HORIZONTES Transformações aplicadas ao reaproveitamento de resíduos</p>	<ul style="list-style-type: none"> Misturas homogêneas e heterogêneas Separação de materiais Materiais sintéticos Transformações químicas 	<p>(EF06CI01) Classificar como homogênea ou heterogênea a mistura de dois ou mais materiais (água e sal, água e óleo, água e areia etc.).</p> <p>(EF06CI02) Identificar evidências de transformações químicas a partir do resultado de misturas de materiais que originam produtos diferentes dos que foram misturados (mistura de ingredientes para fazer um bolo, mistura de vinagre com bicarbonato de sódio etc.).</p> <p>(EF06CI03) Selecionar métodos mais adequados para a separação de diferentes sistemas heterogêneos a partir da identificação de processos de separação de materiais (como a produção de sal de cozinha, a destilação de petróleo, entre outros).</p> <p>(EF06CI04) Associar a produção de medicamentos e outros materiais sintéticos ao desenvolvimento científico e tecnológico, reconhecendo benefícios e avaliando impactos socioambientais.</p>

	CAPÍTULOS	CONTEÚDOS	OBJETO(S) DE CONHECIMENTO	HABILIDADE(S)
Unidade 5 – Organismos	1. Características dos seres vivos 2. Grupos de seres vivos	<ul style="list-style-type: none"> Célula e tecidos celulares Características dos seres vivos Classificação biológica e grupos de seres vivos <p>VALOR Justiça – direito à educação</p> <p>PRÁTICAS DE CIÊNCIAS Pesquisa e construção de um modelo de célula</p> <p>CIÊNCIA DINÂMICA Aspectos históricos da classificação dos seres</p>	<ul style="list-style-type: none"> Célula como unidade da vida 	<p>(EF06CI05) Explicar a organização básica das células e seu papel como unidade estrutural e funcional dos seres vivos.</p> <p>(EF06CI06) Concluir, com base na análise de ilustrações e/ou modelos (físicos ou digitais), que os organismos são um complexo arranjo de sistemas com diferentes níveis de organização.</p>
Unidade 6 – Invertebrados	1. Os animais 2. Invertebrados mais complexos	<ul style="list-style-type: none"> Origem e diversidade dos animais Poríferos, cnidários, platelmintos e nematódeos Moluscos, anelídeos, artrópodes e equinodermos <p>VALOR Criatividade – desejo de saber</p> <p>PRÁTICAS DE CIÊNCIAS Estudo de campo e observação de invertebrados</p> <p>AMPLIANDO HORIZONTES O desejo de conhecer e as descobertas científicas</p> <p>CIÊNCIA DINÂMICA Trabalhos científicos sobre o sumiço das abelhas</p> <p>INVESTIGAR Pesquisa documental e de campo para identificar animais sinantrópicos</p>	<ul style="list-style-type: none"> Célula como unidade da vida Interação entre os sistemas locomotor e nervoso 	<p>(EF06CI06) Concluir, com base na análise de ilustrações e/ou modelos (físicos ou digitais), que os organismos são um complexo arranjo de sistemas com diferentes níveis de organização.</p> <p>(EF06CI09) Deduzir que a estrutura, a sustentação e a movimentação dos animais resultam da interação entre os sistemas muscular, ósseo e nervoso.</p>
Unidade 7 – Vertebrados	1. Peixes e anfíbios 2. Répteis e aves 3. Mamíferos	<ul style="list-style-type: none"> Cordados e protocordados Peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos <p>VALOR Responsabilidade diante de conflitos e dilemas morais</p> <p>PRÁTICAS DE CIÊNCIAS Atividade de campo de identificação de aves com base no canto de cada uma delas</p> <p>AMPLIANDO HORIZONTES Questões éticas relacionadas à manutenção de animais em zoológicos</p>	<ul style="list-style-type: none"> Célula como unidade da vida Interação entre os sistemas locomotor e nervoso 	<p>(EF06CI06) Concluir, com base na análise de ilustrações e/ou modelos (físicos ou digitais), que os organismos são um complexo arranjo de sistemas com diferentes níveis de organização.</p> <p>(EF06CI09) Deduzir que a estrutura, a sustentação e a movimentação dos animais resultam da interação entre os sistemas muscular, ósseo e nervoso.</p>
Unidade 8 – Locomoção humana	1. Sistema esquelético 2. Sistema muscular 3. Movimento e saúde	<ul style="list-style-type: none"> Sistema esquelético, estrutura e função dos ossos; articulações Tecido muscular e tipos de músculo Movimentos voluntários e movimentos involuntários Atividade física e saúde <p>VALOR Responsabilidade diante das regras sociais</p> <p>PRÁTICAS DE CIÊNCIAS Construção de modelo de articulação e observação do mecanismo de ação dos músculos</p> <p>AMPLIANDO HORIZONTES Respeito às regras de acessibilidade</p>	<ul style="list-style-type: none"> Célula como unidade da vida Interação entre os sistemas locomotor e nervoso 	<p>(EF06CI06) Concluir, com base na análise de ilustrações e/ou modelos (físicos ou digitais), que os organismos são um complexo arranjo de sistemas com diferentes níveis de organização.</p> <p>(EF06CI07) Justificar o papel do sistema nervoso na coordenação das ações motoras e sensoriais do corpo, com base na análise de suas estruturas básicas e respectivas funções.</p> <p>(EF06CI09) Deduzir que a estrutura, a sustentação e a movimentação dos animais resultam da interação entre os sistemas muscular, ósseo e nervoso.</p>

	CAPÍTULOS	CONTEÚDOS	OBJETO(S) DE CONHECIMENTO	HABILIDADE(S)
Unidade 9 – Coordenação do corpo	1. Organização do sistema nervoso 2. Funcionamento do sistema nervoso 3. Sistema sensorial	<ul style="list-style-type: none"> Sistema nervoso e células do sistema nervoso Ações voluntárias e ações involuntárias Saúde do sistema nervoso e ação das drogas Sentidos, distúrbios da visão e lentes corretivas <p>VALOR Respeito a nós mesmos</p> <p>PRÁTICAS DE CIÊNCIAS Experimento com a percepção tátil</p> <p>CIÊNCIA DINÂMICA Revisão e questionamento de dados pela ciência</p> <p>INVESTIGAR Pesquisa bibliográfica e entrevista sobre direitos das pessoas com deficiência e acessibilidade</p>	<ul style="list-style-type: none"> Interação entre os sistemas locomotor e nervoso Lentes corretivas 	<p>(EF06CI05) Explicar a organização básica das células e seu papel como unidade estrutural e funcional dos seres vivos.</p> <p>(EF06CI06) Concluir, com base na análise de ilustrações e/ou modelos (físicos ou digitais), que os organismos são um complexo arranjo de sistemas com diferentes níveis de organização.</p> <p>(EF06CI07) Justificar o papel do sistema nervoso na coordenação das ações motoras e sensoriais do corpo, com base na análise de suas estruturas básicas e respectivas funções.</p> <p>(EF06CI08) Explicar a importância da visão (captação e interpretação das imagens) na interação do organismo com o meio e, com base no funcionamento do olho humano, selecionar lentes adequadas para a correção de diferentes defeitos da visão.</p> <p>(EF06CI10) Explicar como o funcionamento do sistema nervoso pode ser afetado por substâncias psicoativas.</p>
	Interação – Composteira na escola	<ul style="list-style-type: none"> Decomposição Seres decompositores Formação do solo <p>VALOR Responsabilidade diante das próximas gerações</p>	<ul style="list-style-type: none"> Transformações químicas 	<p>(EF06CI02) Identificar evidências de transformações químicas a partir do resultado de misturas de materiais que originam produtos diferentes dos que foram misturados (mistura de ingredientes para fazer um bolo, mistura de vinagre com bicarbonato de sódio etc.).</p>

7º ANO

	CAPÍTULOS	CONTEÚDOS	OBJETO(S) DE CONHECIMENTO	HABILIDADE(S)
Unidade 1 – Movimentos, forças e máquinas	1. Movimentos 2. Forças 3. Máquinas	<ul style="list-style-type: none"> Movimento: referencial, trajetória, deslocamento e velocidade Movimento uniforme (MU) e movimento uniformemente variado (MUV) Aceleração Sistemas de forças Leis de Newton (primeira, segunda e terceira leis) e suas aplicações Máquinas simples e máquinas compostas <p>VALOR Justiça – direito à dignidade</p> <p>PRÁTICAS DE CIÊNCIAS Estudo das alavancas Pensamento computacional</p> <p>AMPLIANDO HORIZONTES Impacto da automação sobre os empregos</p>	<ul style="list-style-type: none"> Máquinas simples História dos combustíveis e das máquinas térmicas 	<p>(EF07CI01) Discutir a aplicação, ao longo da história, das máquinas simples e propor soluções e invenções para a realização de tarefas mecânicas cotidianas.</p> <p>(EF07CI05) Discutir o uso de diferentes tipos de combustível e máquinas térmicas ao longo do tempo, para avaliar avanços, questões econômicas e problemas socioambientais causados pela produção e uso desses materiais e máquinas.</p> <p>(EF07CI06) Discutir e avaliar mudanças econômicas, culturais e sociais, tanto na vida cotidiana quanto no mundo do trabalho, decorrentes do desenvolvimento de novos materiais e tecnologias (como automação e informatização).</p> <p>(EF07CI11) Analisar historicamente o uso da tecnologia, incluindo a digital, nas diferentes dimensões da vida humana, considerando indicadores ambientais e de qualidade de vida.</p>

	CAPÍTULOS	CONTEÚDOS	OBJETO(S) DE CONHECIMENTO	HABILIDADE(S)
Unidade 2 – Temperatura e calor	1. Energia térmica 2. Propagação e efeitos do calor	<ul style="list-style-type: none"> Sensação térmica, temperatura e calor Escalas termométricas Propagação do calor Equilíbrio térmico <p>VALOR Criatividade – curiosidade, solução de problemas</p> <p>PRÁTICAS DE CIÊNCIAS Construção do termômetro de Galileu e coleta de dados Experimento e observação da dilatação térmica</p> <p>CIÊNCIA DINÂMICA Evolução do conceito de calor</p> <p>INVESTIGAR Pesquisa e construção de um modelo de motor a vapor</p>	<ul style="list-style-type: none"> Formas de propagação do calor 	<p>(EF07CI02) Diferenciar temperatura, calor e sensação térmica nas diferentes situações de equilíbrio termodinâmico cotidianas.</p> <p>(EF07CI03) Utilizar o conhecimento das formas de propagação do calor para justificar a utilização de determinados materiais (condutores e isolantes) na vida cotidiana, explicar o princípio de funcionamento de alguns equipamentos (garrafa térmica, coletor solar etc.) e/ou construir soluções tecnológicas a partir desse conhecimento.</p> <p>(EF07CI04) Avaliar o papel do equilíbrio termodinâmico para a manutenção da vida na Terra, para o funcionamento de máquinas térmicas e em outras situações cotidianas.</p>
Unidade 3 – Geodinâmica	1. Formação da Terra 2. Planeta dinâmico	<ul style="list-style-type: none"> Litosfera e tectônica de placas Montanhas, vulcões, terremotos e <i>tsunamis</i> <p>VALOR Solidariedade com as vítimas de desastres naturais</p> <p>PRÁTICAS DE CIÊNCIAS Modelo de movimentação de placas</p> <p>AMPLIANDO HORIZONTES Refugiados de catástrofes naturais</p>	<ul style="list-style-type: none"> Fenômenos naturais e impactos ambientais Fenômenos naturais (vulcões, terremotos e <i>tsunamis</i>) Placas tectônicas e deriva continental 	<p>(EF07CI08) Avaliar como os impactos provocados por catástrofes naturais ou mudanças nos componentes físicos, biológicos ou sociais de um ecossistema afetam suas populações, podendo ameaçar ou provocar a extinção de espécies, alteração de hábitos, migração etc.</p> <p>(EF07CI15) Interpretar fenômenos naturais (como vulcões, terremotos e <i>tsunamis</i>) e justificar a rara ocorrência desses fenômenos no Brasil, com base no modelo das placas tectônicas.</p> <p>(EF07CI16) Justificar o formato das costas brasileira e africana com base na teoria da deriva dos continentes.</p>
Unidade 4 – Ar e atmosfera	1. Ar e seres vivos 2. Poluição do ar 3. Mudanças na atmosfera	<ul style="list-style-type: none"> Ar e composição da atmosfera Trocas gasosas dos seres vivos Poluentes, poluição do ar Alterações na atmosfera, efeito estufa, aquecimento global e camada de ozônio <p>VALOR Honestidade – recusa à fraude e ao engano intencional</p> <p>PRÁTICAS DE CIÊNCIAS Investigação sobre a composição do ar</p> <p>CIÊNCIA DINÂMICA Controvérsia sobre as causas do aquecimento global</p>	<ul style="list-style-type: none"> Equilíbrio termodinâmico e vida na Terra Fenômenos naturais e impactos ambientais Composição do ar Efeito estufa Camada de ozônio 	<p>(EF07CI04) Avaliar o papel do equilíbrio termodinâmico para a manutenção da vida na Terra, para o funcionamento de máquinas térmicas e em outras situações cotidianas.</p> <p>(EF07CI11) Analisar historicamente o uso da tecnologia, incluindo a digital, nas diferentes dimensões da vida humana, considerando indicadores ambientais e de qualidade de vida.</p> <p>(EF07CI12) Demonstrar que o ar é uma mistura de gases, identificando sua composição, e discutir fenômenos naturais ou antrópicos que podem alterar essa composição.</p> <p>(EF07CI13) Descrever o mecanismo natural do efeito estufa, seu papel fundamental para o desenvolvimento da vida na Terra, discutir as ações humanas responsáveis pelo seu aumento artificial (queima dos combustíveis fósseis, desmatamento, queimadas etc.) e selecionar e implementar propostas para a reversão ou controle desse quadro.</p> <p>(EF07CI14) Justificar a importância da camada de ozônio para a vida na Terra, identificando os fatores que aumentam ou diminuem sua presença na atmosfera, e discutir propostas individuais e coletivas para sua preservação.</p>
Unidade 5 – Os seres vivos e o ambiente	1. Os sistemas ecológicos e o ambiente 2. Grandes ambientes terrestres	<ul style="list-style-type: none"> Sistemas ecológicos, componentes do ambiente e habitat Biomassas terrestres <p>VALOR Responsabilidade diante das próximas gerações</p> <p>PRÁTICAS DE CIÊNCIAS Construção de um diorama para representar relações entre organismos</p> <p>CIÊNCIA DINÂMICA Evolução da ciência aplicada à conservação</p>	<ul style="list-style-type: none"> Diversidade de ecossistemas 	

	CAPÍTULOS	CONTEÚDOS	OBJETO(S) DE CONHECIMENTO	HABILIDADE(S)
Unidade 6 – Ambientes do Brasil	1. Cerrado, floresta Amazônica e Pantanal 2. Mata Atlântica, Caatinga e Pampa 3. Ecossistemas aquáticos	<ul style="list-style-type: none"> Características dos biomas brasileiros Ameaças aos biomas brasileiros VALOR Respeito às culturas PRÁTICAS DE CIÊNCIAS Reconhecer padrões nos ambientes como base para classificá-los AMPLIANDO HORIZONTES Conhecimentos e valores relacionados ao modo de vida caiçara	<ul style="list-style-type: none"> Diversidade de ecossistemas 	(EF07CI07) Caracterizar os principais ecossistemas brasileiros quanto à paisagem, à quantidade de água, ao tipo de solo, à disponibilidade de luz solar, à temperatura etc., correlacionando essas características à flora e fauna específicas.
Unidade 7 – Ecologia	1. O que a ecologia estuda 2. Relações ecológicas 3. Matéria e energia nos ecossistemas	<ul style="list-style-type: none"> Conceitos da ecologia Relações ecológicas Cadeia e teia alimentar VALOR Respeito a todas as formas de vida PRÁTICAS DE CIÊNCIAS Teste de condições na germinação de sementes CIÊNCIA DINÂMICA Implicações do desenvolvimento tecnológico nos ecossistemas (uso do DDT)	<ul style="list-style-type: none"> Fenômenos naturais e impactos ambientais 	(EF07CI08) Avaliar como os impactos provocados por catástrofes naturais ou mudanças nos componentes físicos, biológicos ou sociais de um ecossistema afetam suas populações, podendo ameaçar ou provocar a extinção de espécies, alteração de hábitos, migração etc.
Unidade 8 – Funcionamento do corpo humano	1. Sistema respiratório 2. Sistema digestório 3. Sistema circulatório 4. Sistema urinário	<ul style="list-style-type: none"> Estrutura e função dos sistemas respiratório, digestório, circulatório e urinário Nutrientes VALOR Solidariedade com pessoas que têm doenças graves PRÁTICAS DE CIÊNCIAS Análise e interpretação de um exame de urina AMPLIANDO HORIZONTES Importância da doação de órgãos	<ul style="list-style-type: none"> Composição do ar 	(EF07CI12) Demonstrar que o ar é uma mistura de gases, identificando sua composição, e discutir fenômenos naturais ou antrópicos que podem alterar essa composição.
Unidade 9 – Saúde individual e coletiva	1. Diversidade de organismos e saúde 2. Sistemas de defesa do corpo humano 3. Ações para a saúde coletiva	<ul style="list-style-type: none"> Organismos causadores de doenças Sistemas linfático e imunitário Vacinas e soros Saneamento básico e saúde VALOR Justiça – direito à saúde PRÁTICAS DE CIÊNCIAS Experimento para testar a presença de microrganismos em diferentes locais Construção de instrumento para visualizar microrganismos na água AMPLIANDO HORIZONTES Doenças negligenciadas INVESTIGAR Condições de saneamento básico local	<ul style="list-style-type: none"> Fenômenos naturais e impactos ambientais Programas e indicadores de saúde pública 	(EF07CI09) Interpretar as condições de saúde da comunidade, cidade ou estado, com base na análise e comparação de indicadores de saúde (como taxa de mortalidade infantil, cobertura de saneamento básico e incidência de doenças de veiculação hídrica, atmosférica[,] entre outras) e dos resultados de políticas públicas destinadas à saúde. (EF07CI10) Argumentar sobre a importância da vacinação para a saúde pública, com base em informações sobre a maneira como a vacina atua no organismo e o papel histórico da vacinação para a manutenção da saúde individual e coletiva e para a erradicação de doenças.
Interação – Todos pela redução de emissões de gás carbônico		<ul style="list-style-type: none"> Alterações na atmosfera terrestre VALOR Responsabilidade diante das próximas gerações	<ul style="list-style-type: none"> Efeito estufa Fenômenos naturais (vulcões, terremotos e tsunamis) 	(EF07CI13) Descrever o mecanismo natural do efeito estufa, seu papel fundamental para o desenvolvimento da vida na Terra, discutir as ações humanas responsáveis pelo seu aumento artificial (queima dos combustíveis fósseis, desmatamento, queimadas etc.) e selecionar e implementar propostas para a reversão ou controle desse quadro.

8º ANO

	CAPÍTULOS	CONTEÚDOS	OBJETO(S) DE CONHECIMENTO	HABILIDADE(S)
Unidade 1 – Movimentos da Terra e da Lua	<ol style="list-style-type: none"> Movimentos da Terra Movimentos da Lua 	<ul style="list-style-type: none"> Rotação e ciclo circadiano Translação e ciclo anual Estações do ano Lua e seus movimentos de rotação e de translação Fases da Lua e eclipses <p>VALOR Respeito às culturas</p> <p>PRÁTICAS DE CIÊNCIAS Modelo para estudo da distribuição da radiação solar na Terra Modelo para simular e estudar as fases da Lua</p> <p>AMPLIANDO HORIZONTES Conhecimentos indígenas sobre os fenômenos astronômicos</p>	<ul style="list-style-type: none"> Sistema Sol, Terra e Lua 	<p>(EF08CI12) Justificar, por meio da construção de modelos e da observação da Lua no céu, a ocorrência das fases da lua e dos eclipses, com base nas posições relativas entre Sol, Terra e Lua.</p> <p>(EF08CI13) Representar os movimentos de rotação e translação da Terra e analisar o papel da inclinação do eixo de rotação da Terra em relação à sua órbita na ocorrência das estações do ano, com a utilização de modelos tridimensionais.</p> <p>(EF08CI14) Relacionar climas regionais aos padrões de circulação atmosférica e oceânica e ao aquecimento desigual causado pela forma e pelos movimentos da Terra.</p>
Unidade 2 – Clima e meteorologia	<ol style="list-style-type: none"> Clima e tempo Mudanças climáticas 	<ul style="list-style-type: none"> Principais zonas climáticas da Terra Formação de ventos e circulação de massas de ar Meteorologia Mudanças climáticas <p>VALOR Responsabilidade diante das próximas gerações</p> <p>PRÁTICAS DE CIÊNCIAS Análise de gráficos Análise e identificação de <i>fake news</i></p> <p>AMPLIANDO HORIZONTES Iniciativas para o controle do aquecimento global</p> <p>INVESTIGAR Instrumentos meteorológicos e análise de dados</p>	<ul style="list-style-type: none"> Clima 	<p>(EF08CI14) Relacionar climas regionais aos padrões de circulação atmosférica e oceânica e ao aquecimento desigual causado pela forma e pelos movimentos da Terra.</p> <p>(EF08CI15) Identificar as principais variáveis envolvidas na previsão do tempo e simular situações nas quais elas possam ser medidas.</p> <p>(EF08CI16) Discutir iniciativas que contribuam para restabelecer o equilíbrio ambiental a partir da identificação de alterações climáticas regionais e globais provocadas pela intervenção humana.</p>
Unidade 3 – Energia	<ol style="list-style-type: none"> Formas de energia Transformação e conservação de energia 	<ul style="list-style-type: none"> Formas de energia Princípio da conservação de energia Transformações de energia <p>VALOR Honestidade – recusa à fraude</p> <p>PRÁTICA DE CIÊNCIAS Simulador para investigar a transformação de energia</p> <p>CIÊNCIA DINÂMICA Processo de construção do conceito de energia</p>	<ul style="list-style-type: none"> Fontes e tipos de energia Transformação de energia 	<p>(EF08CI01) Identificar e classificar diferentes fontes (renováveis e não renováveis) e tipos de energia utilizados em residências, comunidades ou cidades.</p> <p>(EF08CI03) Classificar equipamentos elétricos residenciais (chuveiro, ferro, lâmpadas, TV, rádio, geladeira etc.) de acordo com o tipo de transformação de energia (da energia elétrica para a térmica, luminosa, sonora e mecânica, por exemplo).</p>
Unidade 4 – Produção e consumo de energia	<ol style="list-style-type: none"> Fontes de energia Geração de energia elétrica 	<ul style="list-style-type: none"> Fontes renováveis e fontes não renováveis Combustíveis Usinas geradoras e panorama energético do Brasil <p>VALOR Respeito à natureza</p> <p>PRÁTICAS DE CIÊNCIAS Construção de um aquecedor solar</p> <p>AMPLIANDO HORIZONTES Iniciativas para a produção de energia limpa</p>	<ul style="list-style-type: none"> Fontes e tipos de energia Transformação de energia Uso consciente de energia elétrica 	<p>(EF08CI01) Identificar e classificar diferentes fontes (renováveis e não renováveis) e tipos de energia utilizados em residências, comunidades ou cidades.</p> <p>(EF08CI06) Discutir e avaliar usinas de geração de energia elétrica (termelétricas, hidrelétricas, eólicas etc.), suas semelhanças e diferenças, seus impactos socioambientais, e como essa energia chega e é usada em sua cidade, comunidade, casa ou escola.</p>

	CAPÍTULOS	CONTEÚDOS	OBJETO(S) DE CONHECIMENTO	HABILIDADE(S)
Unidade 5 – Energia elétrica	1. Eletricidade 2. Eletricidade em movimento	<ul style="list-style-type: none"> • Eletricidade e fenômenos elétricos • Condutores e isolantes, corrente elétrica, diferença de potencial, resistência elétrica e potência elétrica • Circuitos elétricos <p>VALOR Justiça – direito à igualdade</p> <p>PRÁTICAS DE CIÊNCIAS Construção de eletroscópio e observação de eletricidade estática Construção e investigação de um circuito elétrico</p> <p>CIÊNCIA DINÂMICA Disputas envolvendo a padronização da rede elétrica</p> <p>INVESTIGAR Investigar e calcular o consumo de equipamentos elétricos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Transformação de energia • Cálculo de consumo de energia elétrica • Circuitos elétricos • Uso consciente de energia elétrica 	<p>(EF08CI02) Construir circuitos elétricos com pilha/bateria, fios e lâmpada ou outros dispositivos e compará-los a circuitos elétricos residenciais.</p> <p>(EF08CI04) Calcular o consumo de eletrodomésticos a partir dos dados de potência (descritos no próprio equipamento) e tempo médio de uso para avaliar o impacto de cada equipamento no consumo doméstico mensal.</p> <p>(EF08CI05) Propor ações coletivas para otimizar o uso de energia elétrica em sua escola e/ou comunidade, com base na seleção de equipamentos segundo critérios de sustentabilidade (consumo de energia e eficiência energética) e hábitos de consumo responsável.</p>
Unidade 6 – Reprodução vegetal	1. Reprodução dos organismos 2. Algas e plantas sem sementes 3. Plantas com sementes	<ul style="list-style-type: none"> • Reprodução assexuada e reprodução sexuada • Algas • Evolução das plantas • Reprodução e diversidade de briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas • Órgãos vegetativos <p>VALOR Responsabilidade diante das próximas gerações</p> <p>PRÁTICAS DE CIÊNCIAS Observação de protalos de samambaia Análise de frutos e de sementes</p> <p>AMPLIANDO HORIZONTES Plantas, alimentação humana e uso de agrotóxicos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mecanismos reprodutivos 	<p>(EF08CI07) Comparar diferentes processos reprodutivos em plantas e animais em relação aos mecanismos adaptativos e evolutivos.</p>
Unidade 7 – Reprodução animal	1. Reprodução em invertebrados 2. Reprodução em vertebrados	<ul style="list-style-type: none"> • Reprodução em invertebrados • Reprodução em vertebrados <p>VALOR Criatividade na solução de problemas.</p> <p>PRÁTICAS DE CIÊNCIAS Pesquisa sobre ciclo reprodutivo e contágio de verminoses</p> <p>CIÊNCIA DINÂMICA Importância da comunicação e da troca de informações entre pesquisadores</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mecanismos reprodutivos 	<p>(EF08CI07) Comparar diferentes processos reprodutivos em plantas e animais em relação aos mecanismos adaptativos e evolutivos.</p>
Unidade 8 – Reprodução humana	1. Adolescência e sistema genital 2. Reprodução	<ul style="list-style-type: none"> • Adolescência e puberdade • Sistemas genitais masculino e feminino • Gravidez e fecundação • Desenvolvimento do bebê • Parto <p>VALOR Solidariedade com pessoas que se sentem frágeis e indefesas</p> <p>PRÁTICAS DE CIÊNCIAS Entrevista e análise de informação sobre concepções a respeito da adolescência</p> <p>CIÊNCIA DINÂMICA Mudanças de práticas relacionadas ao parto</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mecanismos reprodutivos 	<p>(EF08CI08) Analisar e explicar as transformações que ocorrem na puberdade considerando a atuação dos hormônios sexuais e do sistema nervoso.</p>

	CAPÍTULOS	CONTEÚDOS	OBJETO(S) DE CONHECIMENTO	HABILIDADE(S)
Unidade 9 – Saúde e sexualidade	1. Métodos anticoncepcionais e ISTs 2. Sexualidade e responsabilidade	<ul style="list-style-type: none"> Gravidez e ISTs Métodos anticoncepcionais Gravidez na adolescência Sexualidade <p>VALOR Respeito a nós mesmos</p> <p>PRÁTICAS DE CIÊNCIAS Debate sobre o papel da escola no combate à homofobia</p> <p>AMPLIANDO HORIZONTES Comportamentos de risco na adolescência</p>	<ul style="list-style-type: none"> Mecanismos reprodutivos Sexualidade 	<p>(EF08CI09) Comparar o modo de ação e a eficácia dos diversos métodos contraceptivos e justificar a necessidade de compartilhar a responsabilidade na escolha e na utilização do método mais adequado à prevenção da gravidez precoce e indesejada e de Doenças Sexualmente Transmissíveis (DST).</p> <p>(EF08CI10) Identificar os principais sintomas, modos de transmissão e tratamento de algumas DST (com ênfase na AIDS), e discutir estratégias e métodos de prevenção.</p> <p>(EF08CI11) Selecionar argumentos que evidenciem as múltiplas dimensões da sexualidade humana (biológica, sociocultural, afetiva e ética).</p>
Interação – Árvores nativas: plante essa ideia		<ul style="list-style-type: none"> Reprodução de plantas Condições atmosféricas <p>VALOR Respeito à natureza</p>	<ul style="list-style-type: none"> Mecanismos reprodutivos Clima 	<p>(EF08CI07) Comparar diferentes processos reprodutivos em plantas e animais em relação aos mecanismos adaptativos e evolutivos.</p> <p>(EF08CI16) Discutir iniciativas que contribuam para restabelecer o equilíbrio ambiental a partir da identificação de alterações climáticas regionais e globais provocadas pela intervenção humana.</p>

9º ANO

	CAPÍTULOS	CONTEÚDOS	OBJETO(S) DE CONHECIMENTO	HABILIDADE(S)
Unidade 1 – Matéria: estrutura e classificação	1. Constituição da matéria 2. Classificação periódica	<ul style="list-style-type: none"> Modelos atômicos: Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr Periodicidade e classificação dos elementos <p>VALOR Criatividade – curiosidade, solução de problemas</p> <p>PRÁTICAS DE CIÊNCIAS Pesquisa e construção de uma Tabela Periódica</p> <p>CIÊNCIA DINÂMICA Representação das substâncias</p> <p>INVESTIGAR Uso de modelos na ciência</p>	<ul style="list-style-type: none"> Estrutura da matéria Aspectos quantitativos das transformações químicas 	<p>(EF09CI03) Identificar modelos que descrevem a estrutura da matéria (constituição do átomo e composição de moléculas simples) e reconhecer sua evolução histórica.</p>
Unidade 2 – Formação de substâncias	1. Estados físicos e ligações químicas 2. Representações químicas	<ul style="list-style-type: none"> Modelo microscópico para os estados físicos da matéria e as mudanças de estado físico Íons: cátions e ânions Ligações químicas Representação das substâncias e das reações químicas Conservação das massas e lei das proporções definidas Equações químicas e balanceamento Tipos de reação <p>VALOR Responsabilidade diante do consumo</p> <p>PRÁTICAS DE CIÊNCIAS Princípio de conservação das massas</p> <p>CIÊNCIA DINÂMICA Reações químicas ao longo do tempo</p>	<ul style="list-style-type: none"> Estrutura da matéria Aspectos quantitativos das transformações químicas 	<p>(EF09CI01) Investigar as mudanças de estado físico da matéria e explicar essas transformações com base no modelo de constituição submicroscópica.</p> <p>(EF09CI02) Comparar quantidades de reagentes e produtos envolvidos em transformações químicas, estabelecendo a proporção entre as suas massas.</p>

	CAPÍTULOS	CONTEÚDOS	OBJETO(S) DE CONHECIMENTO	HABILIDADE(S)
Unidade 3 – Aplicações das reações químicas	1. Classificação das substâncias 2. A química das reações 3. Cinética química	<ul style="list-style-type: none"> Ácidos, bases, sais e óxidos Reações químicas de importância comercial Classificação e rapidez das reações químicas <p>VALOR Respeito às culturas</p> <p>PRÁTICAS DE CIÊNCIAS Uso de indicador ácido-base para classificar soluções Construção de modelo para estudar a chuva ácida</p> <p>AMPLIANDO HORIZONTES Conhecimentos tradicionais e produção de corantes</p>	<ul style="list-style-type: none"> Estrutura da matéria Aspectos quantitativos das transformações químicas 	(EF09CI02) Comparar quantidades de reagentes e produtos envolvidos em transformações químicas, estabelecendo a proporção entre as suas massas.
Unidade 4 – Ondas	1. Introdução ao estudo das ondas 2. Som 3. Luz	<ul style="list-style-type: none"> Características das ondas Ondas mecânicas e ondas eletromagnéticas Características do som Fala e audição Propagação da luz e interação com a matéria <p>VALOR Solidariedade com pessoas com algum tipo de limitação</p> <p>PRÁTICAS DE CIÊNCIAS Investigação sobre a propagação de ondas sonoras Experimentos com mistura de luz e composição de cores</p> <p>CIÊNCIA DINÂMICA Descobertas sobre a natureza da luz</p>	<ul style="list-style-type: none"> Radiações e suas aplicações na saúde 	<p>(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.</p> <p>(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.</p>
Unidade 5 – Magnetismo	1. Magnetismo 2. Eletromagnetismo	<ul style="list-style-type: none"> Ímãs, campo magnético e linhas de campo Bússolas Eletróimã Aplicações do eletromagnetismo <p>VALOR Justiça – direito à igualdade</p> <p>PRÁTICAS DE CIÊNCIAS Construção de modelo de bússola Construção de modelo de motor elétrico</p> <p>AMPLIANDO HORIZONTES Acesso à tecnologia voltada à saúde</p>	<ul style="list-style-type: none"> Estrutura da matéria Radiações e suas aplicações na saúde 	<p>(EF09CI05) Investigar os principais mecanismos envolvidos na transmissão e recepção de imagem e som que revolucionaram os sistemas de comunicação humana.</p> <p>(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 <i>laser</i>, infravermelho, ultravioleta etc.).</p>
Unidade 6 – Universo e Sistema Solar	1. Astros no Universo 2. Um olhar para o Universo	<ul style="list-style-type: none"> Universo, corpos celestes, Sistema Solar e galáxias Astronomia Origem do Universo: explicações mitológicas e explicações científicas Exploração espacial <p>VALOR Criatividade – desejo de saber</p> <p>PRÁTICAS DE CIÊNCIAS Construção e análise de modelo para estudar tamanhos e distâncias no Sistema Solar</p> <p>CIÊNCIA DINÂMICA Corrida espacial e suas implicações científicas, tecnológicas e armamentistas</p> <p>INVESTIGAR Pesquisa e debate sobre a sobrevivência humana fora da Terra e viagens interplanetárias e interestelares</p>	<ul style="list-style-type: none"> Composição, estrutura e localização do Sistema Solar no Universo Astronomia e cultura Vida humana fora da Terra Ordem de grandeza astronômica Evolução estelar 	<p>(EF09CI14) Descrever a composição e a estrutura do Sistema Solar (Sol, planetas rochosos, planetas 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).</p> <p>(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.).</p> <p>(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.</p> <p>(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.</p>

	CAPÍTULOS	CONTEÚDOS	OBJETO(S) DE CONHECIMENTO	HABILIDADE(S)
Unidade 7 – Genética e hereditariedade	<ol style="list-style-type: none"> Hereditariedade O estudo da genética Genética e tecnologia 	<ul style="list-style-type: none"> Herança biológica, material genético (DNA) e gene Genótipo e fenótipo Divisão celular: mitose e meiose Hereditogramas e cruzamentos Genética mendeliana; relações de dominância Biotecnologia <p>VALOR Respeito aos outros</p> <p>PRÁTICAS DE CIÊNCIAS Teste para entender a herança biológica</p> <p>AMPLIANDO HORIZONTES Impactos da biopirataria</p>	<ul style="list-style-type: none"> Hereditariedade 	<p>(EF09CI08) Associar os gametas à transmissão das características hereditárias, estabelecendo relações entre ancestrais e descendentes.</p> <p>(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.</p>
Unidade 8 – Evolução	<ol style="list-style-type: none"> Como os seres vivos surgem? Evolução dos seres vivos A evolução acontece 	<ul style="list-style-type: none"> Biogênese, geração espontânea e hipóteses sobre a origem da vida Lamarquismo, darwinismo e a teoria sintética da evolução Evidências da evolução; evolução humana <p>VALOR Justiça – direito à educação</p> <p>PRÁTICAS DE CIÊNCIAS Leitura e análise de fontes primárias sobre ideias evolucionistas</p> <p>AMPLIANDO HORIZONTES Direito à educação formal</p>	<ul style="list-style-type: none"> Ideias evolucionistas 	<p>(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.</p> <p>(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.</p>
Unidade 9 – Conservação	<ol style="list-style-type: none"> Biodiversidade Estratégias de conservação 	<ul style="list-style-type: none"> Biodiversidade e ameaças à perda da biodiversidade Unidades de Conservação e comunidades humanas <p>VALOR Responsabilidade diante das próximas gerações</p> <p>PRÁTICAS DE CIÊNCIAS Pesquisa de campo: biodiversidade e alimentação</p> <p>CIÊNCIA DINÂMICA Revolução Verde e agroflorestas</p>	<ul style="list-style-type: none"> Preservação da biodiversidade 	<p>(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.</p> <p>(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.</p>
Interação – Plano de ações ambientais na escola		<ul style="list-style-type: none"> Ameaças à biodiversidade Conservação <p>VALOR Responsabilidade diante das próximas gerações</p>	<ul style="list-style-type: none"> Preservação da biodiversidade 	<p>(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.</p>

O FORMATO DO MANUAL DO PROFESSOR

O Manual do Professor é constituído de duas páginas introdutórias antes do início de cada unidade do Livro do Estudante, seguidas da reprodução reduzida da respectiva unidade. Ao redor dessa reprodução, nas colunas laterais e na parte inferior das páginas, estão orientações didáticas e outros conteúdos ao professor. Esse formato facilita a análise e a integração dos conteúdos ao professor, uma vez que eles estão situados, de forma contextualizada, próximo aos textos, às imagens, às atividades e aos demais recursos presentes no livro didático.

O manual também fornece suporte teórico à prática docente por meio de fragmentos de textos de apoio diversos, indicações de fontes adicionais, orientações de diversas naturezas, atividades complementares, entre outros materiais. Além disso, conta com seções que visam explicitar a relação dos conteúdos das unidades com as habilidades e as competências definidas na BNCC.

Conheça, a seguir, as seções que compõem este manual.

Objetivos e Justificativa
Objetivos explicita os objetivos de aprendizagem a serem desenvolvidos em cada capítulo que compõe a unidade – e na seção *Investigar*, caso esteja presente. *Justificativa* traz a fundamentação pertinente a esses objetivos.

Sobre a unidade
Um texto introdutório apresenta e comenta o tema desenvolvido na unidade, sua relação com os objetivos, a justificativa e os demais conteúdos da coleção, bem como sua relevância na vida dos estudantes. Também estabelece relação com as competências e as habilidades da BNCC.

Objetivos e Justificativa

Objetivos

Capítulo 1 - Introdução e estudo das ondas

- Compreender o conceito de onda e a propagação de energia entre suas principais características.
- Compreender algumas propriedades das ondas.
- Analisar o espectro eletromagnético, considerando os diferentes tipos das ondas eletromagnéticas.
- Relacionar unidades mecânicas com o transporte de energia mecânica.
- Perceber a importância de ser cuidados com pessoas com algum tipo de limitação.

Capítulo 2 - Som

- Compreender que a onda sonora é uma onda mecânica.
- Diferenciar ultrassom de infrassom.
- Compreender que a intensidade, o nível e a altura de uma onda sonora.
- Perceber que a poluição sonora pode causar problemas de saúde.
- Entender que as características das ondas sonoras por meio de experimento.

Capítulo 3 - Luz

- Perceber a luz como uma onda eletromagnética.
- Identificar que princípios de propagação da luz.
- Analisar fenômenos ópticos conhecidos: reflexão, refração, dispersão e absorção.
- Identificar que a luz é uma onda eletromagnética.
- Perceber o desenvolvimento científico como um processo contínuo em que diversas pessoas colaboram para o conhecimento científico.

Justificativa

O capítulo 1 tem dois aspectos introdutórios: conceitual e algumas propriedades das ondas e contextualiza-as por meio de exemplos práticos do cotidiano, a fim de contribuir para que os estudantes reconheçam a relevância das ondas. O capítulo 2 trata sobre as ondas a partir da luz, desde as ondas sonoras e suas características, passando aos ultrassons, por exemplo, que relacionam a intensidade da energia das ondas em relação da poluição sonora na saúde das pessoas. Por fim, o capítulo 3 destaca o fenômeno da luz como onda eletromagnética e aborda as principais ideias que a luz se propaga, possibilitando aos estudantes compreender a importância desse fenômeno e sua importância social. Ao realizar experimentos históricos associados ao estudo da luz, os estudantes poderão reconhecer a importância da colaboração humana na produção científica.

Sobre a unidade

Os princípios físicos estudados nesta unidade estão relacionados às diferentes formas de onda e contextualiza-as por meio de exemplos práticos do cotidiano, a fim de contribuir para que os estudantes reconheçam a relevância das ondas. O desenvolvimento de algumas habilidades no cotidiano, como as formas de ondas, em contextos cotidianos e em situações, também aparece das ondas. O capítulo aborda a compreensão de algumas ideias na justificativa, ao analisar as ondas, as ondas mecânicas e as eletromagnéticas, as aplicações tecnológicas relacionadas ao conhecimento e respeito às ondas. A unidade também trata da relação das ondas sonoras com a nossa comunicação e aplicação como as parafusadas, em uma perspectiva que envolve as ondas e o sistema nervoso. Isso possibilita uma abordagem sobre o impacto da poluição sonora no ambiente e no sistema nervoso. Isso possibilita uma abordagem sobre o impacto da poluição sonora no ambiente e no sistema nervoso.

Mapa da unidade

Capítulo	Habilidades	Competências	BNCC
1 - Introdução e estudo das ondas	EF02NE01, EF02NE02, EF02NE03, EF02NE04, EF02NE05, EF02NE06, EF02NE07, EF02NE08, EF02NE09, EF02NE10, EF02NE11, EF02NE12, EF02NE13, EF02NE14, EF02NE15, EF02NE16, EF02NE17, EF02NE18, EF02NE19, EF02NE20, EF02NE21, EF02NE22, EF02NE23, EF02NE24, EF02NE25, EF02NE26, EF02NE27, EF02NE28, EF02NE29, EF02NE30, EF02NE31, EF02NE32, EF02NE33, EF02NE34, EF02NE35, EF02NE36, EF02NE37, EF02NE38, EF02NE39, EF02NE40, EF02NE41, EF02NE42, EF02NE43, EF02NE44, EF02NE45, EF02NE46, EF02NE47, EF02NE48, EF02NE49, EF02NE50, EF02NE51, EF02NE52, EF02NE53, EF02NE54, EF02NE55, EF02NE56, EF02NE57, EF02NE58, EF02NE59, EF02NE60, EF02NE61, EF02NE62, EF02NE63, EF02NE64, EF02NE65, EF02NE66, EF02NE67, EF02NE68, EF02NE69, EF02NE70, EF02NE71, EF02NE72, EF02NE73, EF02NE74, EF02NE75, EF02NE76, EF02NE77, EF02NE78, EF02NE79, EF02NE80, EF02NE81, EF02NE82, EF02NE83, EF02NE84, EF02NE85, EF02NE86, EF02NE87, EF02NE88, EF02NE89, EF02NE90, EF02NE91, EF02NE92, EF02NE93, EF02NE94, EF02NE95, EF02NE96, EF02NE97, EF02NE98, EF02NE99, EF02NE100	EF02NE01, EF02NE02, EF02NE03, EF02NE04, EF02NE05, EF02NE06, EF02NE07, EF02NE08, EF02NE09, EF02NE10, EF02NE11, EF02NE12, EF02NE13, EF02NE14, EF02NE15, EF02NE16, EF02NE17, EF02NE18, EF02NE19, EF02NE20, EF02NE21, EF02NE22, EF02NE23, EF02NE24, EF02NE25, EF02NE26, EF02NE27, EF02NE28, EF02NE29, EF02NE30, EF02NE31, EF02NE32, EF02NE33, EF02NE34, EF02NE35, EF02NE36, EF02NE37, EF02NE38, EF02NE39, EF02NE40, EF02NE41, EF02NE42, EF02NE43, EF02NE44, EF02NE45, EF02NE46, EF02NE47, EF02NE48, EF02NE49, EF02NE50, EF02NE51, EF02NE52, EF02NE53, EF02NE54, EF02NE55, EF02NE56, EF02NE57, EF02NE58, EF02NE59, EF02NE60, EF02NE61, EF02NE62, EF02NE63, EF02NE64, EF02NE65, EF02NE66, EF02NE67, EF02NE68, EF02NE69, EF02NE70, EF02NE71, EF02NE72, EF02NE73, EF02NE74, EF02NE75, EF02NE76, EF02NE77, EF02NE78, EF02NE79, EF02NE80, EF02NE81, EF02NE82, EF02NE83, EF02NE84, EF02NE85, EF02NE86, EF02NE87, EF02NE88, EF02NE89, EF02NE90, EF02NE91, EF02NE92, EF02NE93, EF02NE94, EF02NE95, EF02NE96, EF02NE97, EF02NE98, EF02NE99, EF02NE100	EF02NE01, EF02NE02, EF02NE03, EF02NE04, EF02NE05, EF02NE06, EF02NE07, EF02NE08, EF02NE09, EF02NE10, EF02NE11, EF02NE12, EF02NE13, EF02NE14, EF02NE15, EF02NE16, EF02NE17, EF02NE18, EF02NE19, EF02NE20, EF02NE21, EF02NE22, EF02NE23, EF02NE24, EF02NE25, EF02NE26, EF02NE27, EF02NE28, EF02NE29, EF02NE30, EF02NE31, EF02NE32, EF02NE33, EF02NE34, EF02NE35, EF02NE36, EF02NE37, EF02NE38, EF02NE39, EF02NE40, EF02NE41, EF02NE42, EF02NE43, EF02NE44, EF02NE45, EF02NE46, EF02NE47, EF02NE48, EF02NE49, EF02NE50, EF02NE51, EF02NE52, EF02NE53, EF02NE54, EF02NE55, EF02NE56, EF02NE57, EF02NE58, EF02NE59, EF02NE60, EF02NE61, EF02NE62, EF02NE63, EF02NE64, EF02NE65, EF02NE66, EF02NE67, EF02NE68, EF02NE69, EF02NE70, EF02NE71, EF02NE72, EF02NE73, EF02NE74, EF02NE75, EF02NE76, EF02NE77, EF02NE78, EF02NE79, EF02NE80, EF02NE81, EF02NE82, EF02NE83, EF02NE84, EF02NE85, EF02NE86, EF02NE87, EF02NE88, EF02NE89, EF02NE90, EF02NE91, EF02NE92, EF02NE93, EF02NE94, EF02NE95, EF02NE96, EF02NE97, EF02NE98, EF02NE99, EF02NE100

UNIDADE 7

GENÉTICA E HEREDITARIEDADE

A genética é a ciência que estuda a hereditariedade, ou seja, a transmissão de características de uma geração para outra. Nesta unidade, você vai ver que faz os indivíduos compartilharem semelhanças e, ao mesmo tempo, que se tornam únicos. Também vai conhecer exemplos históricos que ajudaram a compreender os mecanismos da hereditariedade e algumas aplicações da genética.

Primeiras ideias

1. Hereditário é aquilo que pode ser herdado biologicamente dos pais para os filhos.

2. Hereditário é aquilo que pode ser herdado geneticamente dos pais para os filhos.

3. Hereditário é aquilo que pode ser herdado por meio de genes.

4. Hereditário é aquilo que pode ser herdado por meio de cromossomos.

5. Hereditário é aquilo que pode ser herdado por meio de moléculas de DNA.

6. Hereditário é aquilo que pode ser herdado por meio de células.

7. Hereditário é aquilo que pode ser herdado por meio de organismos.

8. Hereditário é aquilo que pode ser herdado por meio de populações.

9. Hereditário é aquilo que pode ser herdado por meio de espécies.

10. Hereditário é aquilo que pode ser herdado por meio de ecossistemas.

11. Hereditário é aquilo que pode ser herdado por meio de biomas.

12. Hereditário é aquilo que pode ser herdado por meio de biosferas.

13. Hereditário é aquilo que pode ser herdado por meio de planetas.

14. Hereditário é aquilo que pode ser herdado por meio de galáxias.

15. Hereditário é aquilo que pode ser herdado por meio de universos.

Primeiras ideias
Traz orientações didáticas sobre as questões da seção *Primeiras ideias*.

Respostas e comentários
Apresenta eventuais complementos às respostas de atividades propostas no Livro do Estudante.

Letras e sons

1. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

2. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

3. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

4. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

5. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

6. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

7. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

8. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

9. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

10. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

11. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

12. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

13. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

14. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

15. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

16. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

17. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

18. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

19. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

20. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

21. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

22. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

23. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

24. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

25. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

26. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

27. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

28. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

29. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

30. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

31. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

32. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

33. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

34. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

35. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

36. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

37. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

38. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

39. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

40. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

41. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

42. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

43. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

44. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

45. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

46. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

47. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

48. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

49. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

50. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

51. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

52. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

53. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

54. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

55. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

56. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

57. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

58. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

59. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

60. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

61. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

62. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

63. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

64. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

65. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

66. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

67. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

68. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

69. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

70. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

71. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

72. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

73. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

74. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

75. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

76. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

77. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

78. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

79. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

80. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

81. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

82. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

83. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

84. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

85. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

86. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

87. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

88. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

89. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

90. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

91. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

92. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

93. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

94. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

95. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

96. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

97. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

98. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

99. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

100. O som é produzido pela vibração das partículas de um corpo elástico.

Valor
O ícone sinaliza o valor trabalhado naquele momento e sobre o qual os estudantes vão refletir.

Habilidades desenvolvidas no capítulo ou na seção
Menciona as habilidades da BNCC relacionadas ao conteúdo a ser estudado. Também está presente na seção *Investigar*.

HABILIDADES DESENVOLVIDAS NO CAPÍTULO

EF03CI02 Comparar quantidade de matéria em sistemas fechados e estabelecer a conservação de massa em fenômenos físicos e químicos.

HABILIDADES DESENVOLVIDAS NA SEÇÃO

- Avaliar o impacto ambiental, considerando os recursos naturais disponíveis e os impactos da atividade humana.
- Avaliar o impacto ambiental, considerando os recursos naturais disponíveis e os impactos da atividade humana.

CONTÊÚDO

3 CINÉTICA QUÍMICA

CONCEITO

COMO OCORREM AS REAÇÕES

As reações químicas ocorrem em velocidades diferentes, dependendo das condições em que são realizadas. Algumas são muito rápidas, outras são muito lentas. A velocidade de uma reação química é medida em termos de variação da concentração dos reagentes ou produtos por unidade de tempo.

A PARTIR DOS REAÇÕES QUÍMICAS

As reações químicas ocorrem em velocidades diferentes, dependendo das condições em que são realizadas. Algumas são muito rápidas, outras são muito lentas. A velocidade de uma reação química é medida em termos de variação da concentração dos reagentes ou produtos por unidade de tempo.

HABILIDADES DESENVOLVIDAS NA SEÇÃO

- Avaliar o impacto ambiental, considerando os recursos naturais disponíveis e os impactos da atividade humana.
- Avaliar o impacto ambiental, considerando os recursos naturais disponíveis e os impactos da atividade humana.

Orientações didáticas
Apresenta orientações para a abordagem e o encaminhamento dos conteúdos, das seções ou das atividades propostas.

INVESTIGAR

Proposta de atividade para ser realizada em sala de aula, com o objetivo de desenvolver habilidades específicas.

EXERCÍCIOS

Exercícios para serem realizados pelos estudantes, visando a consolidação dos conhecimentos.

EXERCÍCIO PROPOSTO

Exercício proposto para ser realizado em sala de aula, com o objetivo de desenvolver habilidades específicas.

(In)formação
Apresenta textos que podem ampliar a formação do professor ou subsidiar o trabalho com temas específicos.

Atividade complementar
Proposta de atividade extra para ser realizada com os estudantes.

ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NA SEÇÃO

EF03CI02 Comparar quantidade de matéria em sistemas fechados e estabelecer a conservação de massa em fenômenos físicos e químicos.

HABILIDADES DESENVOLVIDAS NA SEÇÃO

- Avaliar o impacto ambiental, considerando os recursos naturais disponíveis e os impactos da atividade humana.
- Avaliar o impacto ambiental, considerando os recursos naturais disponíveis e os impactos da atividade humana.

Estratégias de apoio
Nas páginas de atividades do Livro do Estudante, são apresentadas sugestões de abordagens para apoiar os estudantes com eventuais dificuldades.

ATIVIDADES INTEGRADAS

Atividades integradas que abordam múltiplos conteúdos de forma interdisciplinar.

ATIVIDADES

Atividades para serem realizadas pelos estudantes, visando a consolidação dos conhecimentos.

EXERCÍCIOS

Exercícios para serem realizados pelos estudantes, visando a consolidação dos conhecimentos.

De olho na Base
Indica e comenta a habilidade ou a competência da BNCC que está relacionada ao conteúdo da página.

Proposta de um cronograma de trabalho, com a indicação do número de aulas a serem utilizadas para a realização do projeto.

INTERAÇÃO

PLANO DE AÇÕES AMBIENTAIS NA ESCOLA

Plano de ações ambientais para ser realizado em sala de aula, com o objetivo de desenvolver habilidades específicas.

HABILIDADES DESENVOLVIDAS E OBJETIVO DA SEÇÃO

EF03CI02 Comparar quantidade de matéria em sistemas fechados e estabelecer a conservação de massa em fenômenos físicos e químicos.

Habilidades desenvolvidas e objetivos da seção
Menciona as seções a serem desenvolvidas e as habilidades da BNCC relacionadas ao tema abordado na seção *Interação*.

Outras fontes
Indicações de sites, filmes, livros e de outras fontes de consulta para o professor.

BIBLIOGRAFIA COMENTADA

ARAÚJO, U.; ARANTES, V.; PINHEIRO, V. *Projetos de vida: fundamentos psicológicos, éticos e práticas educacionais*. São Paulo: Summus Editorial, 2020.

Escrito por pesquisadores brasileiros que são referência no tema, o livro reúne os principais aspectos teóricos e práticos relacionados à construção de projetos de vida.

BACHELARD, G. *A epistemologia*. Lisboa: Edições Setenta, 2006.

O livro traz uma compilação de algumas das principais ideias do filósofo francês Gaston Bachelard a respeito das relações entre filosofia e ciência.

BACICH, L.; MORAN, J. (org.). *Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática*. Porto Alegre: Penso, 2018.

A obra analisa por que e para que usar metodologias ativas, cujo foco é a participação efetiva dos estudantes na construção do conhecimento e no desenvolvimento de competências.

BERNI, V. L.; ROSO, A. A adolescência na perspectiva da psicologia social crítica. *Psicologia & Sociedade*, v. 26, n. 1, abr. 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/psoc/a/vQrgynH9BHggw3M5kXnHjmm/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 30 maio 2022.

Com base em elementos da psicologia social crítica e da teoria das representações sociais, as autoras desse artigo propõem pensar a adolescência como um processo ou como um “dever” – termo que traz a possibilidade de “vir a ser”, “tornar-se”, “transformar-se”, “metamorfosar-se” –, sem fronteiras delimitadas que a separem da infância.

BRACKMANN, C. P. *Desenvolvimento do pensamento computacional através de atividades desplugadas na Educação Básica*. 2017. Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/172208>. Acesso em: 30 maio 2022.

O autor trata do pensamento computacional como uma abordagem de ensino que utiliza técnicas oriundas da ciência da computação e como um conjunto de competências de solução de problemas a ser compreendidas por uma nova geração de estudantes, em conjunto com as competências do século XXI.

BRASIL. *Lei n. 8609, de 13 de julho de 1990*. Dispõe sobre o Estatuto da Criança e do Adolescente e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 1990. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8069.htm. Acesso em: 30 maio 2022.

Esse é o principal documento que descreve os direitos e os deveres de crianças e jovens no Brasil.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). *Matriz de referência de Ciências da Natureza do Saeb*. Brasília: Inep, 2020. Disponível em: https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/avaliacoes_e_exames_da_educacao_basica/matriz_de_referencia_de_ciencias_da_natureza_do_saeb.pdf. Acesso em: 30 maio 2022.

O documento apresenta os eixos de conhecimento e os eixos cognitivos avaliados pelo Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb) de Ciências da Natureza.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). *Matriz de referência Enem*. Brasília: Inep, 2009. Disponível em: https://download.inep.gov.br/download/enem/matriz_referencia.pdf. Acesso em: 30 maio 2022. A matriz de referência do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) apresenta as competências e as habilidades requeridas pelo exame do governo federal que avalia o desempenho individual dos estudantes e possibilita o ingresso a diversas instituições de Ensino Superior.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). *OECD Pisa 2015 – Programa Internacional de Avaliação de Estudantes: matriz de avaliação de Ciências*. Tradução: Lenice Medeiros. Brasília: Inep, 2015. Disponível em: https://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/marcos_referenciais/2015/matriz_de_ciencias_PISA_2015.pdf. Acesso em: 30 maio 2022.

Nesse documento, é possível conhecer a matriz de avaliação de Ciências do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa).

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Base nacional comum curricular: educação é a base*. Brasília: MEC/SEB, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 30 maio 2022.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os estudantes devem desenvolver ao longo da Educação Básica.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. *Diretrizes curriculares nacionais gerais da Educação Básica*. Brasília: MEC/SEB/Dicei, 2013.

Também de caráter normativo, o documento determina as diretrizes para orientar a organização, a articulação, o desenvolvimento e a avaliação de propostas pedagógicas para a Educação Básica.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Temas contemporâneos transversais na BNCC: proposta de práticas de implementação*. Brasília: MEC/SEB, 2019. Disponível em: http://base.nacionalcomum.mec.gov.br/images/implementacao/guia_pratico_temas_contemporaneos.pdf. Acesso em: 30 maio 2022.

O documento trata dos temas contemporâneos transversais, a complexidade de sua abordagem intra, inter e transdisciplinar e a integração de modelos por meio de projetos.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Conselho Nacional de Educação. *Diretrizes curriculares nacionais para o Ensino Fundamental de 9 (nove) anos*. Parecer CNE/CEB n. 11/2010. Brasília: CNE/CEB/MEC, 2010.

As DCN orientam o planejamento curricular das instituições e dos sistemas de ensino, norteando currículos e conteúdos mínimos para a Educação Básica.

BRUNER, J. S. *O processo da educação*. 3. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1973.

Defensor da reforma dos currículos, o autor mostra nesse livro que os conceitos básicos das ciências e das humanidades podem ser ensinados às crianças desde muito cedo.

CENTRO DE INOVAÇÃO PARA A EDUCAÇÃO BRASILEIRA (Cieb). *Currículo de referência em tecnologia e computação: da Educação Infantil ao Ensino Fundamental*. São Paulo: Cieb, 2018. Disponível em: https://curriculo.cieb.net.br/assets/docs/Curriculo_de_Referencia_em_Tecnologia_e_Computacao.pdf. Acesso em: 30 maio 2022.

O documento traz uma descrição do currículo de referência em tecnologia e computação e uma proposta curricular alinhada à BNCC, com ênfase nessas áreas.

COLL, C. *Psicologia e currículo: uma aproximação psicopedagógica à elaboração do currículo escolar*. São Paulo: Ática, 2000.

Esse livro apresenta um modelo de projeto curricular que pode orientar a elaboração de propostas curriculares, abordando desde as relações entre aprendizagem, desenvolvimento e educação até as funções do currículo no planejamento de ensino.

COSTA, A. Quatro questões sobre a noção de competências na formação de professores: o caso brasileiro. *Revista Educação*, São Paulo, Segmento, v. 12, ed. 2, p. 95-106, 2004.

O artigo visa promover uma reflexão a respeito das competências profissionais com enfoque no campo educacional, defendendo a ideia de que as competências não são passíveis de neutralidade, já que são uma construção social.

CRUZ, C. H. C. *Competências e habilidades: da proposta à prática*. São Paulo: Loyola, 2001.

O livro traz subsídios pedagógicos simples e práticos para que os professores construam situações-problema em que os estudantes possam aplicar seus conhecimentos, utilizando competências e habilidades nessas ações.

DAYRELL, J.; CARRANO, P. Juventude e Ensino Médio: quem é este aluno que chega à escola. In: DAYRELL, J.; CARRANO, P.; MAIA, C. L. (org.). *Juventude e Ensino Médio: sujeitos e currículos em diálogo*. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2014. p. 101-133.

O artigo trata do currículo como um caminho para equilibrar saberes relevantes e projeto de vida, sem simplificar a experiência escolar, o que possibilita uma interlocução com os universos do trabalho, das tecnologias, da cultura, das artes e das ciências.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*. São Paulo: Cortez, 2009.

Além de discutir o papel do ensino de Ciências na formação cultural dos estudantes, esse livro apresenta exemplos de programação e de atividades em sala de aula para subsidiar a prática docente na área de Ciências da Natureza.

FIORIN, J. L. *As astúcias da enunciação: as categorias de pessoa, espaço e tempo*. 3. ed. São Paulo: Ática, 2016. Por meio da apresentação e da análise de exemplos diversos, o autor descreve e investiga como as categorias de pessoa, espaço e tempo são manifestadas no discurso e quais os efeitos de sentido que nele engendram.

FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia*. São Paulo: Paz e Terra, 2005.

Nessa obra clássica, o autor reflete, com base no amor revolucionário e no rigor crítico, sobre o que o ato de ensinar exige de educadores e educandos.

GARDNER, H. *Inteligências múltiplas: a teoria na prática*. Porto Alegre: Artmed, 1995.

O autor apresenta nesse livro as ideias fundamentais que podem revolucionar a forma de entender a inteligência humana e as possibilidades de aplicá-las na educação, em especial nas escolas em que a aprendizagem seja pensada para além do estudo superficial de conteúdos, visando ao ensino para a compreensão.

GROVER, S.; PEA, R. Computational thinking in K-12: a review of the state of the field. *Educational Researcher*, v. 42, n. 1, p. 38-43, 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/258134754_Computational_Thinking_in_K-12_A_Review_of_the_State_of_the_Field. Acesso em: 30 maio 2022.

O artigo, em inglês, reúne relatos de professores dos anos finais do Ensino Fundamental que participaram de um curso de formação continuada do Programa Norte-rio-grandense de Pensamento Computacional (Pensa RNI). Essa experiência permitiu que esses professores adotassem novas estratégias de ensino, elaborando e aplicando práticas educativas integradas ao pensamento computacional em escolas da rede pública.

LIMA, E. C. de S. *Algumas questões sobre o desenvolvimento do ser humano e a aquisição de conhecimentos na escola: currículo básico para a escola pública do Estado do Paraná*. 3. ed. Curitiba: Secretaria de Estado da Educação, 2003. Essa obra foi desenvolvida com base na análise e na reflexão sobre a prática docente que tem como meta uma sociedade mais justa, em que todos podem ter acesso ao conhecimento e dele se apropriar.

LOPES, A. C. *Políticas de integração curricular*. Rio de Janeiro: Eduerj, 2008.

Nesse livro, o autor analisa a política de organização de currículos com base na história do pensamento curricular e procura esclarecer por que as reformas educacionais e a integração curricular estão tão presentes nas discussões atuais sobre currículo escolar.

LUCKESI, C. *Avaliação da aprendizagem escolar: estudos e proposições*. 22. ed. São Paulo: Cortez, 2018.

O livro apresenta estudos sobre a avaliação da aprendizagem escolar, bem como proposições para torná-la mais viável e construtiva para estudantes e professores.

MACHADO, N. J. *Conhecimento e valor*. São Paulo: Moderna, 2004.

Nesse livro, o autor reuniu ensaios que tratam da relação entre conhecimento e valor, em que as desigualdades sociais e o papel da educação são colocados em debate.

MORAN, J. *A importância de construir projetos de vida na educação*. Disponível em: <http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2017/10/vida.pdf>. Acesso em: 30 maio 2022.

Nesse artigo de divulgação científica, o autor apresenta algumas perspectivas para o diálogo sobre a área de projeto de vida.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE (Opas). *Folha informativa sobre covid-19*. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/covid19>. Acesso em: 30 maio 2022.

O site apresenta diversos materiais sobre a pandemia de covid-19, como documentos técnicos e científicos, vídeos sobre medidas preventivas e o desenvolvimento de vacinas, perguntas e respostas sobre a doença, além de notícias sobre a doença.

PERRENOUD, P. *Dez novas competências para ensinar*. Porto Alegre: Artmed, 2000.

Nessa obra, o sociólogo suíço enfatiza o desenvolvimento de competências para enfrentar os desafios da educação. A organização, a administração e o desenvolvimento da aprendizagem, a utilização de novas tecnologias, o trabalho em equipe e a participação na administração da escola são alguns dos temas abordados.

PIAGET, J. *Psicologia e pedagogia*. 9. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2008.

Nessa obra, que é resultado de quarenta anos de pesquisas sobre novos métodos psicológicos aplicados à pedagogia, o autor demonstra as falhas da pedagogia tradicional e retrata a história das tentativas mais importantes que vêm sendo feitas nessa área há mais de meio século.

ROSENBERG, M. *Comunicação não violenta: técnicas para aprimorar relacionamentos pessoais e profissionais*. 5. ed. São Paulo: Ágora, 2021.

Obra do fundador da comunicação não violenta, que cresceu em um bairro turbulento de Detroit, nos Estados Unidos, e, também por isso, se interessou por novas formas de comunicação, para criar alternativas pacíficas de diálogo que amenizassem o clima de violência com o qual convivera.

WAAL, F. de. *A era da empatia: lições da natureza para uma sociedade mais gentil*. São Paulo: Companhia das Letras, 2009.

Tomando por base estudos realizados com macacos-prego e chimpanzés, o autor mostra, nessa obra, como diversos animais, incluindo os seres humanos, estabeleceram ao longo da evolução uma tendência à empatia, à capacidade de se colocar no lugar do outro.

ZABALA, A. *As relações interpessoais em sala de aula: o papel dos professores e dos alunos*. In: ZABALA, A. *A prática educativa: como ensinar*. Porto Alegre: Artmed, 1998.

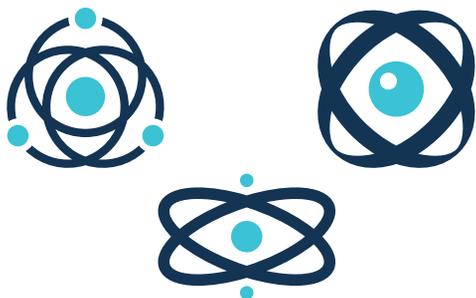
O autor aborda propostas para melhorar a prática educativa.

21 perguntas e respostas sobre *bullying*. *Nova Escola*, 1º ago. 2009. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/336/bullying-escola>. Acesso em: 30 maio 2022. Nesse artigo, especialistas respondem a 21 perguntas sobre *bullying* e ainda apresentam dicas práticas sobre como combater situações de violência sistêmica na sala de aula.

ATIVIDADES DE PREPARAÇÃO PARA EXAMES DE LARGA ESCALA

Questão 1

Um profissional de *design* foi contratado para elaborar um logotipo para uma indústria química. A seguir, estão as opções de logotipo que ele produziu.



pne/Shutterstock.com/ID/BR

Observando as ilustrações, pode-se afirmar que, para criá-las, o profissional se inspirou no modelo atômico de:

- a) Dalton.
- b) Thomson.
- c) Rutherford.
- d) Bohr.
- e) Schrödinger.

Questão 2

Observe as ilustrações a seguir.



VERMELHO
SAIS DE ESTRÔNCIO
Nitrato de estrôncio
Carbonato de estrôncio
Sulfato de estrôncio



LARANJA
SAIS DE CÁLCIO
Carbonato de cálcio
Cloreto de cálcio
Sulfato de cálcio



AMARELO
SAIS DE SÓDIO
Nitrato de sódio
Oxalato de sódio
Criolita



VERDE
SAIS DE BÁRIO
Nitrato de bário
Carbonato de bário
Cloreto de bário



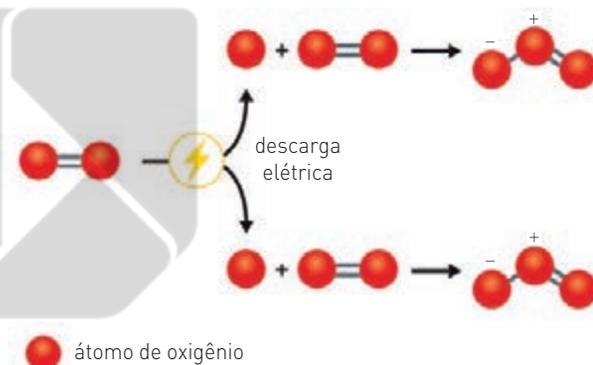
AZUL
SAIS DE COBRE
Cloreto de cobre (I)
Carbonato de cobre (II)

A alternativa que apresenta a fórmula química de sais que produziriam fogos de artifício nas cores laranja, amarela e verde, respectivamente, é:

- a) CaCO_3 , Na_2NO_3 , BaCl .
- b) CaCl_2 , NaNO_3 , BaCl_2 .
- c) NaCl , CaCO_3 , Ba_2Cl .
- d) KCl , NaO , BaCl_2 .
- e) CaCl , NaCl , Ba_2Cl .

Questão 3

Em dias de tempestade, descargas elétricas podem fazer com que gases da atmosfera sofram transformações. Uma dessas transformações ocorridas em grandes altitudes está esquematizada a seguir.



Reinaldo Vignatti/ID/BR

O produto dessa reação química é um gás que pode ser carregado por raios em direção à superfície, criando um odor conhecido por todos como prenúncio de chuva. O responsável por esse cheiro característico é:

- a) o gás oxigênio, uma substância molecular cuja fórmula é O_3 .
- b) o oxigênio, um átomo cujo símbolo é O.
- c) o gás ozônio, principal componente da camada de ozônio.
- d) o gás oxigênio, indispensável para a sobrevivência dos seres vivos aeróbios do planeta Terra.
- e) o gás oxigênio, também chamado de gás ozônio.

Questão 4

Leia o texto e responda ao que se pede.

Plástico degradável por reações químicas já é realidade

[...]

Os plásticos são misturas de compostos formados

por polímeros, que podem gerar produtos com diferentes consistências [...]. Esses materiais permitiram que a sociedade se adaptasse ao crescimento industrial e [...] [possibilitaram], por exemplo, que mercadorias fossem transportadas com maior facilidade. Porém, a grande quantidade de plásticos na natureza se tornou um obstáculo [...].

[...]

[...] é possível, através de determinados ácidos ou pela ação da luz, descompactar os compostos formadores do plástico, o que permite que ele volte ao seu estado inicial, ou seja, uma matéria-prima. O procedimento funciona com a inserção de certas substâncias nos compostos, que induzem uma reação química capaz de destruir as ligações entre moléculas e degradar o material. [...] o método é possível apenas para alguns tipos de plástico, como as espumas de poliuretano, usadas em colchões e assentos de carros; já aqueles que compõem garrafas e sacolas não fazem parte do grupo.

Plástico degradável por reações químicas já é realidade. *Jornal da USP*, 27 set. 2018. Disponível em: <https://jornal.usp.br/?p=198330>. Acesso em: 25 maio 2022.

O texto traz informações sobre uma pesquisa brasileira para a degradação de plásticos. Com base nessas informações e em seus conhecimentos sobre reações químicas, é possível afirmar que:

- a) a grande quantidade de plásticos na natureza não tem relação com o crescimento industrial.
- b) o método utilizado pelos pesquisadores brasileiros funciona com todos os tipos de plástico.
- c) uma reação química não permite que um material volte ao seu estado inicial.
- d) as reações químicas são processos nos quais ocorre a transformação dos reagentes iniciais em produtos finais.
- e) determinados ácidos conseguem reagir com plásticos em uma reação conhecida como neutralização.

O texto a seguir se refere às questões **5** e **6**.

Existem centenas de receitas caseiras com potencial para substituir produtos de limpeza industrializados. Na maioria delas, são necessários apenas ingredientes de baixo custo, fáceis de ser encontrados e pouco agressivos à pele e aos tecidos. Um exemplo de receita caseira que promete retirar manchas de maquiagem das roupas é esta: Misture água e vinagre em partes iguais; aplique a mistura na região manchada e deixe agir por cerca de 40 minutos; em seguida, lave a roupa como de costume.

Questão 5

Qual das alternativas apresenta o procedimento que permite retirar manchas de maquiagem de uma peça de roupa em menos tempo?

- a) Misturar água e vinagre na proporção 2 : 1.
- b) Utilizar água gelada, mantendo a proporção dos ingredientes.
- c) Adicionar o dobro de água e o dobro de vinagre.
- d) Utilizar água a 60 °C e misturar água e vinagre na proporção 1 : 1.
- e) Utilizar 2 partes de água a 60 °C para 3 partes de vinagre.

Questão 6

O vinagre utilizado na receita para retirar manchas de maquiagem contém, em sua composição, uma substância que pode ser classificada como um ácido.

As substâncias ácidas:

- I. têm poder corrosivo.
- II. reagem com bases, neutralizando-as.
- III. interagem com água, formando o íon H⁺.

Das proposições apresentadas, qual(is) se refere(m) a características dos ácidos?

- a) Somente a I.
- b) I e II.
- c) Somente a II.
- d) II e III.
- e) I, II e III.

O texto a seguir se refere às questões **7** e **8**.

As ondas sonoras são ondas mecânicas que transportam energia sonora (som). Os sons são captados pelas orelhas e interpretados no encéfalo. No entanto, a frequência de ondas sonoras audível aos seres humanos varia entre 20 Hz e 20 000 Hz. As ondas com frequência abaixo de 20 Hz são chamadas de infrassons; as ondas com frequência acima de 20 000 Hz são chamadas de ultrassons.

Questão 7

Indique a alternativa que descreve corretamente uma das propriedades das ondas sonoras.

- a) A intensidade sonora tem relação com o “volume” do som, ou seja, se esse volume é alto ou baixo.
- b) O timbre permite distinguir os sons graves dos agudos.
- c) A altura depende da fonte sonora e permite, por exemplo, distinguir os sons emitidos por dois instrumentos musicais diferentes.

- d) O timbre tem relação com o “volume” do som, ou seja, se esse volume é alto ou baixo.
- e) A intensidade sonora permite distinguir os sons graves dos agudos.

Questão 8

Ondas de ultrassom são utilizadas na medicina para realizar exames que geram imagens do interior do corpo por meio da captura e da decodificação dessas ondas. Essas imagens podem mostrar, por exemplo, se há algum tipo de lesão em algum órgão. Entre outras aplicações do ultrassom, podem ser citados(as):

- a) os fornos de micro-ondas, que permitem aquecer e cozinhar alimentos.
- b) as estações de rádio, que possibilitam, por exemplo, a comunicação entre os astronautas e os centros de controle na Terra.
- c) os aparelhos de radiografia, que também produzem imagens internas do corpo.
- d) os aparelhos de telefone celular, que permitem várias formas de comunicação, informação e entretenimento.
- e) os sonares, aparelhos utilizados em embarcações para localizar objetos no fundo dos oceanos.

Questão 9

Atualmente, o ser humano conhece dois tipos de ondas: as mecânicas, como o som, e as eletromagnéticas, que compõem o espectro eletromagnético. Nesse espectro, encontram-se todas as radiações conhecidas. Como todas as ondas, as eletromagnéticas também são caracterizadas por sua frequência, medida em hertz (Hz), e por seu comprimento de onda, medido em metro (m). Todas as ondas (ou radiações) eletromagnéticas se propagam com a mesma velocidade, a da luz, que é 300 000 000 m/s ou $3 \cdot 10^8$ m/s.

Veja, na tabela, os nomes das radiações eletromagnéticas com as respectivas frequências.

Radiação	Frequência (em Hz)
Raios gama	10^{19} a 10^{24}
Ultravioleta	$8 \cdot 10^{14}$ a 10^{17}
Infravermelho	10^{11} a 10^{14}
Micro-ondas	10^8 a 10^{12}
Ondas de rádio e TV	10^4 a 10^{10}

Raios X	10^{15} a 10^{20}
Radiação visível	$4 \cdot 10^{14}$ a $8 \cdot 10^{14}$

Fontes de pesquisa: O espectro eletromagnético. Instituto de Física – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/oei/cgu/espec/intro.htm>; Jane Gregorio-Hetem; Vera Jatenco-Pereira. Radiação eletromagnética. Em: Jane Gregorio-Hetem; Vera Jatenco-Pereira. *Fundamentos de astronomia*. São Paulo: Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, 2010. Disponível em: <http://www.astro.iag.usp.br/~jane/aga215/apostila/cap04.pdf>. Acessos em: 22 maio 2022.

Assinale a alternativa que apresenta as radiações em ordem crescente de frequência.

- a) Raios gama, ultravioleta, infravermelho, micro-ondas, ondas de rádio e TV, raios X e radiação visível.
- b) Ondas de rádio e TV, micro-ondas, infravermelho, radiação visível, ultravioleta, raios X e raios gama.
- c) Radiação visível, ultravioleta, ondas de rádio e TV, micro-ondas, raios X, infravermelho e raios gama.
- d) Raios X, raios gama, ondas de rádio e TV, radiação visível, infravermelho, ultravioleta e micro-ondas.
- e) Ultravioleta, infravermelho, radiação visível, ondas de rádio e TV, raios gama, micro-ondas e raios X.

Questão 10

Sobre os trens de levitação magnética, pode-se afirmar que:

- a) seu funcionamento depende da formação de um campo elétrico entre o trem e os trilhos.
- b) são compostos de ímãs que são atraídos pelo campo magnético formado pelos trilhos.
- c) se movimentam devido ao campo magnético formado nos trilhos e nas paredes dos trilhos.
- d) a polaridade do campo magnético formado nos trilhos muda constantemente, por isso os trens permanecem levitando.
- e) podem atingir altas velocidades por causa da força de repulsão exercida pelo campo magnético.

Questão 11

Doeu muito ter sido chutado do clube dos planetas principais em 2006 – fui rebaixado ao posto de mero planeta-anão. Eu orbito o Sol de frente ao meu irmão gêmeo Caronte. Lá de longe, o Sol parece um bobão e só uma mixaria do calor que ele emite alcança nossos mundos congelados. Algumas vezes beliscamos a órbita de Netuno e, a cada 20 anos, chegamos mais perto do Sol.

Dan Green. *Astronomia do outro mundo!* São Paulo: Girassol, 2009. p. 48.

O texto faz referência a um dos astros que compõem o Sistema Solar. Esse astro é:

- a) Mercúrio.
- b) Marte.
- c) Júpiter.
- d) Urano.
- e) Plutão.

Questão 12

Observe a imagem a seguir, que retrata a explosão de uma supernova.



Com relação à evolução estelar e, em particular, à evolução do Sol, pode-se dizer que:

- a) a vida de uma estrela, como o Sol, pode ser estruturada em cinco fases: sequência principal, gigante vermelha, gigante assintótica, fase final e supernova.
- b) a massa de uma estrela, em seu nascimento, não influencia as etapas de sua vida.
- c) supernovas referem-se a grandes explosões que ocorrem no fim da vida de estrelas com massa maior que a do Sol.
- d) estrelas com massa similar à do Sol passam por uma fase chamada estrela de nêutrons, enquanto estrelas com massa menor que a do Sol dão origem a buracos negros, áreas do espaço-tempo com tanta força gravitacional que nem mesmo a luz consegue escapar.
- e) na fase de gigante vermelha, a estrela consome o hidrogênio de seu núcleo e, na fase gigante assintótica, o núcleo da estrela se contrai, aumentando sua temperatura e iniciando a fusão nuclear do hélio.

Questão 13

Os descendentes nem sempre apresentam as mesmas características de um dos pais. Nos seres humanos, por exemplo, um homem com o tipo sanguíneo **A**

e uma mulher com o tipo sanguíneo **B** podem ter um filho com o tipo sanguíneo **AB**.

Nesse caso, a herança é determinada por:

- a) recessividade.
- b) codominância.
- c) ausência de dominância.
- d) influência de fatores ambientais.
- e) epistasia.

Questão 14

É possível identificar os pais de um bebê testando a semelhança entre o DNA do bebê e o dos pais. O material genético dos três indivíduos é tratado com enzimas, produzindo fragmentos. Esses fragmentos, por serem de diferentes tamanhos, formarão bandas distintas durante a análise. Assim, os fragmentos do DNA do bebê devem estar presentes na mãe ou no pai.

Os fragmentos de DNA correspondem aos quadros pretos. Com base nessas informações, identifique os pais do bebê em questão.

Bebê	a)		b)		c)		d)		e)	
	Pai	Mãe								
1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Questão 15

Um homem que tem uma doença transmitida geneticamente vai ter um filho e quer saber a probabilidade de a criança nascer com tal doença. O par de alelos do pai para essa doença, de caráter dominante, é Ss, e o da mãe é ss. Indique a probabilidade de a criança apresentar a doença.

- a) 50%.
- b) 25%.
- c) 75%.
- d) 100%.
- e) 0% de recessividade.

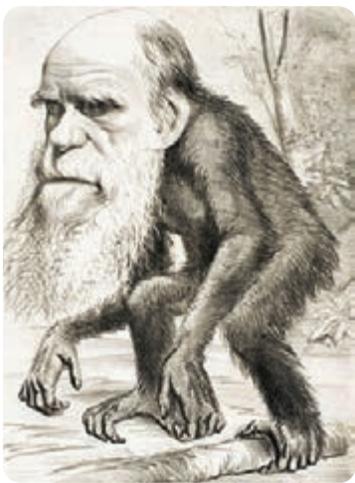
Questão 16

Na Antiguidade, acreditava-se que cobras e crocodilos surgiam do lodo de rios e lagos pela ação de uma força vital que transformava formas inanimadas em seres vivos. O experimento mais apropriado que poderia ser feito para refutar essa hipótese seria:

- a) retirar as cobras e os crocodilos de um lago e observar se, ao longo do tempo, surgiriam novos animais no local.
- b) isolar um lago e verificar se, com o tempo, surgiriam novas cobras e crocodilos.
- c) isolar amostras de lodo e cultivá-las em diferentes condições, para verificar se surgiriam cobras e crocodilos.
- d) retirar todo o lodo de um lago para verificar se cobras e crocodilos continuariam aparecendo nesse local.
- e) retirar todas as fêmeas de cobras e de crocodilos para verificar se, após um tempo, haveria aumento do número desses animais.

Questão 17

Em 1871, doze anos após a publicação do livro *A origem das espécies*, uma revista divulgou uma charge na qual o naturalista Charles Darwin era representado como um macaco.



Essa charge exprime uma ideia que se tornou comum na época e persiste até hoje, segundo a qual os seres humanos são descendentes diretos dos macacos. Assinale a alternativa que explica corretamente a relação evolutiva entre esses animais e os seres humanos.

- a) Os seres humanos descendem dos gorilas, que são os macacos com tamanho mais próximo ao do humano.

- b) O chimpanzé é o ancestral do ser humano, devido à sua inteligência superior.
- c) Alguns macacos, como o macaco-aranha, não têm grau de parentesco com os seres humanos.
- d) O ser humano e os macacos atuais compartilham um ancestral comum.
- e) O neodarwinismo, teoria posterior à de Darwin, mostrou que não há parentesco entre seres humanos e macacos.

Questão 18

A evolução de uma espécie está relacionada à sua variabilidade genética: quanto mais seres distintos houver, isto é, quanto maior for a variabilidade da população, maior a chance de adaptação a diferentes ambientes. Sendo assim, as espécies com maior chance de adaptação a uma mudança ambiental drástica são aquelas que apresentam:

- a) reprodução assexuada.
- b) reprodução sexuada e assexuada.
- c) reprodução sexuada e altas taxas de mutação.
- d) reprodução assexuada e meiose para formação de gametas.
- e) reprodução sexuada e prole com pequeno número de descendentes.

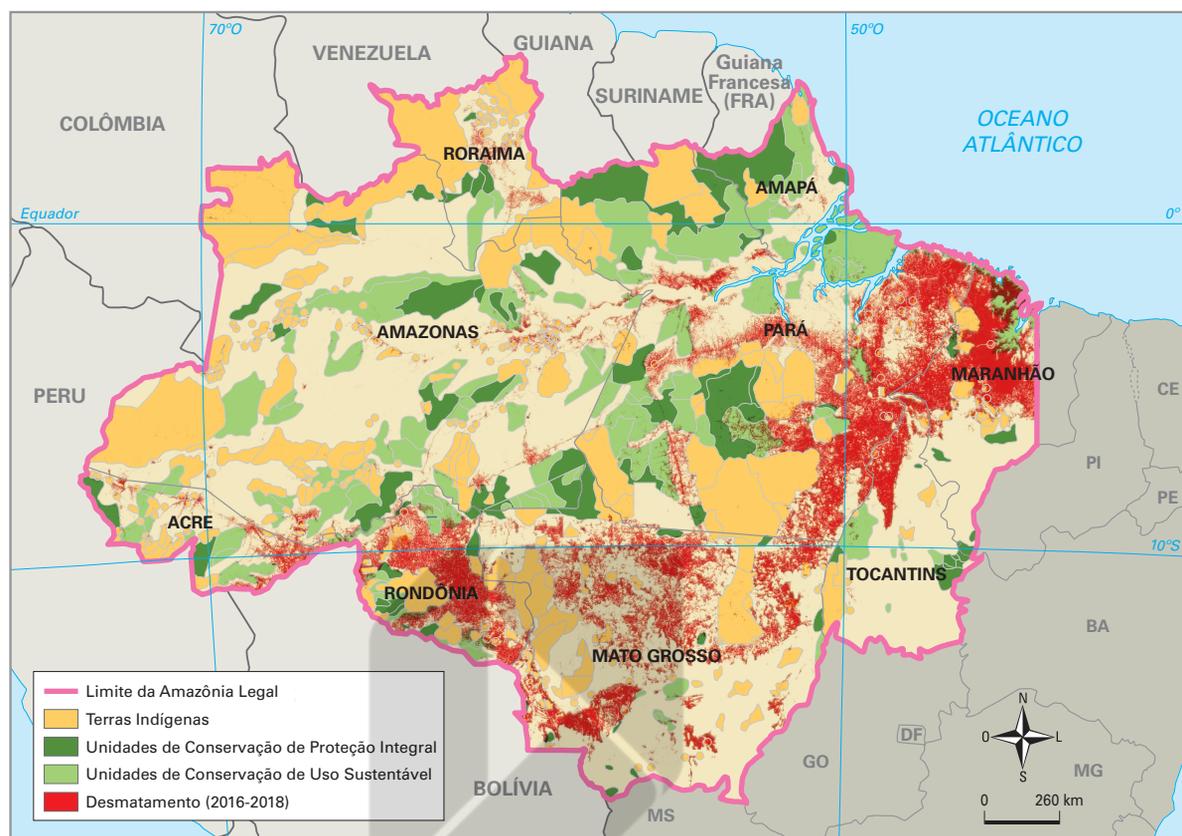
Questão 19

Sobre as Unidades de Conservação (UCs), indique a alternativa correta.

- a) É permitido a quaisquer populações humanas habitar e utilizar livremente os recursos das Unidades de Proteção Integral.
- b) São exemplos de Unidades de Uso Sustentável: Áreas de Proteção Ambiental (APA), Reservas Extrativistas (Resex) e Parques Nacionais.
- c) As UCs são divididas em dois grandes grupos: Unidades de Proteção Integral e Unidades de Uso Sustentável.
- d) As UCs não têm influência direta sobre a preservação da biodiversidade que nela existe.
- e) São exemplos de Unidades de Proteção Integral: Estação Ecológica, Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) e Refúgio da Vida Silvestre.

Questão 20

Amazônia Legal



Fontes de pesquisa: Desmatamento em Terras Indígenas na Amazônia até 2016. Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (Ipam), 17 ago. 2017. Disponível em: <https://ipam.org.br/bibliotecas/desmatamento-em-terras-indigenas-na-amazonia-ate-2016/>; Desmatamento em Terras Indígenas cresce 124%, mas segue concentrado em áreas críticas. Instituto Socioambiental (ISA), 12 dez. 2018. Disponível em: <https://site-antigo.socioambiental.org/pt-br/noticias-socioambientais/desmatamento-em-terras-indigenas-cresce-124-mas-segue-concentrado-em-areas-criticas>. Acessos em: 22 maio 2022.

O mapa mostra as áreas oficialmente protegidas na Amazônia, bem como os focos recentes de desmatamento na região. Com base nesse mapa, podemos dizer que:

- a) as Terras Indígenas não oferecem proteção ao bioma.
- b) o estabelecimento de Unidades de Conservação é desnecessário, pois não propiciam a proteção do bioma.
- c) além da criação das áreas de proteção, outras medidas são necessárias para garantir a proteção do bioma.
- d) apenas as Unidades de Proteção Integral são eficazes.
- e) o bioma se encontra totalmente protegido do desmatamento.

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

Questão 1

- **Conteúdo**

Modelos atômicos.

- **Resolução**

Alternativa **c**. As ilustrações foram feitas com base em um modelo de átomo que apresenta um núcleo e uma eletrosfera, na qual a trajetória dos elétrons é aparentemente circular e não se levam em conta os níveis atômicos. Entre as alternativas, as ilustrações se assemelham mais ao modelo de Rutherford.

- **Matriz do Enem**

Competência de área **5**: Entender métodos e procedimentos próprios das ciências naturais e aplicá-los em diferentes contextos.

Habilidade **17**: Relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação usadas nas ciências físicas, químicas ou biológicas, como texto discursivo, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica.

- **Matriz do Saeb**

Eixo do conhecimento: Matéria e energia.

Eixo cognitivo **B1**: Processos cognitivos de média complexidade.

- **Matriz do Pisa**

Competência **3**: Interpretar dados e evidências cientificamente.

Questão 2

- **Conteúdo**

Ligações iônicas; sais.

- **Resolução**

Alternativa **b**. Trata-se da única alternativa que apresenta a fórmula mínima de sais cujos nomes se encontram nas ilustrações e correspondem, respectivamente, às cores laranja, amarela e verde.

- **Matriz do Enem**

Competência de área **7**: Apropriar-se de conhecimentos da química para, em situações-problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas.

Habilidade **24**: Utilizar códigos e nomenclatura da química para caracterizar materiais, substâncias ou transformações químicas.

- **Matriz do Saeb**

Eixo do conhecimento: Matéria e energia.

Eixo cognitivo **A1**: Processos cognitivos de baixa complexidade.

- **Matriz do Pisa**

Competência **3**: Interpretar dados e evidências cientificamente.

Questão 3

- **Conteúdo**

Representação das substâncias; reações químicas.

- **Resolução**

Alternativa **c**. Cada bola vermelha representa um átomo de oxigênio. O produto final contém 3 desses átomos, o O_3 , que é a molécula de ozônio.

- **Matriz do Enem**

Competência de área **7**: Apropriar-se de conhecimentos da química para, em situações-problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas.

Habilidade **24**: Utilizar códigos e nomenclatura da química para caracterizar materiais, substâncias ou transformações químicas.

- **Matriz do Saeb**

Eixo do conhecimento: Matéria e energia.

Eixo cognitivo **A1**: Processos cognitivos de baixa complexidade.

- **Matriz do Pisa**

Competência **1**: Explicar fenômenos cientificamente.

Questão 4

- **Conteúdo**

Reações químicas.

- **Resolução**

Alternativa **d**. As reações químicas podem ser compreendidas como um processo resultante da quebra de ligações químicas nos agregados atômicos das substâncias reagentes, formando novas ligações nos produtos.

- **Matriz do Enem**

Competência de área **5**: Entender métodos e procedimentos próprios das ciências naturais e aplicá-los em diferentes contextos.

Habilidade **19**: Avaliar métodos, processos ou procedimentos das ciências naturais que contribuam para diagnosticar ou solucionar problemas de ordem social, econômica ou ambiental.

- **Matriz do Saeb**

Eixo do conhecimento: Matéria e energia.

Eixo cognitivo **B1**: Processos cognitivos de média complexidade.

- **Matriz do Pisa**

Competência **1**: Explicar fenômenos cientificamente. Competência **3**: Interpretar dados e evidências cientificamente.

Questão 5

- **Conteúdo**

Velocidade das reações químicas.

- **Resolução**

Alternativa **e**. Tanto o uso de água quente como o aumento da proporção de vinagre aceleram a velocidade da reação (remoção de manchas de maquiagem no tecido). Assim, nessa alternativa, a velocidade de reação é aumentada por esses dois fatores.

- **Matriz do Enem**

Competência de área **5**: Entender métodos e procedimentos próprios das ciências naturais e aplicá-los em diferentes contextos.

Habilidade **19**: Avaliar métodos, processos ou procedimentos das ciências naturais que contribuam para diagnosticar ou solucionar problemas de ordem social, econômica ou ambiental.

- **Matriz do Saeb**

Eixo do conhecimento: Matéria e energia.

Eixo cognitivo **C1**: Processos cognitivos de alta complexidade.

- **Matriz do Pisa**

Competência **1**: Explicar fenômenos cientificamente. Competência **2**: Avaliar e planejar investigações científicas.

Questão 6

- **Conteúdo**

Classificação de substâncias.

- **Resolução**

Alternativa **d**. Os ácidos, em solução aquosa, liberam o íon H^+ , que reage com o íon OH^- das bases, neutralizando-as.

- **Matriz do Enem**

Competência de área **7**: Apropriar-se de conhecimentos da química para, em situações-problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas.

Habilidade **24**: Utilizar códigos e nomenclatura da química para caracterizar materiais, substâncias ou transformações químicas.

- **Matriz do Saeb**

Eixo do conhecimento: Matéria e energia.

Eixo cognitivo **A1**: Processos cognitivos de baixa complexidade.

- **Matriz do Pisa**

Competência **1**: Explicar fenômenos cientificamente.

Questão 7

- **Conteúdo**

Ondas.

- **Resolução**

Alternativa **a**. A intensidade sonora é uma propriedade diretamente vinculada à energia e à amplitude de vibração da onda sonora. Assim, a intensidade sonora permite determinar se o volume de um som é alto ou baixo.

- **Matriz do Enem**

Competência de área **1**: Compreender as ciências naturais e as tecnologias a elas associadas como construções humanas, percebendo seus papéis nos processos de produção e no desenvolvimento econômico e social da humanidade.

Habilidade **1**: Reconhecer características ou propriedades de fenômenos ondulatórios ou oscilatórios, relacionando-os a seus usos em diferentes contextos.

- **Matriz do Saeb**

Eixo do conhecimento: Matéria e energia.

Eixo cognitivo **A1**: Processos cognitivos de baixa complexidade.

- **Matriz do Pisa**

Competência **1**: Explicar fenômenos cientificamente.

Questão 8

- **Conteúdo**

Ondas.

- **Resolução**

Alternativa **e**. O ultrassom é utilizado em sonares de navios e de submarinos para detectar obstáculos e outras embarcações.

- **Matriz do Enem**

Competência de área **5**: Entender métodos e procedimentos próprios das ciências naturais e aplicá-los em diferentes contextos.

Habilidade **18**: Relacionar propriedades físicas, químicas ou biológicas de produtos, sistemas ou procedimentos tecnológicos às finalidades a que se destinam.

- **Matriz do Saeb**

Eixo do conhecimento: Matéria e energia.

Eixo cognitivo **B1**: Processos cognitivos de média complexidade.

- **Matriz do Pisa**

Competência **1**: Explicar fenômenos cientificamente.

Questão 9

- **Conteúdo**

Ondas eletromagnéticas.

- **Resolução**

Alternativa **b**. Consultando a tabela, nota-se que as ondas de rádio e TV apresentam as menores frequências, seguidas pelas micro-ondas. Na sequência, vêm o infravermelho, a radiação visível, o ultravioleta, os raios X e os raios gama.

- **Matriz do Enem**

Competência de área **6**: Apropriar-se de conhecimentos da física para, em situações-problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas.

Habilidade **21**: Utilizar leis físicas e(ou) químicas para interpretar processos naturais ou tecnológicos inseridos no contexto da termodinâmica e(ou) do eletromagnetismo.

- **Matriz do Saeb**

Eixo do conhecimento: Matéria e energia.

Eixo cognitivo **A1**: Processos cognitivos de baixa complexidade.

- **Matriz do Pisa**

Competência **3**: Interpretar dados e evidências cientificamente.

Questão 10

- **Conteúdo**

Ímãs; magnetismo; eletromagnetismo.

- **Resolução**

Alternativa **c**. Os trens magnéticos se movimentam devido à formação de campos magnéticos nos trilhos e nas paredes dos trilhos. O campo magnético dos trilhos repele os ímãs presentes nos trens, fazendo com que estes levitem; já o campo magnético das paredes dos trilhos tem sua polaridade constantemente alterada, ora exercendo uma força de atração, que puxa o trem, ora uma força de repulsão, que empurra o trem, fazendo com que ele se movimente.

- **Matriz do Enem**

Competência de área **1**: Compreender as ciências naturais e as tecnologias a elas associadas como construções humanas, percebendo seus papéis nos processos de produção e no desenvolvimento econômico e social da humanidade

Habilidade **1**: Reconhecer características ou propriedades de fenômenos ondulatórios ou oscilatórios, relacionando-os a seus usos em diferentes contextos.

- **Matriz do Saeb**

Eixo do conhecimento: Matéria e energia.

Eixo cognitivo **C1**: Processos cognitivos de alta complexidade.

- **Matriz do Pisa**

Competência **1**: Explicar fenômenos cientificamente. Competência **2**: Avaliar e planejar investigações científicas.

Questão 11

- **Conteúdo**

Sistema Solar.

- **Resolução**

Alternativa **e**. Plutão era considerado o nono planeta do Sistema Solar até 2006, quando foi reclassificado como planeta-anão devido à sua pequena dimensão, diante da descoberta de outros objetos celestes com tamanho igual ou superior e por não dominar a região de sua órbita. Para ser considerado planeta, um astro precisa

ter gravidade suficiente para moldar-se ao formato esférico e orbitar em torno do Sol sem influência de outros astros. Plutão foi rebaixado da categoria de planeta por não cumprir esse último critério (ele tem apenas 0,07 vez a massa de outros objetos em sua órbita, ao contrário da Terra, por exemplo, que tem 1,7 milhão de vezes a massa de outros objetos em sua órbita).

- **Matriz do Enem**

Competência de área **6**: Apropriar-se de conhecimentos da física para, em situações-problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas.

Habilidade **20**: Caracterizar causas ou efeitos dos movimentos de partículas, substâncias, objetos ou corpos celestes.

- **Matriz do Saeb**

Eixo do conhecimento: Terra e Universo.

Eixo cognitivo **B3**: Processos cognitivos de média complexidade.

- **Matriz do Pisa**

Competência **3**: Interpretar dados e evidências cientificamente.

Questão 12

- **Conteúdo**

Evolução estelar.

- **Resolução**

Alternativa **c**. Estrelas com massa maior que a do Sol terminam sua vida em uma grande explosão chamada supernova. O destino do núcleo dessas estrelas também depende de sua massa.

- **Matriz do Enem**

Competência de área **6**: Apropriar-se de conhecimentos da física para, em situações-problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas.

Habilidade **22**: Compreender fenômenos decorrentes da interação entre a radiação e a matéria em suas manifestações em processos naturais ou tecnológicos ou em suas implicações biológicas, sociais, econômicas ou ambientais.

- **Matriz do Saeb**

Eixo do conhecimento: Terra e Universo.

Eixo cognitivo **B3**: Processos cognitivos de média complexidade.

- **Matriz do Pisa**

Competência **1**: Explicar fenômenos cientificamente.

Questão 13

- **Conteúdo**

Genética; codominância.

- **Resolução**

Alternativa **b**. No sangue **AB**, tanto a característica da mãe quanto a do pai se manifestam, sendo um exemplo de codominância.

- **Matriz do Enem**

Competência de área **4**: Compreender interações entre organismos e ambiente, em particular aquelas relacionadas à saúde humana, relacionando conhecimentos científicos, aspectos culturais e características individuais.

Habilidade **13**: Reconhecer mecanismos de transmissão da vida, prevendo ou explicando a manifestação de características dos seres vivos.

- **Matriz do Saeb**

Eixo do conhecimento: Vida e evolução.

Eixo cognitivo **B2**: Processos cognitivos de média complexidade.

- **Matriz do Pisa**

Competência **1**: Explicar fenômenos cientificamente

Questão 14

- **Conteúdo**

Biotecnologia; hereditariedade.

- **Resolução**

Alternativa **e**. Todas as bandas que aparecem no bebê vieram do pai ou da mãe. Logo, os casais que não apresentam as bandas encontradas no bebê não podem ser seus pais. Apenas o casal **e** apresenta todas as bandas presentes no bebê. Isso fica evidente na banda 7, que só pode ter vindo da mãe.

- **Matriz do Enem**

Competência de área **5**: Entender métodos e procedimentos próprios das ciências naturais e aplicá-los em diferentes contextos.

Habilidade **17**: Relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação usadas nas ciências físicas, químicas ou biológicas, como texto discursivo,

gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica.

- **Matriz do Saeb**

Eixo do conhecimento: Vida e evolução.

Eixo cognitivo **C2**: Processos cognitivos de alta complexidade.

- **Matriz do Pisa**

Competência **2**: Avaliar e planejar investigações científicas. Competência **3**: Interpretar dados e evidências cientificamente.

Questão 15

- **Conteúdo**

Primeira lei de Mendel; probabilidade.

- **Resolução**

Alternativa **a**. Como o pai é heterozigoto e a mãe apresenta genes recessivos, a criança tem 50% de chance de apresentar a doença.

- **Matriz do Enem**

Competência de área **4**: Compreender interações entre organismos e ambiente, em particular aquelas relacionadas à saúde humana, relacionando conhecimentos científicos, aspectos culturais e características individuais.

Habilidade **14**: Identificar padrões em fenômenos e processos vitais dos organismos, como manutenção do equilíbrio interno, defesa, relações com o ambiente, sexualidade, entre outros.

- **Matriz do Saeb**

Eixo do conhecimento: Vida e evolução.

Eixo cognitivo **A1**: Processos cognitivos de baixa complexidade.

- **Matriz do Pisa**

Competência **3**: Interpretar dados e evidências cientificamente.

Questão 16

- **Conteúdo**

Geração espontânea; pensamento racional e científico.

- **Resolução**

Alternativa **c**. Esse experimento mostra que, em diferentes condições, os animais não se originam do lodo. Outros testes provavelmente seriam necessários, mas esse permite verificar que o evento não ocorre em diversas circunstâncias.

- **Matriz do Enem**

Competência de área **4**: Compreender interações entre organismos e ambiente, em particular aquelas relacionadas à saúde humana, relacionando conhecimentos científicos, aspectos culturais e características individuais.

Habilidade **15**: Interpretar modelos e experimentos para explicar fenômenos ou processos biológicos em qualquer nível de organização dos sistemas biológicos.

- **Matriz do Saeb**

Eixo do conhecimento: Vida e evolução.

Eixo cognitivo **C2**: Processos cognitivos de alta complexidade.

- **Matriz do Pisa**

Competência **2**: Avaliar e planejar investigações científicas.

Questão 17

- **Conteúdo**

Evolução.

- **Resolução**

Alternativa **d**. Os macacos atuais compartilham um ancestral comum com o ser humano, mas cada linhagem se diversificou separadamente.

- **Matriz do Enem**

Competência de área **4**: Compreender interações entre organismos e ambiente, em particular aquelas relacionadas à saúde humana, relacionando conhecimentos científicos, aspectos culturais e características individuais.

Habilidade **16**: Compreender o papel da evolução na produção de padrões, processos biológicos ou na organização taxonômica dos seres vivos.

- **Matriz do Saeb**

Eixo do conhecimento: Vida e evolução.

Eixo cognitivo **B2**: Processos cognitivos de média complexidade.

- **Matriz do Pisa**

Competência **1**: Explicar fenômenos cientificamente.

Questão 18

- **Conteúdo**

Teorias evolutivas; variabilidade gênica.

- **Resolução**

Alternativa c. A reprodução sexuada associada à mutação é um mecanismo que aumenta consideravelmente a variabilidade genética de uma espécie.

- **Matriz do Enem**

Competência de área **4**: Compreender interações entre organismos e ambiente, em particular aquelas relacionadas à saúde humana, relacionando conhecimentos científicos, aspectos culturais e características individuais.

Habilidade **14**: Identificar padrões em fenômenos e processos vitais dos organismos, como manutenção do equilíbrio interno, defesa, relações com o ambiente, sexualidade, entre outros.

- **Matriz do Saeb**

Eixo do conhecimento: Vida e evolução.

Eixo cognitivo **A2**: Processos cognitivos de baixa complexidade.

- **Matriz do Pisa**

Competência **1**: Explicar fenômenos cientificamente.

Questão 19

- **Conteúdo**

Conservação.

- **Resolução**

Alternativa c. As Unidades de Conservação correspondem a uma área delimitada pelo poder público com o objetivo de preservar a biodiversidade e os recursos naturais. Elas estão divididas em dois grandes grupos: Unidades de Proteção Integral e Unidades de Uso Sustentável.

- **Matriz do Enem**

Competência de área **1**: Compreender as ciências naturais e as tecnologias a elas associadas como construções humanas, percebendo seus papéis nos processos de produção e no desenvolvimento econômico e social da humanidade.

Habilidade **4**: Avaliar propostas de intervenção no ambiente, considerando a qualidade da vida humana ou as medidas de conservação, recuperação ou utilização sustentável da biodiversidade.

- **Matriz do Saeb**

Eixo do conhecimento: Vida e evolução.

Eixo cognitivo **A2**: Processos cognitivos de baixa complexidade.

- **Matriz do Pisa**

Competência **1**: Explicar fenômenos cientificamente.

Questão 20

- **Conteúdo**

Biomass brasileiros; conservação.

- **Resolução**

Alternativa c. Embora as Unidades de Conservação ajudem a proteger a Amazônia contra o desmatamento, apenas essa medida não é suficiente para impedir a remoção ilegal da vegetação, como evidencia a menor quantidade de focos de desmatamento situados no interior dessas áreas. Para conter o desmatamento ilegal são necessárias a fiscalização e o incentivo a atividades sustentáveis, entre outras medidas.

- **Matriz do Enem**

Competência de área **1**: Compreender as ciências naturais e as tecnologias a elas associadas, como construções humanas, percebendo seus papéis nos processos de produção e no desenvolvimento econômico e social da humanidade.

Habilidade **4**: Avaliar propostas de intervenção no ambiente, considerando a qualidade da vida humana ou medidas de conservação, recuperação ou utilização sustentável da biodiversidade.

- **Matriz do Saeb**

Eixo do conhecimento: Vida e evolução.

Eixo cognitivo **C2**: Processos cognitivos de alta complexidade.

- **Matriz do Pisa**

Competência **3**: Interpretar dados e evidências cientificamente.



GERAÇÃO
ALPHA

Ciências 9

Ensino Fundamental | Anos finais | 9º ano
Componente curricular: Ciências



Ana Luiza Petillo Nery

Bacharel e licenciada em Química pela Universidade de São Paulo (USP).
Doutora em Ciências pela USP.
Professora de Química.

Gustavo Isaac Killner

Bacharel e Licenciado em Física pela USP.
Mestre em Ciências pela USP.
Doutor em Educação pela USP.
Licenciado em Pedagogia pela USP.
Especialista em Ensino Mediado por Computadores pela Universidade de Tsukuba, Japão.
Especialista em Formação de Professores para Cursos Semipresenciais e de Educação a Distância pela Universidade Estadual Paulista (Unesp).
Professor de Ciências, Física e Teorias de currículo e de ensino e aprendizagem.

Editor responsável: André Zamboni

Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).
Especialista em Jornalismo Científico pela Unicamp.
Editor de livros didáticos.

Organizadora: SM Educação

Obra coletiva concebida, desenvolvida e produzida por SM Educação.

São Paulo, 4ª edição, 2022



Geração Alpha Ciências 9
© SM Educação
Todos os direitos reservados

Direção editorial
Gerência editorial
Gerência de design e produção
Edição executiva

Cláudia Carvalho Neves
Lia Monguillott Bezerra
André Monteiro
André Zamboni
Edição: Marcelo Augusto Barbosa Medeiros, Tomas Masatsugui Hirayama, Filipe Faria Berçot, Juliana Rodrigues F. de Souza, Lilian Morato de Carvalho Martinelli, Mauro Faro, Sylene Del Carlo, Tatiana Novaes Vetillo, Carolina Mancini Vall Bastos
Suporte editorial: Fernanda de Araújo Fortunato

Coordenação de preparação e revisão

Cláudia Rodrigues do Espírito Santo
Preparação: Ana Paula Ribeiro Migiyama
Revisão: Ana Paula Ribeiro Migiyama, Beatriz Santos, Fátima Valentina Cezare Pasculli, Vera Lúcia Rocha
Apoio de equipe: Camila Lamin Lessa

Coordenação de design

Gilciane Munhoz
Design: Carla Almeida Freire, Tiago Stéfano, Victor Malta (Interação)

Coordenação de arte

Andressa Fiorio
Edição de arte: Gabriela Rodrigues Vieira
Assistência de arte: Mauro Moreira
Assistência de produção: Júlia Stacciarini Teixeira

Coordenação de iconografia

Josiane Laurentino
Pesquisa iconográfica: Adriana Neves, Bianca Fanelli
Tratamento de imagem: Marcelo Casaro

Capa

João Brito/Gilciane Munhoz
Ilustração da capa: Denis Freitas
Rafael Vianna Leal

Projeto gráfico

João Miguel A. Moreira

Pré-impressão

Américo Jesus
Alexander Maeda

Fabricação

Impressão

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

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

Nery, Ana Luiza Petillo
Geração Alpha Ciências : 9º ano : ensino fundamental : anos finais / Ana Luiza Petillo Nery ; Gustavo Isaac Killner ; editor responsável André Zamboni ; organizadora SM Educação : obra coletiva concebida, desenvolvida e produzida por SM Educação. -- 4. ed. -- São Paulo : Edições SM, 2022.

Componente curricular: Ciências.
ISBN 978-65-5744-741-3 (aluno)
ISBN 978-65-5744-742-0 (professor)

1. Ciências (Ensino fundamental) I. Killner, Gustavo Isaac.
II. Zamboni, André. III. Título.

22-112947

CDD-372.35

Índices para catálogo sistemático:

1. Ciências - Ensino fundamental 372.35

Cibele Maria Dias - Bibliotecária - CRB-8/9427

4ª edição, 2022



SM Educação
Avenida Paulista, 1842 - 18º andar, cj. 185, 186 e 187 - Condomínio Cetenco Plaza
Bela Vista 01310-945 São Paulo SP Brasil
Tel. 11 2111-7400
atendimento@grupo-sm.com
www.grupo-sm.com/br

Apresentação

Cara estudante, caro estudante,

Ser jovem no século XXI significa estar em contato constante com múltiplas formas de linguagem, uma imensa quantidade de informações e inúmeras ferramentas tecnológicas. Isso ocorre em um cenário mundial que apresenta grandes desafios sociais, econômicos e ambientais.

Diante dessa realidade, esta coleção foi cuidadosamente pensada tendo como principal objetivo ajudar você a enfrentar esses desafios com autonomia e espírito crítico.

Atendendo a esse propósito, os textos, as imagens e as atividades nela propostos oferecem oportunidades para que você reflita sobre o que aprende, expresse suas ideias e desenvolva habilidades de comunicação para as mais diversas situações de interação em sociedade.

Vinculados aos conhecimentos próprios de cada disciplina, são apresentados, em situações e atividades reflexivas, aspectos sobre valores universais como justiça, respeito, solidariedade, responsabilidade, honestidade e criatividade. Esperamos, assim, contribuir para que você compartilhe dos conhecimentos construídos pelas **Ciências da Natureza** e os utilize para fazer escolhas responsáveis e transformadoras em sua vida.

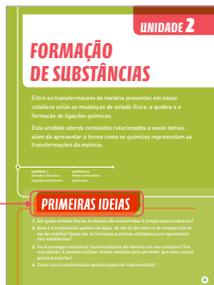
Desejamos também que esta coleção contribua para que você se torne um jovem atuante na sociedade do século XXI e seja capaz de questionar a realidade em que vive e de buscar respostas e soluções para os desafios presentes e para os que estão por vir.

Equipe editorial



Conheça seu livro

ABERTURA DE UNIDADE



No início de cada unidade, você é apresentado ao tema que vai estudar.

Primeiras ideias

As questões vão estimular você a contar o que sabe sobre o assunto e a levantar algumas hipóteses sobre ele.



LEITURA DA IMAGEM

Uma imagem vai instigar sua curiosidade.

Leitura da imagem

As questões orientam a leitura da imagem e permitem estabelecer relações entre o que é mostrado e o que você conhece do assunto.

Questão de valor

Aqui, você vai refletir sobre valores como respeito, solidariedade, justiça, entre outros.

CAPÍTULOS



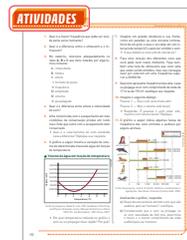
Abertura de capítulo e Para começar

Logo abaixo do título, na lateral, *Para começar* apresenta questões para você verificar o que conhece sobre o conteúdo do capítulo e refletir sobre o que vai estudar. Textos, imagens, mapas e esquemas podem apresentar o conteúdo a ser estudado.



Práticas de Ciências

Nessa seção, você vai realizar pesquisas e atividades práticas, levantar hipóteses, elaborar conclusões, entre outras atividades.



Atividades

As atividades vão ajudá-lo a desenvolver habilidades e competências com base no que você estudou no capítulo.



Ampliando horizontes

Essa seção consta no final de alguns capítulos e, com base em temas relacionados à unidade, convida você a entender as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente e a refletir sobre como nossos valores influenciam nossa vida.



Ciência dinâmica

Também ao final de alguns capítulos, essa seção explora controvérsias e mudanças conceituais, próprias da natureza da ciência, bem como a contribuição de diversos estudiosos.

Boxes

PATRIMÔNIO CULTURAL

O patrimônio cultural de uma comunidade é constituído dos bens pertencentes a ela, que podem ser desde prédios até aspectos humanos, como a língua.

Valor
Apresenta informações e questões relacionadas a valores universais para você refletir, dialogar com a turma e se posicionar.

A DIABETES MELITO

A diabetes melito é uma doença caracterizada pelas altas taxas de glicose no sangue. Há dois tipos básicos de diabetes melito. A diabetes melito tipo 1 é decorrente da deficiência na

Ampliação
Traz informações complementares sobre os assuntos explorados na página.

PARA EXPLORAR

Museu da Ciência (PB)
O Museu da Ciência apresenta diversos laboratórios, como os de astronomia, física e química. Mostras com experimentos científicos são encontradas em um

Para explorar
Oferece sugestões de museus, livros, sites e filmes relacionados ao assunto em estudo.

plasma: um dos estados físicos da matéria, em que uma substância gasosa encontra-se ionizada.

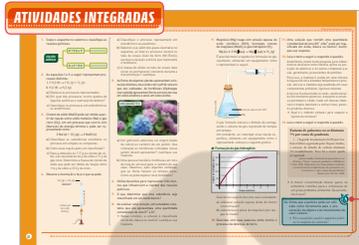
Glossário
Apresenta explicações para expressões e palavras que talvez você não conheça.

FECHAMENTO DE UNIDADE



Investigar

Em dois momentos do livro, você e os colegas vão experimentar diferentes metodologias de pesquisa, como entrevistas, coleta de dados, entre outras. Também vão desenvolver diferentes formas de comunicação, para compartilhar os resultados de suas investigações.



Atividades integradas

Essas atividades integram os assuntos da unidade e também auxiliam no desenvolvimento de habilidades e competências. Para finalizar, é proposta uma questão de valor, para que você e os colegas reflitam, conversem e se posicionem.



Ideias em construção

Apresenta questões que vão ajudar você a fazer uma autoavaliação do seu aprendizado. Com base nessas questões, você vai verificar o que aprendeu e identificar o que precisa ser revisto ou reforçado.

FINAL DO LIVRO



Interação

A seção propõe um projeto coletivo que resultará em um produto que pode ser usufruído pela comunidade escolar e/ou do entorno da escola.

Sumário



1. Constituição da matéria 12	1. Estados físicos e ligações químicas 38	1. Classificação das substâncias ... 66
A modelagem científica 12	Os átomos ligam-se uns aos outros 38	Organizando e classificando os materiais 66
Modelo atômico de Dalton 13	Os estados físicos da matéria 39	Algumas formas de classificação de substâncias 67
A lei da conservação das massas e o modelo atômico de Dalton 14	Íons: cátions e ânions 41	Ácidos 68
A natureza elétrica da matéria 15	Ligações iônicas 42	Bases 69
A descoberta da radioatividade e o modelo atômico de Rutherford 16	Ligações covalentes 43	Sais 70
O modelo de Rutherford-Bohr 17	Ligações metálicas 44	Óxidos 71
• Atividades 18	• Atividades 45	Reações químicas entre ácidos e bases 72
• Ciência dinâmica: A representação das substâncias 20	2. Representações químicas 46	• Práticas de Ciências: Uso de indicador ácido-base para classificar soluções 73
2. Classificação periódica 22	A linguagem científica 46	• Práticas de Ciências: A chuva ácida 74
Periodicidade dos elementos químicos 22	Representando as substâncias 47	• Atividades 75
Organização dos elementos químicos 23	Lavoisier, as substâncias e a conservação das massas 48	• Ampliando horizontes: Os conhecimentos tradicionais e a produção de corantes 76
Tabela Periódica 24	Lei das proporções definidas 49	2. A química das reações 78
Classificação dos elementos 25	• Práticas de Ciências: O princípio de conservação das massas 50	A importância das reações químicas 78
Propriedades dos elementos de alguns grupos 25	Representando as transformações químicas 52	Reações químicas na indústria 79
• Práticas de Ciências: Construindo a Tabela Periódica 27	O balanceamento das equações químicas 53	Classificação das reações 82
• Atividades 28	• Atividades 56	• Atividades 84
INVESTIGAR: O uso de modelos na ciência 30	• Ciência dinâmica: As reações químicas ao longo do tempo 58	3. Cinética química 86
ATIVIDADES INTEGRADAS 32	ATIVIDADES INTEGRADAS 60	Como ocorrem as reações 86
IDEIAS EM CONSTRUÇÃO 34	IDEIAS EM CONSTRUÇÃO 62	A rapidez das reações químicas 87
		• Atividades 91
		ATIVIDADES INTEGRADAS 92
		IDEIAS EM CONSTRUÇÃO 94



4
Unidade

ONDAS 95

base: Karloff/Reuters/Fotoarena



5
Unidade

MAGNETISMO 127

Universiti Tunku Abdul Razak, North America, LLC/DeAgostini/AlamyFotoarena



6
Unidade

UNIVERSO E SISTEMA SOLAR 149

Arquivo/ASA

1. Introdução ao estudo das ondas	98
Ondas	98
Características de uma onda	100
Características da onda periódica	101
Ondas eletromagnéticas	102
Ondas mecânicas	104
▪ Atividades	105
2. Som	106
Energia sonora	106
Velocidade do som	108
Características da onda sonora	109
Eco	110
Fala e audição	110
▪ Práticas de Ciências: Investigando as ondas sonoras numa garrafa	111
▪ Atividades	112
3. Luz	113
Luz, uma onda eletromagnética	113
Princípios da propagação da luz	114
Fenômenos ópticos	115
▪ Práticas de Ciências: A composição das cores	118
Luz e sombra	120
▪ Atividades	121
▪ Ciência dinâmica: A natureza da luz	122
ATIVIDADES INTEGRADAS	124
IDEIAS EM CONSTRUÇÃO	126

1. Magnetismo	130
O magnetismo na história	130
Polos magnéticos	131
Campo magnético e linhas de campo	132
Bússolas	133
▪ Práticas de Ciências: Construindo uma bússola	134
▪ Atividades	135
2. Eletromagnetismo	136
O eletromagnetismo	136
O experimento de Faraday	137
▪ Práticas de Ciências: Motor elétrico	138
Aplicações do eletromagnetismo	141
▪ Atividades	143
▪ Ampliando horizontes: Tecnologia a serviço de toda a humanidade?	144
ATIVIDADES INTEGRADAS	146
IDEIAS EM CONSTRUÇÃO	148

1. Astros no Universo	152
Objetos e corpos celestes	152
Sistema Solar	154
▪ Práticas de Ciências: Tamanhos e distâncias no Sistema Solar	157
Origem do Sistema Solar	158
Evolução estelar	159
Galáxias e escalas do Universo	160
▪ Atividades	161
2. Um olhar para o Universo	162
O ser humano e os astros	162
Versões para a origem do Universo	164
Explorando o Sistema Solar	166
▪ Atividades	167
▪ Ciência dinâmica: A corrida espacial	168
INVESTIGAR: A sobrevivência humana fora da Terra	170
ATIVIDADES INTEGRADAS	172
IDEIAS EM CONSTRUÇÃO	174

sm



Michelle Calabrese/SP/Contrasto

7
Unidade

GENÉTICA E HEREDITARIEDADE 175

1. Hereditariedade	178
Herança biológica	178
DNA e divisão celular	182
Mecanismos da herança biológica	182
▪ Práticas de Ciências:	
Teste para entender a herança biológica	184
▪ Atividades	186
2. O estudo da genética	187
Características que passam de pais para filhos	187
Os experimentos de Mendel	188
Primeira lei de Mendel	189
Segunda lei de Mendel	191
Outros padrões de hereditariedade	193
▪ Atividades	195
3. Genética e tecnologia	197
Biotecnologia	197
Melhoramento genético	198
Clonagem	200
Células-tronco	201
Terapia gênica	202
Testes de paternidade ou de maternidade	202
Vacinas gênicas	202
▪ Atividades	203
▪ Ampliando horizontes:	
Biopirataria	204
ATIVIDADES INTEGRADAS	206
IDEIAS EM CONSTRUÇÃO	208



Museu de História Natural, Lorraine. Fotografia: Alamy/Contrasto

8
Unidade

EVOLUÇÃO 209

1. Como os seres vivos surgem?	212
Geração espontânea × biogênese	212
O surgimento da vida na Terra	216
▪ Atividades	220
2. Evolução dos seres vivos	221
Fixismo × evolucionismo	221
▪ Práticas de Ciências:	
A leitura e a pesquisa de informações	226
▪ Atividades	228
3. A evolução acontece	230
Evidências da evolução dos seres vivos	230
A evolução humana	233
▪ Atividades	235
▪ Ampliando horizontes:	
O direito à educação formal	236
ATIVIDADES INTEGRADAS	238
IDEIAS EM CONSTRUÇÃO	240



Archie Dal-Piazar/Imagens

9
Unidade

CONSERVAÇÃO 241

1. Biodiversidade	244
O que é biodiversidade?	244
Características da biodiversidade	245
Ameaças à biodiversidade	246
▪ Práticas de Ciências:	
Biodiversidade e alimentação	248
▪ Atividades	249
2. Estratégias de conservação	250
Protegendo os ambientes naturais	250
Tipos de Unidades de Conservação	251
As Unidades de Conservação e as comunidades humanas	252
▪ Atividades	253
▪ Ciência dinâmica:	
A Revolução Verde e as agroflorestas	254
ATIVIDADES INTEGRADAS	256
IDEIAS EM CONSTRUÇÃO	258

Interação:	
Plano de ações ambientais na escola	259
Bibliografia	262

Matéria: estrutura e classificação

OBJETIVOS

Capítulo 1 – Constituição da matéria

- Identificar modelos atômicos e associá-los aos cientistas que os propuseram.
- Concluir que os modelos científicos são importantes para a melhor compreensão de fenômenos e relacionar seu caráter provisório, cultural e histórico aos modelos atômicos.
- Perceber as diferenças entre as representações das substâncias feitas pelos alquimistas e as representações feitas por Dalton.
- Entender que a criatividade e o desejo de saber auxiliam na melhoria de processos e no desenvolvimento de soluções sustentáveis.
- Compreender os conceitos de número atômico, número de massa e elemento químico.

Capítulo 2 – Classificação periódica

- Reconhecer a periodicidade dos elementos químicos.
- Conhecer as propriedades de elementos de alguns grupos.
- Reconhecer e identificar a variedade dos elementos químicos por meio da construção de uma Tabela Periódica.

Investigar – O uso de modelos na ciência

- Pesquisar, em fontes bibliográficas, o uso de modelos na ciência (o que é modelagem científica, seus usos, entre outras informações).
- Elaborar fichas de leitura sobre o material pesquisado.
- Perceber a importância dos modelos para a compreensão de fenômenos.
- Produzir um cartaz.

JUSTIFICATIVA

O capítulo 1 tem a proposta de promover o estudo dos modelos atômicos, da estrutura da matéria e de suas partículas, possibilitando aos estudantes entender melhor a constituição da matéria e relacionar esse conhecimento aos materiais de seu cotidiano, além de reconhecer a importância do trabalho coletivo para o desenvolvimento do conhecimento científico.

O capítulo 2, por sua vez, trata da relevância da organização e da classificação dos elementos químicos, reconhecendo os padrões que regem a construção da Tabela Periódica. Por fim, a seção *Investigar* promove a pesquisa em fontes bibliográficas, a elaboração de fichas e a produção de um cartaz, habilidades relevantes para o dia a dia dos estudantes, ao mesmo tempo que retoma o tema dos modelos nas ciências abordado no capítulo 1, reforçando sua importância para o processo científico.

SOBRE A UNIDADE

Toda matéria é constituída de partículas. A disposição e as características dessas partículas estão intimamente relacionadas com as propriedades das substâncias. Nossa percepção nos permite ver, tocar e cheirar inúmeras substâncias em diferentes estados de agregação, mas não nos permite ver cada partícula a ponto de explicarmos por que cada substância tem características próprias. É necessário, então, recorrer ao uso de modelos.

Esta unidade é dedicada ao estudo da constituição da matéria com base em modelos desenvolvidos ao longo da história, propiciando o desenvolvimento da habilidade **EF09CI03** e dos objetivos e da justificativa citados anteriormente. Aborda-se o modo como cientistas buscaram, com base na criatividade e nos conhecimentos e tecnologias disponíveis, representar e organizar os elementos químicos. Dessas inúmeras contribuições resultou a Tabela Periódica.

O tema sustentabilidade permeia a unidade, sendo trazido à discussão, por exemplo, ao se abordar a natureza elétrica da matéria. Em consonância com o compromisso de educação integral preconizado pela BNCC, as propostas de práticas de investigação buscam desenvolver a curiosidade intelectual, a autonomia, a consciência crítica e a criatividade dos estudantes.

A unidade promove as competências gerais da Educação Básica **1, 2, 4, 5 e 10** e as competências específicas de Ciências da Natureza **1, 2, 3, 5, 6 e 8**, em especial aquelas relacionadas à abordagem do conhecimento científico como empreendimento humano, provisório, cultural e histórico (competências geral **1** e específica **1**) e à compreensão de conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza e de características e fenômenos do mundo natural (competências específicas **2 e 3**).

MAPA DA UNIDADE

CONTEÚDOS	BOXES/SEÇÕES ESPECIAIS	HABILIDADES	COMPETÊNCIAS	TCTS
CAPÍTULO 1 – CONSTITUIÇÃO DA MATÉRIA				
<ul style="list-style-type: none"> • A modelagem científica • Modelo atômico de Dalton • A lei da conservação das massas e o modelo atômico de Dalton • A natureza elétrica da matéria e o modelo atômico de Thomson • A descoberta da radioatividade e o modelo atômico de Rutherford • O modelo atômico de Rutherford-Bohr • Número atômico, número de massa e elemento químico 	BOXE VALOR A energia elétrica CIÊNCIA DINÂMICA A representação das substâncias	(EF09CI03)	(CGEB1) (CGEB2) (CGEB10) (CECN1) (CECN2) (CECN3) (CECN8)	
CAPÍTULO 2 – CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICA				
<ul style="list-style-type: none"> • Periodicidade dos elementos químicos • Organização dos elementos químicos • Tabela Periódica • Classificação dos elementos • Propriedades dos elementos de alguns grupos 	PRÁTICAS DE CIÊNCIAS Construindo a Tabela Periódica		(CGEB1) (CGEB2) (CECN1) (CECN2) (CECN3)	
INVESTIGAR – O USO DE MODELOS NA CIÊNCIA				
<ul style="list-style-type: none"> • Modelos científicos • Importância dos modelos científicos 		(EF09CI03)	(CGEB2) (CGEB4) (CGEB5) (CGEB10) (CECN2) (CECN3) (CECN5) (CECN6)	

MATÉRIA: ESTRUTURA E CLASSIFICAÇÃO

Estamos cercados de matéria. Há tempos o ser humano investiga qual é a natureza da matéria e do que ela é feita. Para compreender melhor essas questões, a ciência construiu modelos e representações. Nesta unidade, você vai conhecer como a matéria pode ser caracterizada, representada e classificada.

CAPÍTULO 1
Constituição da
matéria

CAPÍTULO 2
Classificação
periódica

PRIMEIRAS IDEIAS

1. **Resposta pessoal.** Verifique se os estudantes relacionam matéria com massa e volume, por exemplo, ou com outras abordagens, como relacionar a matéria aos sentidos (o que podem tocar, por exemplo). Aproveite para fazer uma avaliação inicial do que os estudantes já sabem sobre o tema da unidade.
 2. A química está presente em muitos materiais do nosso cotidiano. Em quais deles você reconhece a influência dessa ciência?
 3. Os materiais podem ser classificados de acordo com diferentes critérios. Cite alguns dos critérios de classificação dos materiais que você conheça.
Resposta pessoal. Os materiais podem ser classificados de acordo com critérios como estado físico (sólidos, líquidos ou gasosos), condutibilidade elétrica (condutores ou não condutores), solubilidade em água (solúveis, insolúveis ou de solubilidade moderada), condutibilidade térmica, maleabilidade, entre outros. Os estudantes podem citar outros critérios a partir de suas vivências e conhecimentos adquiridos anteriormente em Ciências da Natureza.
2. **Resposta pessoal.** Se considerar conveniente, cite exemplos de transformações químicas, a fim de ajudar os estudantes a perceber a química em situações cotidianas.

PRIMEIRAS IDEIAS

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- As atividades desta seção podem ser utilizadas como uma avaliação inicial para diagnosticar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o tema da unidade.
- Utilize os conhecimentos prévios dos estudantes para conhecer valores, atitudes, preferências, dificuldades e nível de domínio do conteúdo da turma. Esses aspectos são importantes de serem considerados, por exemplo, no momento de planejar atividades em duplas ou em grupos.
- Para auxiliar no desenvolvimento do tema, talvez seja interessante trazer para a sala de aula materiais diversos e solicitar aos estudantes que utilizem critérios para classificá-los.

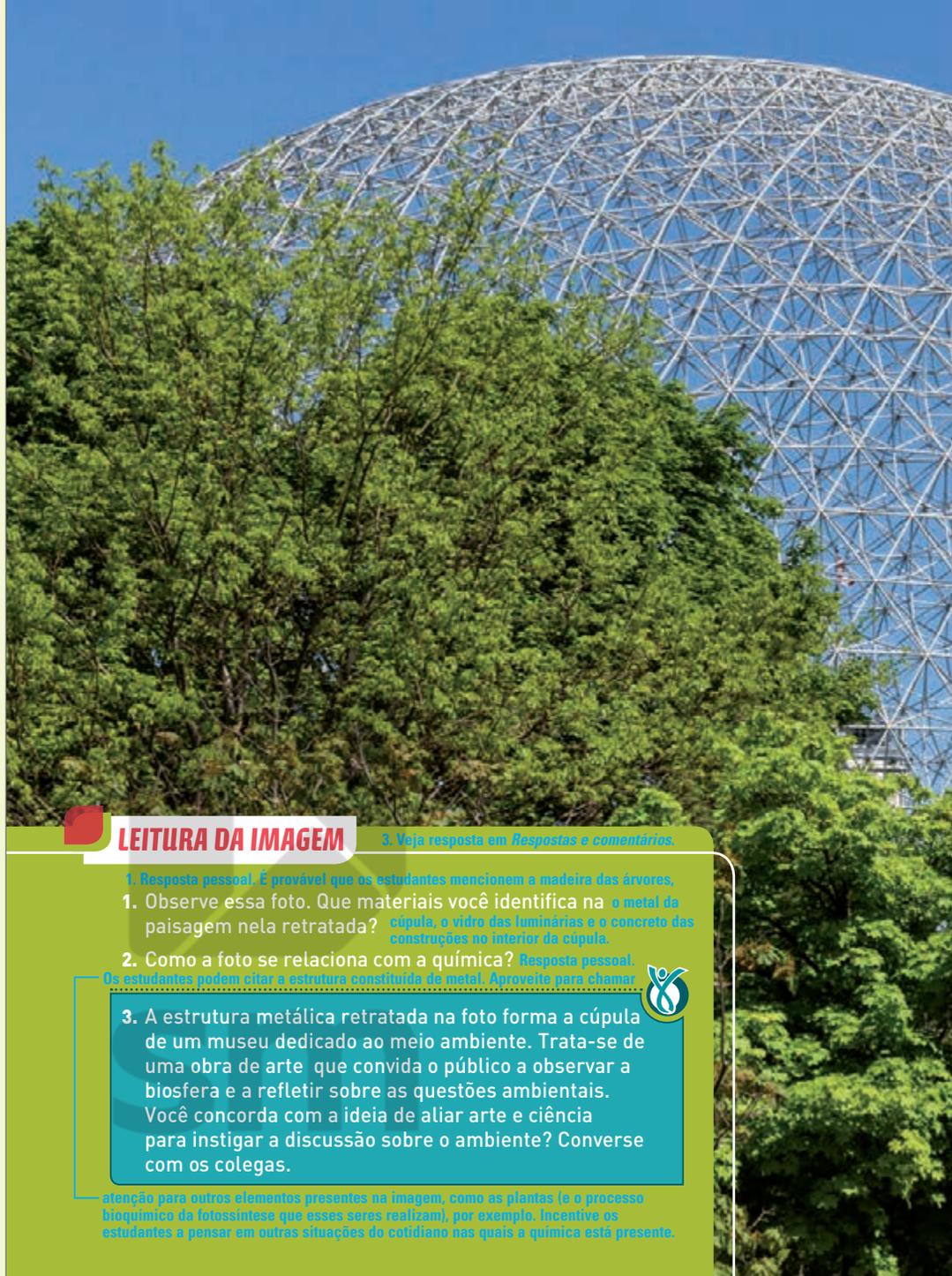
RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

3. Resposta pessoal. Pergunte aos estudantes se eles conhecem algum tipo de intervenção artística que una ciência e ambiente. Caso julgue oportuno, apresente a eles alguns artistas que usam ou usaram suas obras como forma de chamar atenção para problemas ambientais, como o brasileiro Vik Muniz (1961 -) e o polonês Frans Krajcberg (1921-2017).

OUTRAS FONTES

Lixo extraordinário. Direção: Lucky Walker, Karen Harley e João Jardim. Brasil/Inglaterra, 2010 (94 min).

O documentário mostra o trabalho de Vik Muniz no maior aterro sanitário da América Latina. Suas obras de arte são retratos de grandes instalações feitas com material encontrado no amontoado de lixo. O filme também retrata um pouco da história dos catadores que vivem no aterro e a relação deles com o artista plástico.



LEITURA DA IMAGEM

3. Veja resposta em Respostas e comentários.

1. Resposta pessoal. É provável que os estudantes mencionem a madeira das árvores.

1. Observe essa foto. Que materiais você identifica na paisagem nela retratada? **o metal da cúpula, o vidro das luminárias e o concreto das construções no interior da cúpula.**

2. Como a foto se relaciona com a química? **Resposta pessoal. Os estudantes podem citar a estrutura constituída de metal. Aproveite para chamar**



3. A estrutura metálica retratada na foto forma a cúpula de um museu dedicado ao meio ambiente. Trata-se de uma obra de arte que convida o público a observar a biosfera e a refletir sobre as questões ambientais. Você concorda com a ideia de aliar arte e ciência para instigar a discussão sobre o ambiente? Converse com os colegas.

atenção para outros elementos presentes na imagem, como as plantas (e o processo bioquímico da fotossíntese que esses seres realizam), por exemplo. Incentive os estudantes a pensar em outras situações do cotidiano nas quais a química está presente.



Cúpula do Museu Biosfera em Montreal, Canadá.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- A foto de abertura da unidade mostra parte da estrutura geodésica criada pelo arquiteto estadunidense Richard Buckminster Fuller (1895-1983), que abriga o prédio do Museu Biosfera, em Montreal, no Canadá. Esse museu, dedicado ao meio ambiente, oferece atividades interativas e apresenta exposições sobre as principais questões ambientais relacionadas à água, às alterações climáticas, ao ar, às ecotecnologias e ao desenvolvimento sustentável.
- Buckminster Fuller, criador da estrutura geodésica da foto, inspirou o nome do fulereno-C₆₀, chamado de buckminsterfulereno. Os fulerenos são alótropos de carbono, compostos muito versáteis na síntese de novos produtos. A molécula de buckminsterfulereno é composta de 60 átomos de carbono e apresenta geometria semelhante à de uma bola de futebol.
- Discuta com os estudantes sobre a questão de valor. Se julgar pertinente, solicite a eles que realizem uma pesquisa a respeito de outros cientistas que aliaram criatividade com sustentabilidade ou mesmo sobre prêmios oferecidos para propostas de desenvolvimento sustentável.

HABILIDADE DESENVOLVIDA NO CAPÍTULO

(EF09CI03) Identificar modelos que descrevem a estrutura da matéria (constituição do átomo e composição de moléculas simples) e reconhecer sua evolução histórica.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Antes de iniciar o conteúdo do capítulo, retome com os estudantes a atividade 1 da seção *Primeiras ideias*. Registre, na lousa, as ideias da turma sobre o que é matéria e, depois do desenvolvimento do capítulo, formalize um conceito geral, reconstruindo as ideias apresentadas.
- A atividade do box *Para começar* trabalha aspectos do pensamento computacional, como a abstração e a identificação de padrões em busca de um método para solucionar o problema.
- Apesar de as fórmulas químicas ainda não terem sido apresentadas formalmente, solicite aos estudantes que citem as que conhecem. Muito provavelmente, a fórmula da água aparecerá entre os exemplos. Registre as fórmulas na lousa e peça a eles que expliquem o significado de cada uma delas.
- O texto da seção *(In)formação*, nesta página do manual, aborda o uso de modelos no ensino de Química, considerado fundamental para o entendimento de conceitos científicos.

PARA COMEÇAR

Fazer ciência está associado à elaboração de hipóteses, a investigações, à criatividade, à lógica e, certamente, a conhecimentos prévios. Se você tivesse a seu dispor uma caixa fechada que não pudesse abrir, como faria para descobrir o que há dentro dela?

Resposta pessoal. Comente com os estudantes que, pelo som obtido ao balançar a caixa e a sua massa, por exemplo, podem ser elaboradas hipóteses cuja chance de acerto é maior do que ao se fazer tentativas aleatórias.

↓ Modelo de coronavírus. (Cores-fantasia.)

A MODELAGEM CIENTÍFICA

Tanto as ciências da natureza (biologia, física, geologia, química, etc.) quanto as ciências humanas (história, filosofia, sociologia, etc.) utilizam modelos para interpretar, explicar e prever fenômenos.

Os modelos utilizados pela ciência são representações que têm como objetivo compreender, explicar e prever um fenômeno ou uma situação hipotética. A formulação de um modelo depende do conhecimento e da tecnologia disponíveis. Avanços tecnológicos que permitam fazer investigações mais detalhadas e descobertas científicas que não possam ser explicadas pelo modelo vigente podem levar à substituição ou à reformulação desse modelo.

Os modelos podem ser representados por ilustrações, equações matemáticas, esquemas e esculturas, por exemplo. Muitas imagens de vírus e de bactérias, disponíveis em livros de Ciências da Natureza, são modelos.

Neste capítulo, você vai conhecer alguns dos modelos propostos pela ciência para explicar a constituição da matéria.

12

(IN)FORMAÇÃO

Os modelos no ensino de Química

[...] um modelo pode ser entendido como uma representação de um objeto, processo, evento, sistema ou ideia e se origina de uma atividade mental. O modelo mental é uma representação individual e pessoal que pode ser construída de maneira individual ou em grupo, mas que é inacessível a outras pessoas. A forma como essa atividade mental consegue ser expressa para as outras pessoas, seja pela fala, ações, seja de qualquer outra maneira simbólica, é chamada de modelo expresso. Quando esse modelo passa a ser consensual dentro de um determinado grupo social, ele passa a ser chamado de modelo consensual. Um modelo que é consensual em uma comunidade científica é denominado modelo científico. O modelo histórico seria um modelo científico pro-

duzido em um contexto específico, mas que foi superado e colocado à margem da ciência. Pela complexidade dos modelos científicos, nas aulas de Ciências, são ensinadas simplificações desses modelos, denominadas de modelos curriculares. E, finalmente, o modelo de ensino – ou didático, ou pedagógico – que não engloba apenas objetos concretos trazidos pelo professor, mas todo o subsídio que esse utiliza para ajudar a aprendizagem dos alunos, como, por exemplo, ilustrações, objetos, gráficos, esquemas, analogias etc.

[...]

[...] para [...] aprender Ciências, deve-se tornar possível aos alunos o entendimento dos principais modelos científicos relativos aos tópicos em estudo, bem como [...] fazê-los entender a abrangência e limitação [desses modelos]. O aprendizado sobre Ciências, por outro lado,

deve possibilitar aos alunos o desenvolvimento de uma visão adequada sobre a natureza dos modelos. Nesse sentido, é preciso subsidiá-los na avaliação dos modelos científicos. Já para que aprendam a fazer ciência, deve-se estimular os aprendizes a criarem, expressarem e testarem seus próprios modelos.

LIMA, Analice de Almeida; Souza, Sandra Rodrigues de; SILVA, Suelly Alves da. Os modelos no ensino de química: uma investigação na formação inicial de professores [de] química. In: *XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (Eneq) e X Encontro Nacional de Educação Química da Bahia (Eduqui)*, 2012, Salvador. Anais [...]. Salvador: UFBA, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/article/view/7653>. Acesso em: 8 fev. 2022.

MODELO ATÔMICO DE DALTON

Pensadores da Antiguidade se perguntavam: O que aconteceria se a matéria fosse dividida em partes cada vez menores? As partes da matéria teriam as mesmas propriedades do conjunto? A matéria poderia ser dividida infinitamente?

Ao longo da história, diversos filósofos e estudiosos da natureza, ao investigar essas questões, propuseram diferentes modelos para a estrutura e a constituição da matéria.

O primeiro modelo baseado em dados experimentais, para explicar a estrutura da matéria, foi proposto em 1808 pelo químico inglês John Dalton (1766-1844).

Veja as principais características desse modelo, conhecido como **modelo atômico de Dalton**:

- A matéria é formada por **átomos**, que são partículas esféricas maciças, indivisíveis e indestrutíveis.
- Todos os átomos de um **elemento químico** apresentam a mesma massa e as mesmas propriedades. Os átomos de elementos químicos diferentes apresentam massas e propriedades diferentes.
- Nas **transformações químicas**, os átomos não são criados nem destruídos, mas se combinam de modos diferentes, originando novas substâncias.

Dalton representava seus modelos de átomos usando círculos com diferentes detalhes em seu interior. No entanto, como essa representação não se mostrava prática, o químico sueco Jöns Jacob Berzelius (1779-1848) propôs a substituição dos círculos por letras de imprensa maiúsculas e minúsculas.



Segundo Dalton, essa seria a representação de um átomo. O uso de pequenas esferas para representar átomos é um artifício utilizado até hoje pelos químicos.

ELEMENTOS QUÍMICOS			
	hidrogênio		estrôncio
	carbono		ferro
	oxigênio		zinco
	fósforo		cobre
	enxofre		chumbo
	magnésio		prata

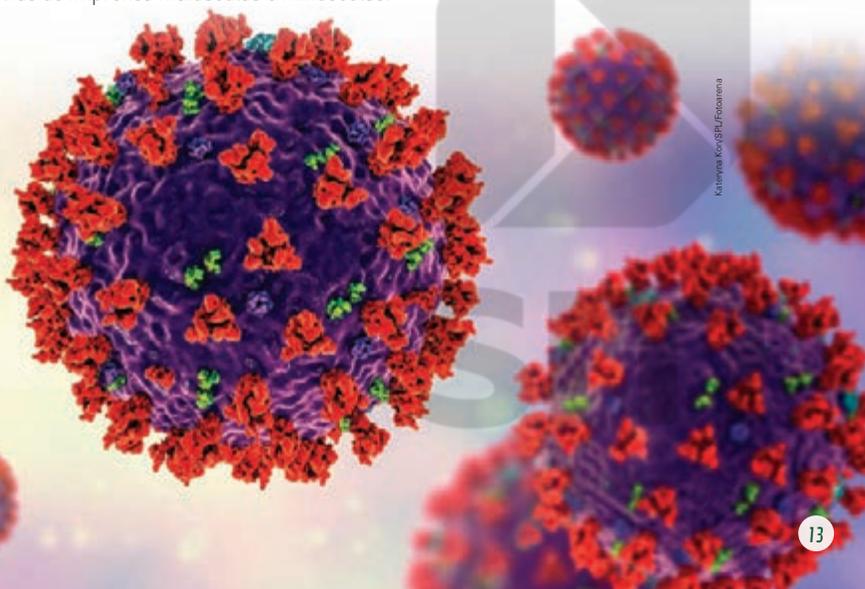
Dalton foi o primeiro cientista a criar uma simbologia para representar os átomos de elementos químicos.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Caso julgue relevante, esquematize na lousa a representação do átomo segundo Dalton – e, depois, a dos demais modelos estudados adiante no capítulo, conforme o desenvolvimento do tema for avançando. Avalie solicitar aos estudantes que façam o esquema na lousa. Peça a eles que copiem o(s) modelo(s) no caderno e listem as principais características que ele(s) apresenta(m).
- O texto sobre John Dalton da seção *(In)formação*, nas páginas 13 e 14 deste manual, pode ser compartilhado com os estudantes para mostrar como a ciência progride e a importância do trabalho de outros cientistas como base para as descobertas.

DE OLHO NA BASE

Nas páginas 12 e 13, são promovidos o processo cognitivo, o objeto de conhecimento e o modificador da habilidade **EF09CI03**, no contexto da modelagem científica – na página 13, é abordado o modelo atômico de John Dalton. O assunto tratado nessas páginas também desenvolve as competências específicas de Ciências da Natureza **2** e **3** (compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza), bem como a competência geral da Educação Básica **1** e a competência específica **1** (valorizar os conhecimentos historicamente construídos e compreender as Ciências da Natureza como empreendimento humano e o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico).



(IN)FORMAÇÃO

John Dalton (1766-1844)

[...] John Dalton marcou o desenvolvimento da teoria atômica, apoiado [...] por uma série de fatores de ordem profissional e de opções teóricas assumidas por Dalton. O primeiro destes fatores refere-se ao fato de Dalton não ter, originalmente, uma formação química, mas sim matemática, que [...] pode ter influenciado por uma perspectiva diferente de sua percepção dos fenômenos físicos e químicos. Outros fatores também podem ter sido importantes para a sua teoria, gerando uma série de interpretações sobre como Dalton chegou ao seu modelo atômico. Dentre estas podem ser citadas as influências dos trabalhos de Richter, a leitura do livro de Berthollet (1803-1804), algumas fontes também fazem referência

aos trabalhos de análise dos compostos eteno e metano, aliado às leis das proporções múltiplas. Também, são citados os trabalhos e suas reflexões sobre as teorias de mistura gasosa, pelo estudo de pesos atômicos e o justificando com uma proposta mecanicista, com base em sua reflexão acerca das reações com óxido de nitrogênio e das leis das proporções múltiplas. [...]

[...]

[...] pode-se compreender que a teoria atômica foi construída a partir de uma série de trabalhos publicados por Dalton, todos eles com foco específico nas questões relacionadas aos gases e à composição da atmosfera. Ou seja, grande parte dos estudos pertencente à área de meteorologia. Nesse sentido, parece haver uma progressão e uma mudança na forma que Dalton encarava

o átomo, de um corpuscularismo newtoniano, chegando a uma espécie de híbrido entre a teoria corpuscular de Newton e as leis de afinidade química, teorias muito estudadas na época [...].

Com base nesta compreensão, pode-se afirmar que a teoria atômica de John Dalton, como publicada em sua forma final em 1810, passa por dois momentos distintos de construção: em um primeiro momento, Dalton baseou sua proposta em uma teoria ligada a seus estudos acerca da física proposta por Isaac Newton (na leitura do *Principia* e do *Óptica*), ancorada no corpuscularismo newtoniano. E um segundo momento, através de seus estudos sobre misturas gasosas (1802 e 1805), com todas as discussões e críticas feitas pelos seus contemporâneos que o fizeram analisar e conceber uma união entre a proposta New-

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Converse com os estudantes sobre a possibilidade de, por meio da lei da conservação das massas, prever a quantidade de uma substância formada em uma reação química. Problematize a questão fazendo a pergunta: “Que informações são necessárias para se obter essa resposta?”. Observe se os estudantes percebem que é possível fazer tal previsão, desde que se conheçam os reagentes, os produtos e suas massas.
- Esclareça aos estudantes que o sistema fechado, citado na lei da conservação das massas, é a condição que garante que não haverá perda ou ganho de matéria. Para ilustrar, cite, por exemplo, que a massa final da queima de madeira (lenha) exposta ao ar será menor que a massa inicial, pela perda de vapores, de gases e de fuligem na combustão. A *Atividade complementar*, sugerida nas páginas 14 e 15 deste manual, pode ser realizada no início da aula para que os estudantes elaborem hipóteses acerca dos resultados obtidos e, em seguida, confirmem ou refutem suas hipóteses usando a lei da conservação das massas.
- O conteúdo da página 15 aprofunda as discussões sobre energia elétrica, feitas no 8º ano por meio das habilidades EF08CI01 a EF08CI06, ao apresentar modelos sobre as cargas elétricas na matéria.

DE OLHO NA BASE

Além de promover o objeto de conhecimento e o modificador da habilidade EF09CI03, a abordagem da lei da conservação das massas e dos modelos atômicos de Dalton e de Thomson, nas páginas 14 e 15, reforça o caráter provisório do conhecimento científico e ajuda na compreensão de conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza, desenvolvendo a competência geral 1 e as competências específicas 1, 2 e 3. O boxe *Valor* na página 15 trabalha as competências gerais 2 (exercício da criatividade) e 10 e a competência específica 8 (princípios sustentáveis).

A IMPORTÂNCIA E AS LIMITAÇÕES DO MODELO ATÔMICO DE DALTON

O modelo de Dalton explica adequadamente a conservação de massa e as relações entre as massas de reagentes e as de produtos nas reações químicas. Um de seus legados, o modelo de esferas, é utilizado ainda hoje pelos químicos para representar, por exemplo, os rearranjos de átomos nas transformações.

Os avanços científicos, entretanto, demonstraram que o átomo é formado por partículas ainda menores, ou seja, o átomo é divisível.

Além disso, não é a massa que caracteriza os átomos de um mesmo elemento químico, uma vez que átomos de diferentes elementos podem apresentar massas iguais e átomos do mesmo elemento podem apresentar massas diferentes.

Mesmo assim, o modelo atômico de Dalton foi um marco para o avanço da química a partir do século XIX.

sistema: é o meio em que ocorre a transformação química.



↑ Esquema da decomposição da água. (Representação sem proporção de tamanho; cores-fantasia.)

A LEI DA CONSERVAÇÃO DAS MASSAS E O MODELO ATÔMICO DE DALTON

Antoine-Laurent Lavoisier (1743-1794) é considerado por muitos o “pai” da química moderna por suas contribuições para o desenvolvimento dessa ciência.

A partir de uma série de experimentos, cuidadosamente planejados e executados, Lavoisier enunciou a **lei da conservação das massas**. Essa lei prevê que, nas transformações químicas que ocorrem em sistemas fechados, a massa do sistema inicial é igual à massa do sistema final.

A água, por exemplo, sofre decomposição gerando os gases hidrogênio e oxigênio. A tabela a seguir apresenta dados das massas dos sistemas inicial e final, determinados na decomposição da água, em três experimentos distintos.

Experimento	Sistema inicial	Sistema final	
	água	gás hidrogênio	gás oxigênio
1	18 g	2 g	16 g
2	9 g	1 g	8 g
3	36 g	4 g	32 g

Observe que a massa de água, presente no sistema inicial, é igual à soma das massas dos gases no sistema final, ou seja, à massa do sistema final, e que há uma proporção constante entre as massas de reagentes e produtos.

A lei da conservação das massas pode auxiliar na previsão da quantidade de produtos formados, bem como a de reagentes necessários em uma reação química. Isso é de extrema importância na indústria, pois contribui para o cálculo da quantidade de material a ser produzido e o custo da produção, por exemplo.

Vejam como o modelo de Dalton explica o fenômeno.

- Nas transformações químicas, os átomos não são criados nem destruídos, mas se rearranjam, dando origem a novas substâncias. Assim, a decomposição da água seria representada da seguinte forma:
- Todos os átomos de um mesmo elemento químico apresentam a mesma massa. Portanto, se o número de átomos se conserva e a massa dos átomos não se altera nas transformações, a massa inicial do sistema deve ser igual à massa final.

14

► toniana de partícula com as propostas de afinidade química, ambas apresentadas em sua época. [...]

Assim, pode-se compreender que este modelo dava conta, em sua época, de explicar os questionamentos que Dalton e outros pesquisadores tinham sobre o comportamento de gases, fenômenos meteorológicos, bem como a composição da atmosfera. Porém, essa proposta perdurou por vários anos até o seu modelo dar os primeiros sinais que chegara a um limite, onde eram necessários novos estudos para a estrutura atômica.

MELZER, Ehrick E. M.; AIRES, Joanez A. A história do desenvolvimento da teoria atômica: um percurso de Dalton a Bohr. *Amazônia: revista de educação em ciências e matemáticas*, UFPA, v. 11, n. 22, p. 62-77, jan./jun. 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/2137>. Acesso em: 8 fev. 2022.

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

A CONSERVAÇÃO DAS MASSAS

Objetivo

Possibilitar aos estudantes a constatação da conservação de massa em transformações químicas em um sistema fechado.

Material

- 2 potes (frascos) de vidro, um deles com tampa de rosca
- 2 comprimidos efervescentes
- fita adesiva dupla-face
- balança digital
- caneta para vidro
- água

A NATUREZA ELÉTRICA DA MATÉRIA

No final do século XVIII, os fenômenos elétricos já eram explicados pela existência de dois tipos de carga elétrica: positiva e negativa. Sabia-se que corpos carregados com a mesma carga se repelem, ao passo que corpos carregados com cargas opostas se atraem. Eram reconhecidos materiais que se eletrizavam facilmente, que eram bons ou maus condutores de corrente elétrica.

Acreditava-se, na época, que a eletricidade não estava presente na matéria, mas apenas passava por ela. Ou seja, a matéria transportaria a eletricidade. Contudo, no final do século XIX, evidências experimentais levaram os cientistas à conclusão de que a eletricidade fazia parte da matéria; os átomos não seriam indivisíveis, mas constituídos de partículas ainda menores, eletricamente carregadas. Essas evidências levaram à revisão do modelo atômico de Dalton.

O MODELO ATÔMICO DE THOMSON

Em 1897, o cientista inglês Joseph John Thomson (1856-1940) propôs a existência de partículas com carga elétrica negativa no interior do átomo, as quais foram chamadas **elétron**. Como os corpos são eletricamente neutros, os átomos não poderiam apresentar carga elétrica negativa. Assim, Thomson sugeriu a existência, no átomo, de carga elétrica positiva. Em 1906, ele propôs um modelo de átomo que ficou conhecido como **modelo atômico de Thomson**. Nesse modelo, o átomo é constituído de uma esfera sólida gelatinosa, carregada positivamente, com elétrons imersos em seu interior e em sua superfície.

Segundo Thomson, o número de elétrons no átomo deveria ser suficiente para anular a carga elétrica positiva da esfera. Assim, se um átomo perdesse elétrons, ele se tornaria positivamente carregado, pois sua carga total positiva seria superior à negativa. De forma semelhante, o ganho de elétrons o tornaria negativamente carregado.

COMPARANDO OS MODELOS DE DALTON E DE THOMSON

Em ambos os modelos, os átomos são esféricos. A grande diferença entre as propostas é a presença de uma partícula subatômica, o elétron, no modelo atômico de Thomson, ou seja, esse modelo considera o átomo com mais de um componente, ao contrário do modelo de Dalton, segundo o qual os átomos são estruturas indivisíveis.

Em seu modelo, Thomson propunha o fenômeno de ganho e perda de elétrons, que provoca um desequilíbrio entre as cargas elétricas. Esse desequilíbrio de cargas era uma maneira de justificar os fenômenos elétricos, que não eram explicados pelo modelo atômico de Dalton.

A ENERGIA ELÉTRICA

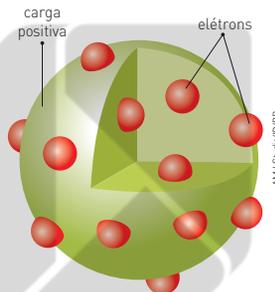
A demanda por energia elétrica é cada dia maior, e os meios de produção e de obtenção dessa energia nem sempre são sustentáveis.

A busca por fontes de energia limpa e por métodos para economia de energia é potencializada pelo uso da tecnologia e da criatividade.

Painéis solares que geram simultaneamente energia elétrica e água quente e sistemas de tratamento de resíduos orgânicos geradores de energia elétrica são alguns exemplos de projetos que buscam fontes alternativas para a produção de energia elétrica.

- **Proponha uma solução criativa para economizar energia elétrica em casa ou na escola.**

Veja resposta em **Respostas e comentários**.



↑ **Representação do modelo atômico de Thomson, conhecido como modelo do "pudim de passas". (Representação sem proporção de tamanho; cores-fantasia.)**

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Incentive os estudantes a citar exemplos de fenômenos elétricos do cotidiano, introduzindo o estudo sobre eletricidade estática (responsável, por exemplo, pelo choque que algumas pessoas tomam ao sair de um carro e encostar nele, pela formação de raios, etc.) e eletricidade dinâmica (fios e aparelhos elétricos, etc.).
- Trabalhe a ideia de que os modelos são elaborados para se compreender melhor os fenômenos da natureza. A revisão do modelo de Dalton ocorreu porque, entre outros aspectos, embora o modelo de Thomson defendesse a neutralidade elétrica da matéria, esse modelo conseguia explicar fenômenos elétricos; por isso, Thomson considerava a possibilidade de a matéria apresentar carga elétrica. A comparação dos modelos de Dalton e de Thomson fornece mostras do desenvolvimento científico. Nem sempre é necessário descartar ideias anteriores; ao contrário: elas são, em geral, o ponto de partida para o desenvolvimento científico.

Criatividade – curiosidade, solução de problemas

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

- Resposta pessoal. A criatividade pode se manifestar nas propostas de soluções para a economia de energia elétrica, na elaboração de campanhas de conscientização ou em outras sugestões dos estudantes.
- Troque ideias com a turma sobre como pesquisadores e cientistas utilizam a criatividade para otimizar o uso de energia elétrica.
- Dê destaque para o fato de que os cientistas estudados neste capítulo também eram motivados pela curiosidade e pelo desejo de saber, ao investigar os modelos atômicos. Incentive os estudantes a debater sobre o que os motiva a ser curiosos.

Como fazer

1. Utilizando a caneta para vidro, identifique os dois frascos como **A** e **B**.
2. Frasco **A**:
 - Com a fita adesiva dupla-face, prenda o comprimido na parte inferior da tampa do frasco.
 - Coloque água no frasco, mas sem deixar que encoste no comprimido.
 - Tampe o frasco e pese-o. Anote o valor.
 - Confirme se a tampa está bem fechada. Em seguida, vire o frasco para baixo, de modo que a água entre em contato com o comprimido, que então reagirá.
 - Após o término da efervescência, pese o frasco novamente e compare o valor encontrado com o valor inicial.

3. Frasco **B**:

- Coloque água no frasco **B**. Pese individualmente o frasco com água e o comprimido efervescente. Anote o valor.
- Coloque o comprimido na água do frasco, sem fechá-lo.
- Após o término da efervescência, pese novamente o frasco e compare o valor encontrado com o valor inicial.

Questões para discussão

1. Os valores encontrados na pesagem inicial e final do frasco **A** são iguais?
2. E, no frasco **B**, o valor da pesagem é igual no início e no fim do experimento?
3. Explique as diferenças encontradas.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Caso julgue oportuno, incentive os estudantes a dizer o que entendem por radioatividade. Em seguida, explore o conceito de radioatividade com a turma, explicando tratar-se da propriedade relacionada à emissão de radiação por núcleos atômicos.
- Auxilie os estudantes a perceber que os modelos de Dalton e de Thomson não explicam o fenômeno da radioatividade. O modelo que tenta explicar esse fenômeno é o de Rutherford, ao propor que o centro positivo imaginado por Thomson é formado por partículas nucleares (prótons).
- Esclareça que desintegrar não é simplesmente desaparecer: a transformação radioativa é resultado da capacidade que determinado átomo tem de emitir fragmentos do próprio núcleo, que é instável, e, por isso, sofre desintegração, emitindo também energia para o ambiente.
- Uma analogia para ajudar na compreensão do modelo atômico de Rutherford é: se o átomo tivesse o tamanho do estádio de futebol Maracanã (no Rio de Janeiro), o núcleo seria do tamanho de uma bola de tênis e ficaria no centro do gramado.
- O texto da seção *(In)formação*, nesta página do manual, pode ser compartilhado com os estudantes para debater a atuação das mulheres no progresso da ciência.

DE OLHO NA BASE

Nas páginas 16 e 17 dá-se continuidade ao desenvolvimento do processo cognitivo, do objeto de conhecimento e do modificador da habilidade **EF09CI03**, no contexto dos modelos de Rutherford e de Bohr. O conteúdo dessas páginas também desenvolve as competências específicas **2 e 3** (compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza e características e fenômenos do mundo natural) e as competências geral **1** e específica **1** (valorizar os conhecimentos historicamente construídos e compreender as Ciências da Natureza como empreendimento humano e o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico).

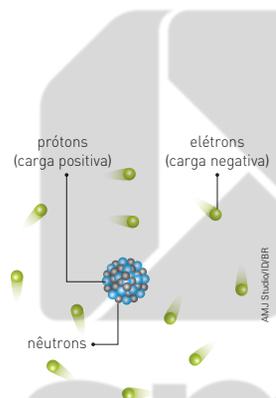
PARA EXPLORAR

Química: como entender os modelos atômicos? (Brasil, 2017, 4 min 37 s).

Esse vídeo apresenta um pouco da história do desenvolvimento de modelos atômicos.

Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=IDrKlqubzdw&ab>.

Acesso em: 7 fev. 2022.



↑ **Modelo atômico de Rutherford que mostra os nêutrons descobertos por Chadwick. A representação está fora de proporção, pois, para ilustrá-la corretamente, caso o núcleo tivesse 0,5 cm, a eletrosfera apresentaria um diâmetro com variação entre 50 m e 500 m. (Cores-fantasia.)**

16

A DESCOBERTA DA RADIOATIVIDADE E O MODELO ATÔMICO DE RUTHERFORD

O século XIX é considerado um período de imensos avanços científicos e tecnológicos. Entre as descobertas do final desse período, está a **radioatividade** – fenômeno pelo qual átomos de certos elementos químicos emitem radiação na forma de partículas, de energia ou de ambas.

Muitos cientistas contribuíram para as investigações da radioatividade, entre eles a física polonesa Marie Curie (1867-1934), seu marido, o físico e químico Pierre Curie (1859-1906), e o físico neozelandês Ernest Rutherford (1871-1937) e seus colaboradores.

O modelo proposto por Thomson não explicava os fenômenos investigados por Marie Curie. Ela afirmou, em um de seus artigos sobre a radioatividade, que a emissão de radiação deveria ser atribuída a uma propriedade atômica.

O MODELO ATÔMICO DE RUTHERFORD

Rutherford e seus colaboradores realizaram experimentos com materiais radioativos para investigar a estrutura do átomo. Com base nesses experimentos, Rutherford propôs, em 1911, um novo modelo atômico, denominado **modelo nuclear**.

De acordo com o modelo nuclear, o átomo seria constituído de duas regiões distintas: a central, conhecida como **núcleo**, e a periférica, denominada **eletrosfera**.

O núcleo seria compacto, muito pequeno quando comparado ao tamanho total do átomo, formado por partículas carregadas positivamente, chamadas **prótons**, que concentrariam praticamente toda a massa do átomo. Segundo o modelo de Rutherford, o núcleo seria de 10 mil a 100 mil vezes menor que a eletrosfera.

Na eletrosfera, os elétrons se movimentariam em torno do núcleo atômico como um “enxame de abelhas ao redor da colmeia”.

Para justificar a estabilidade da carga positiva, concentrada no núcleo, e explicar os valores da massa atômica, Rutherford propôs ainda a existência de partículas neutras no núcleo, cada uma delas com massa muito próxima à massa de um próton.

Contudo, Rutherford não conseguiu comprovar a existência dessas partículas. Coube ao físico inglês James Chadwick (1891-1974) a descoberta, em 1932, das partículas neutras propostas por Rutherford. Tais partículas, identificadas por meio de experimentos com materiais radioativos, foram denominadas **nêutrons**.

Apesar dos avanços que o modelo de Rutherford representou para o conhecimento da estrutura dos átomos, ele não explicava como os elétrons se mantinham em movimento em torno do núcleo. Segundo o conhecimento físico da época, os elétrons tenderiam a perder energia e colidiriam com o núcleo atômico.

(IN)FORMAÇÃO

O caso Marie Curie

Marie Curie é conhecida como uma das mulheres mais importantes da história do Ocidente moderno; dentre outras tantas cientistas, foi a primeira [...] [a ter] seu nome associado à radioatividade [...]. As pesquisas sobre a radioatividade enunciadas por Marie Curie não só criaram outra possibilidade para a Física e para Química, como também para outros homens e mulheres na ciência. Mudanças ocorreram na medicina, com a radioatividade aplicada resultando, entre outras coisas, na possibilidade da cura do câncer, o que afetou até mesmo a economia pelo fato de o rádio passar a ser o elemento químico mais caro do mundo. [...]

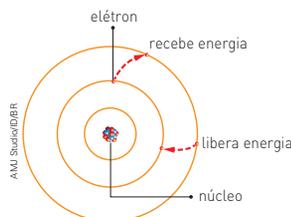
[...] Marie Curie integra a pequena lista de cientistas que conquistou o prêmio Nobel, [...] e ainda com a façanha de tê-lo recebido por duas vezes. Além disso, é a única que recebeu o prêmio em categorias diferentes: o primeiro em Física, em 1903, dividido com Pierre Curie e com Henri Becquerel; e o segundo sozinha, em Química, no ano de 1911. [...]

PUGLIESE, Gabriel. *Sobre o “caso Marie Curie”: a radioatividade e a subversão do gênero*. 2009. 194 p. Dissertação (Mestrado em Antropologia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8134/tde-03082011-125925/publico/2009_GabrielPugliese.PDF. Acesso em: 8 fev. 2022.

O MODELO DE RUTHERFORD-BOHR

O físico dinamarquês Niels Bohr (1885-1962) aprimorou o modelo de Rutherford, apresentando, em 1913, uma explicação para o movimento dos elétrons ao redor do núcleo. Esse modelo, chamado **modelo de Rutherford-Bohr** ou **modelo de Bohr**, mantinha as ideias fundamentais de Rutherford em relação ao átomo ser constituído de duas regiões: núcleo e eletrosfera. O modelo de Rutherford-Bohr propunha que:

- os elétrons giram ao redor do núcleo, ocupando determinados **níveis de energia** ou camadas eletrônicas;
- em cada órbita, o elétron possui energia constante; quanto mais próximo do núcleo, menor a energia do elétron em relação ao núcleo; quanto mais distante, maior sua energia;
- quando um elétron passa de uma camada eletrônica mais próxima do núcleo (de menor energia) para outra mais distante (de maior energia), ocorre absorção de energia. Inversamente, quando ele passa de uma camada mais distante para outra mais próxima do núcleo, ocorre liberação de energia. Essa passagem do elétron de uma camada eletrônica para outra é denominada **transição eletrônica**. A quantidade de energia absorvida ou liberada por um elétron corresponde exatamente à diferença entre os dois níveis de energia.



↑ Ao receber certa quantidade de energia, o elétron passa para um nível mais externo. Ao liberar a energia absorvida, ele volta ao nível em que estava. (Representação sem proporção de tamanho; cores-fantasia.)

NÚMERO ATÔMICO, NÚMERO DE MASSA E ELEMENTO QUÍMICO

A descoberta do próton e de que átomos de um mesmo elemento apresentam a mesma carga nuclear estabeleceu um novo critério para a identificação dos átomos. O número de prótons passou a identificar os átomos e foi designado como **número atômico**, que é representado pela letra **Z**. O número atômico é representado de forma subscrita, à esquerda do símbolo do elemento químico.

- ${}_{11}\text{Na}$ – indica que o número atômico do sódio é 11 ($Z = 11$).
- ${}_{8}\text{O}$ – indica que o número atômico do oxigênio é 8 ($Z = 8$).

Entretanto, como o símbolo do elemento está associado a seu número atômico, a representação do valor de Z , ou seja, do número atômico, é, em geral, omitida.

Com base no conceito de número atômico, podemos definir de forma mais precisa o que é um elemento químico. Assim, podemos dizer que **elemento químico** é o conjunto de átomos que têm o mesmo número atômico (Z).

O **número de massa (A)** corresponde à soma do número de prótons (Z) e do número de nêutrons (n) de um átomo.

$$A = Z + n$$

O número de massa é representado de forma sobrescrita, à esquerda do símbolo do elemento químico.

CÁLCULOS QUE ENVOLVEM NÚMERO DE MASSA E NÚMERO ATÔMICO

Considere o átomo de alumínio, representado por ${}_{13}^{27}\text{Al}$.

A quantidade de prótons é igual ao número atômico do alumínio, ou seja, 13. Como o número de massa corresponde à soma das quantidades de prótons e de nêutrons, temos:

$$A = Z + n$$

$$27 = 13 + n$$

$$n = 14 \text{ nêutrons}$$

O número de elétrons é igual ao número de prótons, que, por sua vez, é igual ao número atômico, 13.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Comente com os estudantes que o principal aspecto da elaboração do modelo de Bohr foi a necessidade de explicar o comportamento dos elétrons. Rutherford explicou o núcleo e as relações de massa e de carga entre o núcleo e a eletrosfera, porém não foi capaz de explicar por que os elétrons (de carga negativa) não se chocavam contra o núcleo (de carga positiva).
- É importante que os estudantes entendam que os elétrons estão distribuídos em camadas (níveis de energia). Ao receber energia, os elétrons “saltam” para uma camada mais externa; ao retornar à camada original, eles emitem (perdem) energia na forma de luz.
- Por meio de um experimento simples, mostre aos estudantes que, quando lançamos um pouco de sal de cozinha sobre a chama de uma vela, por exemplo, a chama adquire coloração amarelada. Isso ocorre em razão da emissão de luz pelos elétrons do sódio, que retornam aos níveis de energia originais, após a excitação causada pelo calor.

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

- Esta atividade auxilia os estudantes a recordar os modelos atômicos.
- a) Em um átomo neutro, o número de prótons é igual ao número de elétrons.
b) $A = Z + n = 80 = 35 + n$; logo, $n = 45$.
- $A = Z + n = 23 = 11 + n$; logo, $n = 12$.
- Um modelo científico não pode ser considerado definitivo se for levado em conta o caráter dinâmico da ciência; pode haver evolução e/ou substituição de um modelo por outro. O modelo atômico de Dalton explicava os fenômenos que eram conhecidos na época em que foi criado, mas, quando ele não foi mais suficiente para responder a todas as questões, começou-se a pensar em um novo modelo que representasse melhor o avanço nos conhecimentos sobre o átomo e as evidências que se tinha nessa área de estudo, à época: o modelo de Thomson.
- Dalton: os átomos são partículas esféricas maciças, indivisíveis e indestrutíveis; Rutherford: o átomo é constituído de duas regiões: a central, conhecida como núcleo, e a periférica, denominada eletrosfera.
- A atividade permite aos estudantes comparar o modelo de Bohr com modelos propostos por outros cientistas.
- II. O modelo de Thomson previa a existência de cargas negativas no átomo.
III. O modelo de Dalton considerava o átomo uma esfera maciça e indivisível.
- Com a descoberta de novas partículas, como prótons e elétrons, percebeu-se que o átomo não é indivisível.
-

$^{79}_{35}\text{Br}$	$^{24}_{12}\text{Mg}$	$^{23}_{11}\text{Na}$	$^{32}_{16}\text{S}$	$^{108}_{47}\text{Ag}$
35	12	11	16	47
44	12	12	16	61
35	12	11	16	47

- Os estudantes devem consultar a Tabela Periódica para encontrar o átomo cujo $Z = 10$.

ATIVIDADES

- No caderno, relacione o nome dos cientistas às sentenças que descrevem o modelo proposto por eles. **I – D; II – B; III – A; IV – C.**
 - Dalton
 - Thomson
 - Rutherford
 - Bohr
 - Seu modelo de átomo assemelha-se a um enxame de abelhas em volta de um núcleo.
 - Seu modelo atômico era semelhante a um bolinho com uvas-passas.
 - Aprimorou o modelo atômico em que os elétrons se movimentam como um “enxame” ao redor do núcleo ao introduzir o conceito de camadas eletrônicas (níveis de energia).
 - Imaginava o átomo como uma esfera maciça.
- Um átomo neutro de determinado elemento químico contém 35 prótons. **a) 35 elétrons. b) 45 nêutrons.**
 - Quantos elétrons esse átomo possui?
 - Sabendo que esse átomo apresenta número de massa (A) igual a 80, quantos nêutrons há nesse núcleo atômico?
- Considere um átomo contendo 11 prótons em seu núcleo. Sabendo que o número de massa é 23, encontre a quantidade de nêutrons desse átomo. **12 nêutrons.**
- Um modelo científico pode ser considerado definitivamente correto? Pode haver evolução ou até mesmo a substituição de um modelo por outro que explique melhor a natureza e seus fenômenos?
 - Relacione essas questões com os modelos atômicos de Dalton e de Thomson.
Veja resposta em Respostas e comentários.
- Cite as principais diferenças entre o modelo atômico de Dalton e o modelo atômico de Rutherford. **Veja resposta em Respostas e comentários.**
- Leia as proposições a seguir e julgue a que está de acordo com o modelo atômico proposto por Bohr. Justifique sua resposta.
 - A matéria é composta de átomos, partículas esféricas indivisíveis.
 - Os elétrons giram ao redor do núcleo, ocupando determinados níveis de energia.

6. Proposição II. Uma das proposições do modelo de Bohr era que os elétrons giravam em torno do núcleo e ocupavam determinadas camadas eletrônicas ou níveis de energia. A proposição I corresponde ao modelo atômico de Dalton.

- São descritas a seguir algumas características dos modelos atômicos de Dalton e de Thomson.
 - Apenas o modelo de Dalton considera o átomo maciço.
 - Ambos os modelos consideram o átomo neutro.
 - O modelo de Dalton considera o átomo divisível.
 - O modelo de Thomson considera o átomo divisível.

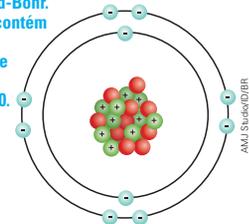
Escreva no caderno a alternativa que contenha apenas informações corretas.

 - Afirmativas I e IV. **7. Alternativa a.**
 - Afirmativas II e IV. **8. Com a descoberta de novas partículas, como prótons e elétrons, percebeu-se que o átomo não é indivisível.**
 - Afirmativas II e III.
 - Afirmativas I e III.
- Explique por que o significado da palavra átomo (indivisível) não está de acordo com os modelos atômicos atuais.
- Copie a tabela a seguir e preencha os espaços hachurados. São dados os seguintes números de massa: Na (sódio) = 23, S (enxofre) = 32 e Ag (prata) = 108.
Veja resposta em Respostas e comentários.

Símbolo	^{79}Br	^{24}Mg}	|||||	|||||	|||||
Prótons	|||||	|||||	11	|||||	47
Nêutrons	44	|||||	12	16	61
Elétrons	|||||	12	11	16	|||||

- Observe a representação abaixo.

a) Rutherford-Bohr.
b) O átomo contém 10 prótons, 10 nêutrons e 10 elétrons. $Z = 10$, $A = 20$. Trata-se do átomo de neônio.



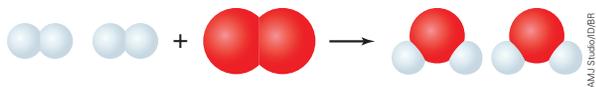
- Que modelo atômico pode ser associado a essa representação?
- Quais informações podem ser obtidas da análise dessa representação?

ESTRATÉGIAS DE APOIO

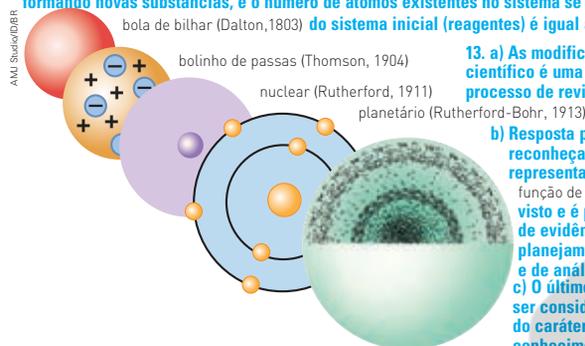
Utilize as atividades para fazer uma avaliação dos estudantes, procurando identificar eventuais pontos frágeis no aprendizado dos modelos atômicos e dos demais assuntos do capítulo.

Uma estratégia para retomar o conteúdo e ajudar os estudantes que tiveram dificuldade em compreender os modelos relacionados à estrutura da matéria é apresentar-lhes vídeos sobre o tema e pedir que façam as próprias representações (bidimensionais ou tridimensionais) dos modelos apresentados no Livro do Estudante. Se necessário, retome a ideia de esquematizar os modelos atômicos na lousa, repassando suas características. Depois, reavalie se as dificuldades dos estudantes foram superadas.

11. É possível explicar, com base nos modelos atômicos descritos neste capítulo, o que ocorre quando um átomo ganha ou perde elétrons? **Segundo Thomson, se um átomo perde elétrons, ele fica com carga elétrica positiva; se ganha elétrons, ele fica com carga elétrica negativa.**
12. O modelo a seguir representa a reação de síntese da água a partir dos gases hidrogênio (H_2) e oxigênio (O_2). Observe-o e responda às questões.



- a) Que modelo atômico pode ser associado a essa representação? **O modelo de Dalton.**
- b) Como o modelo atômico representado explica o princípio de conservação das massas?
13. Ao longo da história, o modelo proposto para a estrutura da matéria (modelo atômico) sofreu diversas modificações e, até hoje, é tema de discussões científicas. A ilustração a seguir representa alguns dos principais modelos atômicos propostos. **12. b) Segundo o modelo atômico de Dalton, átomos de um mesmo elemento têm a mesma massa. Em uma transformação química, os átomos apenas se rearranjam, formando novas substâncias, e o número de átomos existentes no sistema se conserva. Isso significa que a massa do sistema inicial (reagentes) é igual à massa do sistema final (produtos).**



- 13. a) As modificações revelam que o conhecimento científico é uma construção humana, em constante processo de revisão/reelaboração.**
- b) Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes reconheçam que os modelos são uma representação daquilo que não pode ser visto e é proposto a partir de uma série de evidências, muitas delas fruto do planejamento minucioso de experimentos e de análise de dados obtidos.**
- c) O último modelo atômico não pode ser considerado definitivo, em virtude do caráter dinâmico da construção do conhecimento científico.**

- a) O que essas modificações revelam sobre o processo de construção do conhecimento científico?
- b) Explique, com suas palavras, o que são modelos no contexto da química.
- c) Podemos considerar o último modelo atômico representado como definitivo?
14. Alguns tipos de brinquedos, pinturas faciais, pulseiras e colares distribuídos em festas parecem brilhar como se tivessem luz própria. Trata-se do fenômeno da luminescência, que é visualmente atraente e desperta a curiosidade de pessoas de todas as idades.

Na verdade, o que acontece é um processo de excitação eletrônica, que faz com que os elétrons se movam de uma camada para outra, o que causa uma emissão de luz visível.

- a) Que modelo atômico é capaz de explicar essa movimentação de elétrons?
- b) A emissão de luz pode ocorrer na forma de fluorescência ou de fosforescência. Faça uma breve pesquisa e diferencie esses dois tipos de luminescência.



- a) Modelo de Rutherford-Bohr.**
- b) Na fluorescência, a emissão de luz é interrompida assim que o estímulo (energia fornecida ao material) é interrompido. Já na fosforescência, a emissão de luz continua por um tempo após a interrupção do estímulo, ou seja, a diferença está na forma como a radiação é dissipada.**

11. Caso julgue necessário, retome o modelo de Thomson com os estudantes.
12. Caso julgue necessário, retome o modelo de Dalton com os estudantes.
13. Aproveite esta atividade para discutir com os estudantes sobre a construção do pensamento científico. Pergunte-lhes se conseguem pensar em outros exemplos de modelos em processo de revisão/reelaboração.
14. a) Caso julgue necessário, retome o modelo de Rutherford-Bohr com os estudantes.

DE OLHO NA BASE

As atividades 1, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 13 e 14 se relacionam aos modelos históricos que descrevem a estrutura da matéria, promovendo a habilidade **EF09CI03**. Também são desenvolvidas as competências específicas 2 e 3 (compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza e características e fenômenos do mundo natural) e as competências geral 1 e específica 1 (valorizar os conhecimentos historicamente construídos e compreender as Ciências da Natureza como empreendimento humano e o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico) – estas últimas, em especial nas questões 1, 4, 8 e 13.

- Faça a leitura dos textos desta seção ou solicite aos estudantes que os leiam em duplas ou em trios. Se necessário, ajude-os a interpretar os textos. Ao final, peça a eles que digam quais são as ideias principais dos textos.
- A seção discute as tentativas de uso de símbolos para representar as substâncias e as partículas que as compõem. É interessante levar os estudantes a refletir que, antes da adoção do atual sistema de representação dos elementos químicos, foram propostas outras formas de representar os elementos e as substâncias. Discuta com a turma se, com o aumento do conhecimento sobre a matéria, é possível que o padrão atual possa ser revisto no futuro. Essa abordagem favorece a percepção do caráter mutável das representações científicas.
- Converse com os estudantes sobre a linguagem e seu uso como instrumento de poder e de exclusão. A capacidade de compreender as informações de um texto possibilita às pessoas se posicionarem criticamente sobre um assunto. Textos escritos com jargões próprios de um pequeno grupo são pouco acessíveis. É interessante, portanto, discutir com os estudantes se o jargão das ciências é útil para a compreensão de situações que se apresentam no cotidiano deles. Não é necessário chegar a uma conclusão ou a um posicionamento definitivo sobre o assunto, mas deve-se propor uma reflexão. Outros exemplos de linguagens que pertencem a certas culturas acadêmicas e que, muitas vezes, acabam por excluir setores da população podem ser citados, como as terminologias médica e jurídica. Esse momento pode ser propício para um trabalho interdisciplinar com o componente curricular Língua Portuguesa.
- Estabelecer padrões para o reconhecimento de elementos químicos reflete a identificação de padrões presente também no pensamento computacional.

DE OLHO NA BASE

Esta seção aborda as mudanças históricas das representações dos elementos químicos e das substâncias, promovendo as competências geral 1 e específica 1 (valorizar os conhecimentos historicamente construídos e compreender as Ciências da Natureza como empreendimento humano e o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico).

A representação das substâncias

Os elementos químicos conhecidos pelo ser humano estão reunidos em uma tabela conhecida como **Tabela Periódica dos Elementos** ou, simplesmente, Tabela Periódica.

Cada elemento químico da Tabela Periódica é representado por um símbolo. Por meio dos símbolos dos elementos químicos, podemos representar substâncias constituídas de dois ou mais átomos iguais ou diferentes. Por exemplo, a água, composta de dois átomos de hidrogênio e um átomo de oxigênio, é representada pela fórmula H₂O.

A simbologia de elementos químicos, das substâncias, etc. é bastante comum atualmente, mas será que essas representações sempre foram utilizadas ao longo da história da ciência?

hermético: nesse caso, difícil de entender ou de interpretar.

As representações na alquimia

A utilização de representações na Química é tão antiga quanto sua própria origem. Podemos encontrar sinais simbólicos como parte integrante dos documentos alquímicos gregos que datam do décimo terceiro ao décimo quinto século [a.C.] [...]. Por motivo de segurança, os alquimistas utilizam uma linguagem enigmática para descrever suas teorias, materiais e operações [...]. Por consequência disto a linguagem alquímica, ao mesmo tempo em que

precisava ser difundida entre os alquimistas, era restrita para manter seu caráter **hermético**. Para isso a Alquimia usou e abusou de signos e símbolos incompreensíveis para qualquer pessoa que não fosse iniciada. Essa linguagem foi criada pelos estudiosos da Alquimia, que associavam os materiais e cada fase de seus trabalhos a imagens ou formas que [...] [lhes] eram familiares, criando, assim, verdadeiros códigos de interpretação.

Agostinho Serrano de Andrade Neto; Daniele Raupp; Marco Antonio Moreira. A evolução histórica da linguagem representacional química: uma interpretação baseada na teoria dos campos conceituais. Em: *VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 2009, Florianópolis. Anais [...]. Florianópolis: UFSC, 2009. Disponível em: <https://fep.if.usp.br/~profis/arquivo/encontros/enpec/vii%20ENPEC%20-%202009/www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/528.pdf>. Acesso em: 7 fev. 2022.



As representações alquímicas também se caracterizavam pela ausência de padronização, ou seja, um material poderia receber símbolos distintos considerando diferentes alquimistas. Observe, no quadro, alguns símbolos utilizados por alquimistas. Ao longo dos séculos XVIII e XIX, foram propostas novas formas de representação dos elementos químicos e das substâncias, com o objetivo de superar as dificuldades inerentes às representações alquímicas e também de propor explicações sobre a constituição da matéria e suas transformações.

Os símbolos de Berzelius

Nos séculos XVIII e XIX, os químicos da época utilizavam uma variedade de símbolos e abreviaturas, de certa forma confusa e com interpretações diferentes para o mesmo símbolo.

Como exemplo dessa época, citamos a fórmula H_2O_2 que para alguns químicos representava água e, para outros, peróxido de hidrogênio. Os relatos mostram que não havia uma única representação de uma dada molécula, adotada por todos.

John Jacob Berzelius (químico sueco, 1779-1848) propôs que os elementos fossem designados por abreviaturas baseadas nos respectivos nomes em grego ou latim. Detalhou então na sua escrita que, por exemplo, o elemento fósforo, em latim escrito como *phosphorum* fosse representado pela letra P, e o elemento prata, *argentum* em latim, representado pelas letras Ag. Como na época o latim era falado em grande parte do mundo ocidental, era natural que os símbolos/abreviaturas ou representações dos elementos químicos fossem derivados de seus nomes latinos.

Com essa proposta, Berzelius introduziu uma linguagem geral para os elementos e compostos químicos, independente[mente] da língua do país, como exemplo, o caso do elemento oxigênio: o símbolo proposto O, em holandês é escrito como *zuurstof*, em italiano *ossigeno*, em chinês *yang qi*, e em português oxigênio. A partir dessa proposta os químicos foram incorporando a nova forma de representação, e a linguagem química passou a ter uniformização de escrita, que todos entendiam o que era escrito nos trabalhos dos cientistas (independente da língua do país). Assim, cada elemento químico, natural ou sintetizado, deve ser representado por um símbolo que o identifique universalmente.

Vânia Martins Nogueira; Camila Silveira da Silva; Olga Maria Mascarenhas F. Oliveira. Os símbolos de Berzelius. Em: *Linguagem química*. São Paulo: Redefor/Unesp, 2011. p. 12-13. Disponível em: https://acervodigital.unesp.br/bitstream/123456789/40556/4/2ed_qui_m1d3.pdf. Acesso em: 7 fev. 2022.

Em discussão

Responda sempre no caderno.

1. De acordo com os textos, que características são encontradas nas representações alquímicas? **Os signos e símbolos eram incompreensíveis para os não iniciados e se baseavam em imagens e formas que eram familiares aos alquimistas que os elaboravam. Também se observa a ausência de padronização nos símbolos.**
2. Que avanço a proposta de Berzelius trouxe para a representação dos elementos e das fórmulas? **A proposta de Berzelius introduziu uma linguagem geral para os elementos e compostos químicos, independentemente da língua falada no país.**
3. O sistema atual de representação dos elementos químicos, ou seja, a utilização da letra inicial do elemento químico e, quando necessário, da segunda letra, apresenta vantagem em relação aos símbolos utilizados na alquimia? **Sim, pois o sistema atual de representação é padronizado e mais fácil de ser compreendido, por ter um código único.**
4. Atualmente, o ácido sulfúrico é representado pela fórmula H_2SO_4 . Utilizando os símbolos de Dalton indicados no início do capítulo, proponha uma representação para esse ácido. **Veja resposta em Respostas e comentários.**

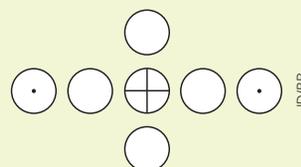
ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Sempre que possível, proponha dinâmicas com diferentes níveis de interação entre os estudantes. Nesta atividade, possibilite que os estudantes se voltem para um colega e falem sobre o tema ou que manifestem suas ideias em pequenos grupos, por um período de tempo, antes de compartilhá-las com a turma toda. Essa prática contribui para construir o conhecimento e aliviar a ansiedade dos estudantes.

EM DISCUSSÃO

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

4. Neste momento, não é necessário que os estudantes saibam a quantidade de ligações de cada átomo. O importante, nesta etapa, é que eles compreendam o código.



O conteúdo das páginas 22 e 23 promove as competências específicas de Ciências da Natureza **2** e **3**, ao abordar conceitos fundamentais e estruturas explicativas das ciências e características e fenômenos do mundo natural, e as competências geral **1** e específica **1**, ao valorizar os conhecimentos historicamente construídos e ao compreender as Ciências da Natureza como empreendimento humano e o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico.

CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICA

***Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes percebam que a periodicidade de um evento permite fazer previsões e planejamentos. Por exemplo: os agricultores que preparam o solo e fazem o plantio antes de uma estação com chuvas frequentes.**

PARA COMEÇAR

*Periodicidade é uma característica que está relacionada a um evento que se repete em intervalos regulares. Que importância você vê em reconhecer um evento periódico? **

↓ Devido à variação da posição da Lua em relação à Terra e ao Sol, a porção visível que é iluminada sofre mudanças. Essas mudanças ocorrem em um período cíclico de pouco mais de 29 dias e são denominadas fases da lua.

PERIODICIDADE DOS ELEMENTOS QUÍMICOS

Quando eventos se repetem de tempos em tempos, dizemos que eles ocorrem periodicamente. As estações do ano são periódicas: inverno e verão podem ser considerados eventos distintos, pois possuem diferenças, mas eles se repetem periodicamente.

As propriedades dos elementos químicos também se repetem periodicamente. A repetição, porém, não ocorre em intervalos regulares de tempo, mas de acordo com critérios que levam em consideração a estrutura atômica.

Entre o final do século XVIII e o início do século XIX, a comunidade científica investigava formas de organização dos elementos químicos. Nesse período, ocorreu a divulgação de resultados de pesquisas que levaram a inúmeros desenvolvimentos científicos, à elaboração de novos modelos e à identificação de padrões recorrentes nas propriedades dos elementos químicos.



ORGANIZAÇÃO DOS ELEMENTOS QUÍMICOS

A distribuição dos elementos na classificação periódica resulta de uma série de observações de suas propriedades físicas e químicas. A organização dos elementos atual deriva, principalmente, dos trabalhos desenvolvidos pelo químico russo Dimitri Ivanovic Mendeleiev (1834-1907).

Na Tabela Periódica, os elementos químicos estão organizados em ordem crescente de número atômico. Cada linha da classificação é denominada **período**, e cada coluna é chamada de **grupo** ou **família**.

Os grupos ou famílias são identificados por um número de 1 a 18 e aparecem em ordem crescente, da esquerda para a direita.

A Tabela Periódica traz, entre outras informações, as massas atômicas dos elementos, expressas em unidades de massa atômica (u).

Assim como o quilograma, que é a medida de massa utilizada no Sistema Internacional de Unidades (SI), a massa atômica também é uma medida relativa. Uma unidade de massa atômica corresponde a $\frac{1}{12}$ da massa atômica do isótopo do carbono-12 (^{12}C), que equivale a 12 u. A massa atômica de um elemento representada na Tabela Periódica é a média ponderada das massas dos isótopos existentes desse elemento.

ISÓTOPOS

Os elementos químicos podem apresentar átomos com diferentes números de massa.

Quando átomos do mesmo elemento apresentam números de massa diferentes, eles são chamados de isótopos. É o caso, por exemplo, dos isótopos do elemento carbono: ^{12}C , ^{13}C e ^{14}C . Esses três isótopos existem na natureza, em proporções distintas, e apresentam diferentes números de nêutrons em seu núcleo atômico, por isso seus números de massa (A) também são distintos.

O carbono-14 ou simplesmente C-14 é o isótopo radioativo do carbono. O carbono apresenta número atômico (Z) igual a 6. O valor 14 se refere ao número de massa do isótopo radioativo, que é utilizado para datação da matéria orgânica. A datação é uma técnica que permite estimar a idade de um material que contenha átomos de carbono em sua composição.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Discuta com os estudantes a história dos modelos da Tabela Periódica e suas principais limitações.
- Comente que, tal qual aconteceu com os modelos atômicos, descobertas podem ser incorporadas ao que se conhece, sem desconsiderar todas as ideias anteriores. Ao contrário, muitas vezes as ideias já aceitas são fundamentais para o progresso do conhecimento humano. A *Atividade complementar*, sugerida nesta página do manual, vai ao encontro dessa ideia, ao sugerir que os estudantes construam uma linha do tempo mostrando a evolução da Tabela Periódica.
- Utilize o tema do boxe *Ampliação* desta página do Livro do Estudante para retomar o assunto radioatividade abordado no capítulo anterior. Caso julgue pertinente, oriente os estudantes a realizar uma pesquisa sobre outros tipos de isótopo e suas propriedades.



Space Place/WASA

23

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

A HISTÓRIA DA TABELA PERIÓDICA

Peça aos estudantes que pesquisem a história da Tabela Periódica e elaborem uma linha do tempo em que constem os nomes dos cientistas que colaboraram para a construção da classificação periódica dos elementos.

Caso julgue oportuno, a realização dessa atividade permite o uso de metodologias ativas de construção de uma linha do tempo em formato digital e sua ampliação, em um segundo momento, com a inclusão de dados sobre a descoberta dos elementos químicos.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Esclareça aos estudantes que a organização dos elementos como a que está apresentada nesta página do Livro do Estudante é uma das muitas possíveis. Adotada pela maioria dos cientistas, tornou-se uma tradição, mas não exclui outras possibilidades de organização.
- Caso julgue oportuno, aproveite este momento para trabalhar conceitos importantes explicitados na tabela, como o de número atômico e o de massa atômica.
- Explore com os estudantes a organização da Tabela Periódica em períodos e em famílias. Oriente-os a observar que o valor de massa atômica da Tabela Periódica é uma média ponderada das massas dos isótopos do elemento químico.
- Apresente aos estudantes os três grupos principais dos elementos químicos e o hidrogênio e suas características.

DE OLHO NA BASE

Nas páginas 24, 25 e 26 dá-se continuidade ao desenvolvimento das competências específicas de Ciências da Natureza **2** e **3** (compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza e características e fenômenos do mundo natural) e das competências geral **1** e específica **1** (valorizar os conhecimentos historicamente construídos e compreender as Ciências da Natureza como empreendimento humano e o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico).

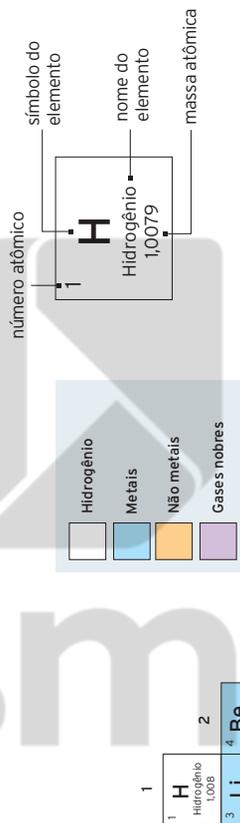
24

OUTRAS FONTES

MATEUS, Alfredo Luis. Organização para ninguém botar defeito! *Ciência Hoje das Crianças*, 21 jun. 2019. Disponível em: <http://chc.org.br/artigo/organizacao-para-ninguem-botar-defeito/>. Acesso em: 8 fev. 2022.

O texto traz informações sobre o trabalho do químico russo Dmitri Mendeleev (1834-1907) para a construção da Tabela Periódica, mostrando como foi possível prever as propriedades de elementos que ainda não haviam sido descobertos.

TABELA PERIÓDICA



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 H Hidrogênio 1,008	2 He Hélio 4,0026	3 Li Lítio 6,94	4 Be Berílio 9,0122	5 B Boro 10,81	6 C Carbono 12,011	7 N Nitrogênio 14,007	8 O Oxigênio 15,999	9 F Fluor 18,998	10 Ne Neônio 20,180	11 Na Sódio 22,990	12 Mg Magnésio 24,305	13 Al Alumínio 26,982	14 Si Silício 28,085	15 P Fósforo 30,974	16 S Enxofre 32,06	17 Cl Cloro 35,45	18 Ar Argônio 39,948
19 K Potássio 39,098	20 Ca Cálcio 40,078	21 Sc Escândio 44,956	22 Ti Titânio 47,867	23 V Vanádio 50,942	24 Cr Cromo 51,996	25 Mn Manganês 54,938	26 Fe Ferro 55,845	27 Co Cobalto 58,933	28 Ni Níquel 58,693	29 Cu Cobre 63,546	30 Zn Zinco 65,38	31 Ga Gálio 69,723	32 Ge Germânio 72,630	33 As Arsênio 74,922	34 Se Selênio 78,971	35 Br Bromo 79,904	36 Kr Criptônio 83,798
37 Rb Rubídio 85,468	38 Sr Estrôncio 87,62	39 Y Ítrio 88,906	40 Zr Zircônio 91,224	41 Nb Níbio 92,906	42 Mo Molibdênio 95,95	43 Tc Técnetio	44 Ru Rúteno 101,07	45 Rh Ródio 102,91	46 Pd Paládio 106,42	47 Ag Prata 107,87	48 Cd Cádmio 112,41	49 In Índio 114,82	50 Sn Estanho 118,71	51 Sb Antimônio 121,76	52 Te Telúrio 127,60	53 I Iodo 126,90	54 Xe Xenônio 131,29
55 Cs Césio 132,91	56 Ba Bário 137,33	57 La Lantânio 138,91	58 Ce Cério 140,12	59 Pr Praseodímio 140,91	60 Nd Neodímio 144,24	61 Pm Promécio	62 Sm Samaritônio 150,36	63 Eu Európio 151,96	64 Gd Gadolínio 157,25	65 Tb Térbio 158,93	66 Dy Dissprósio 162,50	67 Ho Hólio 164,93	68 Er Érbio 167,26	69 Tm Tulio 168,93	70 Yb Íterbio 173,05	71 Lu Lutécio 174,97	
87 Fr Frâncio 132,91	88 Ra Rádio	89 Ac Actínio 227,04	90 Th Tório 232,04	91 Pa Protactínio 231,04	92 U Urânio 238,03	93 Np Netúlio	94 Pu Plutônio	95 Am Améριο	96 Cm Cúrio	97 Bk Berquílio	98 Cf Califórnia	99 Es Einsteinium	100 Fm Férmio	101 Md Mendelevium	102 No Nobelium	103 Lr Lawrencium	104 Uu Ununquátio
89 Fr Frâncio 132,91	88 Ra Rádio	89 Ac Actínio 227,04	90 Th Tório 232,04	91 Pa Protactínio 231,04	92 U Urânio 238,03	93 Np Netúlio	94 Pu Plutônio	95 Am Améριο	96 Cm Cúrio	97 Bk Berquílio	98 Cf Califórnia	99 Es Einsteinium	100 Fm Férmio	101 Md Mendelevium	102 No Nobelium	103 Lr Lawrencium	104 Uu Ununquátio

57 La Lantânio 138,91	58 Ce Cério 140,12	59 Pr Praseodímio 140,91	60 Nd Neodímio 144,24	61 Pm Promécio	62 Sm Samaritônio 150,36	63 Eu Európio 151,96	64 Gd Gadolínio 157,25	65 Tb Térbio 158,93	66 Dy Dissprósio 162,50	67 Ho Hólio 164,93	68 Er Érbio 167,26	69 Tm Tulio 168,93	70 Yb Íterbio 173,05	71 Lu Lutécio 174,97
89 Ac Actínio 227,04	90 Th Tório 232,04	91 Pa Protactínio 231,04	92 U Urânio 238,03	93 Np Netúlio	94 Pu Plutônio	95 Am Améριο	96 Cm Cúrio	97 Bk Berquílio	98 Cf Califórnia	99 Es Einsteinium	100 Fm Férmio	101 Md Mendelevium	102 No Nobelium	103 Lr Lawrencium

Fonte de pesquisa: Periodic Table of elements (tradução nossa): Tabela Periódica dos elementos. Lupaac. Disponível em: <https://lupaac.org/what-we-do/periodic-table-of-elements/>. Acesso em: 22 mar. 2022.

CLASSIFICAÇÃO DOS ELEMENTOS

A classificação periódica nos fornece informações sobre as propriedades físicas e químicas dos elementos. Por isso, é importante aprender a consultá-la, o que requer a compreensão da forma como foi organizada.

Elementos de um mesmo grupo ou família apresentam características semelhantes. Os elementos dos grupos 1 e 2 e dos grupos 13 a 18 são denominados **elementos representativos**; os elementos dos grupos 3 a 12 recebem o nome de **elementos de transição** ou metais de transição.

A classificação periódica traz ainda duas linhas inferiores. Elas correspondem aos elementos de transição interna. Os elementos cujo Z varia entre 57 e 71 são chamados lantanídeos; os elementos cujo Z varia entre 89 e 103 são os actinídeos.

METAIS, NÃO METAIS, GASES NOBRES E HIDROGÊNIO

Os **metais** (representados em azul na Tabela Periódica) compõem a maioria dos elementos conhecidos. Todos os elementos de transição são metálicos.

Com exceção do mercúrio, que é líquido, as substâncias metálicas são sólidas à temperatura ambiente. Além disso, os metais são, em geral, bons condutores de calor e de eletricidade.

Os elementos **não metálicos** (em cor laranja na Tabela Periódica) podem formar, à temperatura ambiente, **substâncias simples** nos estados sólido, líquido ou gasoso. O iodo (I_2) e o enxofre (S) são sólidos; o bromo (Br_2) é líquido; o nitrogênio (N_2) e o oxigênio (O_2) são gasosos. Geralmente, os elementos não metálicos são maus condutores de calor e de eletricidade quando estão no estado sólido.

Os átomos dos **gases nobres** (em lilás) dificilmente se combinam com outros elementos – são normalmente encontrados isolados na natureza. Em condições ambientes, os gases nobres praticamente não reagem com outras substâncias.

Observe que o hidrogênio (H) é representado por uma coloração diferente. Isso ocorre porque esse elemento não se encaixa em nenhum dos três grupos citados.

O hidrogênio está posicionado no grupo 1. Isso se deve à organização da Tabela Periódica, em ordem crescente de número atômico, da esquerda para a direita.

PROPRIEDADES DOS ELEMENTOS DE ALGUNS GRUPOS

Alguns grupos recebem nomes especiais, assim como ocorre com os elementos do grupo 18, também chamados de gases nobres. Vejamos alguns desses grupos e suas propriedades.



↑ Metais. As fórmulas das substâncias simples metálicas correspondem ao símbolo do elemento: níquel (Ni), cobre (Cu), ferro (Fe), alumínio (Al), titânio (Ti), cromo (Cr) e nióbio (Nb).

substância simples: é aquela formada por um ou mais átomos de um mesmo elemento químico.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

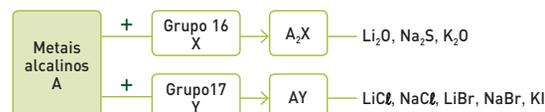
- Comece destacando fórmulas químicas de algumas substâncias já mencionadas em anos anteriores, como H_2O , $NaCl$ (cloreto de sódio – principal componente do sal de cozinha), CO_2 (dióxido de carbono) e as fórmulas dos gases oxigênio (O_2) e nitrogênio (N_2), por exemplo.
- O boxe *Para explorar* promove o protagonismo dos estudantes, ao sugerir fonte de informação fora dos limites do livro didático.
- O texto da seção *(In)formação*, nesta página do manual, aborda a síntese de elementos químicos artificiais.

ELEMENTOS DO GRUPO 1: METAIS ALCALINOS

Os metais alcalinos – Li, Na, K, Rb, Cs e Fr – são geralmente encontrados na natureza na forma de substâncias compostas.

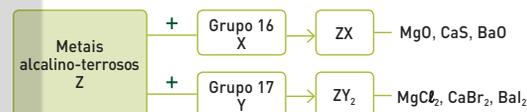
Ao se combinarem com elementos do grupo 16, os metais alcalinos formam substâncias de fórmula A_2X . Já a combinação com elementos do grupo 17 forma substâncias de fórmula AY .

As fórmulas de suas substâncias simples correspondem ao símbolos dos respectivos elementos. A fórmula química do metal sódio, por exemplo, é Na. Assim como o sódio metálico, os demais metais alcalinos são macios (cedem facilmente à pressão, podendo ser cortados com uma faca, por exemplo), de baixa densidade e extremamente reativos.



ELEMENTOS DO GRUPO 2: METAIS ALCALINO-TERROSOS

Os metais alcalino-terrosos – Be, Mg, Ca, Sr, Ba e Ra – também são encontrados na natureza na forma de substâncias compostas. Ao se combinarem com elementos do grupo 16, os alcalino-terrosos formam substâncias de fórmula ZX e, com elementos do grupo 17, formam substâncias de fórmula ZY_2 .



ELEMENTOS DO GRUPO 16: CALCOGÊNIOS

Entre os calcogênios (O, S, Se e Te) está o oxigênio (O), um dos elementos mais abundantes na superfície terrestre. Os elementos desse grupo formam substâncias com hidrogênio de fórmula H_2X , em que X representa o calcogênio. Exemplo: H_2O .

ELEMENTOS DO GRUPO 17: HALOGÊNIOS

Os elementos desse grupo são encontrados na natureza na forma de substâncias simples, como agregados diatômicos (que contêm dois átomos ligados entre si): F_2 , Cl_2 , Br_2 e I_2 . Ao se combinarem com o hidrogênio, os halogênios formam substâncias compostas de fórmula HX , sendo X o halogênio. Exemplo: HCl .

O gás cloro (Cl_2) reage com o sódio metálico (Na) para formar o cloreto de sódio ($NaCl$), principal constituinte do sal de cozinha.

PARA EXPLORAR

A colher que desaparece: e outras histórias de loucura, amor e morte a partir dos elementos químicos, de Sam Kean. Rio de Janeiro: Zahar, 2011.

O autor narra de maneira divertida curiosidades sobre cientistas, bem como trajetórias das descobertas dos elementos químicos.

26

(IN)FORMAÇÃO

Os elementos químicos artificiais

A classificação periódica dos elementos químicos é um documento em constante mudança. Essas mudanças decorrem principalmente da produção em laboratório de novos elementos químicos.

Noventa elementos químicos foram isolados na natureza. Entretanto, com o domínio das reações nucleares e dos aceleradores de partículas, os cientistas passaram a sintetizar novos elementos químicos. O princípio dessa síntese está fundamentado na colisão de átomos, que leva à formação de átomos com núcleos maiores. O elemento natural de maior número atômico é o urânio – seu número atômico é 92. Isso significa que o núcleo do átomo de urânio contém 92 prótons. Por meio de reações nucleares, foi possível a formação de átomos com mais de 92 prótons,

denominados transurânicos. Esses átomos constituem elementos químicos artificiais.

Além dos elementos transurânicos, existem dois elementos químicos artificiais com número atômico inferior a 92, tecnécio e promécio, denominados cisurânicos. O tecnécio foi o primeiro elemento químico produzido artificialmente; por isso, seu nome deriva do termo grego *techneto*, que significa “artificial”.

[...]

Os elementos químicos artificiais apresentam núcleos instáveis, que se desintegram com o tempo, formando átomos estáveis de menor número atômico. Em função dessa instabilidade, o tempo de existência desses elementos é variável. Uma forma de medir a estabilidade de um átomo é pela determinação de seu tempo de meia-vida, que corresponde ao tempo que

metade de uma amostra leva para se desintegrar. Alguns átomos de elementos químicos artificiais possuem existência bastante longa depois de formados, em torno de bilhões ou milhões de anos, como o plutônio e o tório. Porém, existem átomos tão instáveis, que seus tempos de meia-vida equivalem a cerca de dez segundos, como o roentgênio e o copernécio.

MERÇON, Fábio. Breve percurso das descobertas dos elementos químicos. *Revista Eletrônica do Vestibular Uerj*, ano 5, n. 15, 2012. Disponível em: http://www.revista.vestibular.uerj.br/artigo/artigo.php?seq_artigo=29. Acesso em: 8 fev. 2022.

Construindo a Tabela Periódica

Tudo o que existe na Terra é formado por elementos químicos e a variedade do que existe deve-se às diferentes combinações entre esses elementos. Nesta atividade, você fará uma **pesquisa** sobre os elementos químicos e montará uma Tabela Periódica.

Material

- cartolinas ou papel-cartão
- tesoura com pontas arredondadas
- régua
- canetas
- livros e computadores com acesso à internet para pesquisa

Como fazer

- 1 O professor vai designar para cada estudante alguns elementos da Tabela Periódica.
- 2 Recorte a cartolina ou o papel-cartão nas medidas indicadas nas ilustrações.
- 3 Monte as cartas com as seguintes informações:
 - número atômico;
 - massa atômica;
 - temperatura de ebulição;
 - temperatura de fusão;
 - classificação.

Além disso, escreva no verso da carta um pequeno histórico sobre o elemento.

- 4 Após a elaboração das cartas, organize-as com os colegas para montar uma grande tabela.

As cartas também podem ser utilizadas em jogos que proponham a comparação das características dos elementos químicos.



Para concluir

Responda sempre no caderno.

1. Observe as cartelas que preencheu e compare as propriedades com outros elementos químicos do mesmo grupo ou família. Registre as observações e compare-as com as dos colegas. **1. Resposta variável. Chame a atenção dos estudantes para a classificação dos elementos em metais e não metais, bem como para propriedades como número atômico, estado físico de substâncias simples à temperatura ambiente, entre outras.**
2. Alguns grupos de elementos químicos recebem nomes especiais. Que grupos são esses e quais são suas denominações? **Grupo 1: metais alcalinos; grupo 2: metais alcalino-terrosos; grupo 16: calcogênios; grupo 17: halogênios; grupo 18: gases nobres.**

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- A atividade proposta na seção *Práticas de Ciências* permite explorar o trabalho individual e coletivo com turmas numerosas, uma vez que cada estudante deve ficar responsável por, no mínimo, um elemento que vai compor a Tabela Periódica. Assim, organize a sala de aula, os materiais e a dinâmica de montagem da tabela, de modo que o trabalho individual de cada estudante sirva de base para a construção do trabalho coletivo.
- Questione os estudantes sobre os critérios adotados e peça-lhes que compartilhem suas experiências.
- Problematicize os critérios utilizados para agrupar os elementos na Tabela Periódica, propondo aos estudantes uma pesquisa (em livros, enciclopédias ou na internet) sobre o tema. Os critérios podem ser, por exemplo, reatividade ou proporção do elemento em uma fórmula química (na reação com o oxigênio, por exemplo, os metais alcalinos reagem na proporção 2:1, enquanto os metais alcalino-terrosos reagem na proporção 1:1).
- O trabalho desenvolvido nesta seção proporciona o uso de metodologias ativas de pesquisa e a organização das informações, favorecendo o protagonismo dos estudantes.

PARA CONCLUIR

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

2. Utilize a Tabela Periódica para mostrar a localização desses grupos aos estudantes.

DE OLHO NA BASE

A proposta de prática desta seção promove a competência geral da Educação Básica **2** e a competência específica de Ciências da Natureza **2** (recorrer à abordagem própria das ciências e dominar processos, práticas e procedimentos da investigação científica).

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

- Resposta pessoal. Os estudantes podem mencionar as fases da Lua, os meses do ano, a publicação de uma revista, entre outros eventos.
- a) Os elementos estão organizados em grupos ou famílias e em períodos.
b) Resposta variável. Espera-se que os estudantes respondam que a classificação periódica facilita o trabalho de cientistas e estudantes de química e que o fato de ela ser internacional garante que todas as pessoas tenham o mesmo tipo de informação.
- Esta atividade favorece o contato dos estudantes com a Tabela Periódica, uma ferramenta de consulta. Reforce que a localização dos elementos não precisa ser decorada.
- e 5. Estas atividades estimulam a familiarização dos estudantes com a Tabela Periódica.
- Sim. Os elementos são organizados na Tabela Periódica em ordem crescente de número atômico, da esquerda para a direita e de cima para baixo. Assim, o H tem número atômico 1, o He, 2, o Li, 3, o Be, 4, e assim sucessivamente.
- Se considerar necessário, retome com os estudantes as propriedades dos calcogênios.
- Esta atividade estimula a familiarização dos estudantes com a Tabela Periódica.
- | | | | | |
|-----------|----|----|---|----|
| sódio | Na | 11 | 3 | 1 |
| oxigênio | O | 8 | 2 | 16 |
| criptônio | Kr | 36 | 4 | 18 |
| ouro | Au | 79 | 6 | 11 |
| zinco | Zn | 30 | 4 | 12 |
| tecnécio | Tc | 43 | 5 | 7 |
- Resposta pessoal. Incentive os estudantes a buscar fontes de informações confiáveis e aproveite o momento para sugerir o trabalho em grupo, reunindo estudantes de diferentes perfis para realizar a atividade.

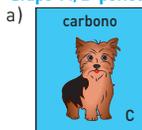
ATIVIDADES

5. a) C: carbono; Si: silício; Ge: germânio; Sn: estanho; Pb: chumbo; Fl: fleróvio.
b) C e Si são classificados como não metais; Ge, Sn, Pb e Fl são considerados metais.

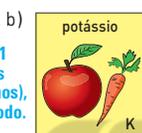
- Além das estações do ano e dos dias da semana, cite outros eventos que ocorrem periodicamente. **Veja resposta em Respostas e comentários.**
- Em relação à Tabela Periódica, responda:
 - De que forma os elementos estão organizados? **a) e b) Veja respostas em Respostas e comentários.**
 - Que vantagens há em organizar os elementos em uma classificação periódica?

3. Indique o nome e a localização (grupo e período) na Tabela Periódica dos elementos representados a seguir.

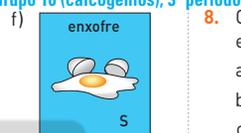
Grupo 14, 2º período.



Grupo 2 (metais alcalino-terrosos), 5º período.



Grupo 1 (metais alcalinos), 4º período.



Grupo 16 (calcogênios), 3º período.



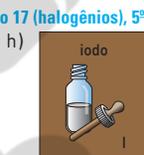
Grupo 15, 3º período.



Grupo 2 (metais alcalino-terrosos), 9º período.



Grupo 11, 6º período.



Grupo 17 (halogênios), 5º período.

- Considere o grupo 2 da classificação periódica.
 - Que outro nome é dado a esse grupo?
 - Indique o nome e o símbolo de cada um dos elementos pertencentes a esse grupo.

a) Metais alcalino-terrosos.
b) Berílio (Be), magnésio (Mg), cálcio (Ca), estrôncio (Sr), bário (Ba), rádio (Ra).

- Considere o grupo 14 da Tabela Periódica.
 - Indique o nome e o símbolo de cada um dos elementos pertencentes a esse grupo.
 - Classifique os elementos desse grupo como metais ou não metais.
- É possível prever o número atômico dos elementos com base em sua posição na Tabela Periódica? Explique. **Veja resposta em Respostas e comentários.**

7. Certo elemento está localizado no 3º período da Tabela Periódica e pertence ao grupo dos calcogênios. a) Enxofre, S.

- Escreva o nome e o símbolo desse elemento.
- Indique a fórmula química da substância formada pela combinação de átomos desse elemento com sódio. **Na₂S.**
- Indique a fórmula química da substância formada pela combinação de átomos desse elemento com hidrogênio. **H₂S.**

8. Consulte a Tabela Periódica para indicar os elementos descritos a seguir.

- Metal alcalino pertencente ao 4º período. **Potássio.**
- Halogênio pertencente ao 3º período. **Cloro.**
- Alcalinoterroso pertencente ao 2º período. **Berílio.**

9. Copie o quadro a seguir no caderno e consulte a Tabela Periódica para completá-lo. Siga o exemplo da primeira linha. **Veja resposta em Respostas e comentários.**

Elemento	Símbolo	Número atômico	Período	Grupo
sódio	Na	11	3	1
.....	O	.....	.....	.....
criptônio	.....	.....	.....	.....
.....	.....	79	.....	.....
.....	.....	.....	4	12
.....	.....	.....	5	7

- Faça uma pesquisa em livros ou na internet sobre o trabalho de Marie Curie para descobrir a existência dos elementos rádio e polônio. Escreva por que ela acreditava existirem novos elementos químicos em um mineral de urânio, a pechblenda.

Veja resposta em Respostas e comentários.

ESTRATÉGIAS DE APOIO

É possível que a realização das atividades como avaliação reguladora revele pontos frágeis de alguns estudantes na aprendizagem do tema do capítulo.

Auxilie-os nesses eventuais pontos frágeis. O uso de recursos digitais de aprendizado (como a Tabela Periódica interativa citada no box *Outras fontes* na página 33 deste manual) e de vídeos sobre a organização da Tabela Periódica pode ajudar nesse momento.

Ao final, retome os pontos em que os estudantes apresentaram dificuldade para avaliar se houve ganho no aprendizado.

HABILIDADE DESENVOLVIDA NA SEÇÃO

(EF09CI03) Identificar modelos que descrevem a estrutura da matéria (constituição do átomo e composição de moléculas simples) e reconhecer sua evolução histórica.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- A pesquisa proposta nesta atividade visa levar os estudantes a se aprofundar no conceito de modelo usado na ciência. Ao longo dos anos escolares, os estudantes tiveram contato com diversos tipos de modelo. É interessante propor uma reflexão coletiva, levando-os a perceber que nem sempre os modelos são estruturas concretas. Eles podem ser ideias e analogias criadas para representar e explicar um fenômeno.
- A atividade incentiva o protagonismo dos estudantes e mobiliza uma série de competências, como o trabalho individual e em grupo, a busca por fontes de pesquisa confiáveis, a análise crítica, a organização, o registro e a comunicação dos resultados.
- O texto da seção *(In)formação*, nesta página do manual, busca ampliar o conhecimento da turma sobre o uso de modelos na ciência.

DE OLHO NA BASE

O trabalho com esta seção perpassa a abordagem da habilidade **EF09CI03**, incentivando a compreensão da função dos modelos científicos e, mais especificamente, dos modelos usados em Química. A proposta de investigar, discutir, superar eventuais dificuldades com determinação e apresentar os resultados desenvolve as competências gerais da Educação Básica **2, 4, 5 e 10** e as competências específicas de Ciências da Natureza **2, 3, 5 e 6**.



INVESTIGAR

O uso de modelos na ciência

Para começar

Os modelos podem ser entendidos como representações de fenômenos interpretados pelo pensamento humano e construídos de forma concreta.

A modelagem científica é capaz de simplificar conceitos complexos, auxiliar na visualização de entidades abstratas, interpretar resultados experimentais, elaborar explicações ou previsões. Nesta atividade, você vai investigar os modelos utilizados pela ciência.

O PROBLEMA

Com quais modelos você já teve contato? Como esses modelos auxiliam na compreensão dos assuntos a eles relacionados?

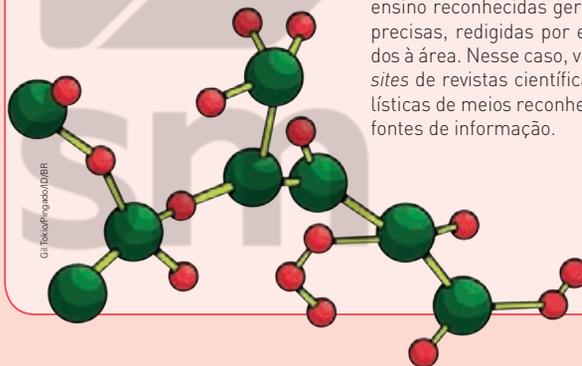
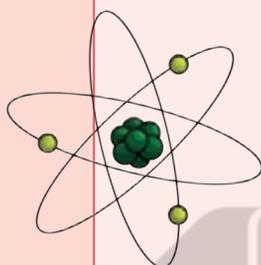
A INVESTIGAÇÃO

- **Procedimento:** pesquisa bibliográfica.
- **Instrumento de coleta:** fontes bibliográficas.

Prática de pesquisa

Parte I – Pesquisa por palavras-chave

- 1 O professor vai organizar a turma em grupos de quatro ou cinco estudantes. Cada grupo vai pesquisar a expressão “o uso de modelos na ciência”. Essas serão as palavras-chave da pesquisa. Uma palavra-chave identifica os elementos relacionados a uma ideia ou os que pertencem à mesma área de interesse para fins de pesquisa.
- 2 Em um *site* de buscas da internet, digitem as palavras-chave e acionem a busca. Se buscarem textos em uma biblioteca, informem ao bibliotecário as palavras-chave de sua pesquisa para que ele possa orientá-los.
- 3 Na internet, vocês provavelmente vão encontrar diversos resultados. Certifiquem-se de que as informações pesquisadas estão corretas. Para isso, verifiquem se a fonte das informações é de uma instituição confiável. *Sites* de entidades governamentais, institutos de pesquisa e instituições de ensino reconhecidas geralmente trazem informações mais precisas, redigidas por especialistas ou profissionais ligados à área. Nesse caso, vocês também podem pesquisar em *sites* de revistas científicas. Reportagens e matérias jornalísticas de meios reconhecidos também costumam ser boas fontes de informação.



30

(IN)FORMAÇÃO

Funções dos modelos

[...]

Modelos como recursos epistêmicos

– Os modelos ajudam a entender e estudar o comportamento do objeto/entidade a ser modelado, sendo preciso, primeiro, entender o que se demonstra no modelo para depois discutir questões do seu papel na representação do real.

[...]

– Também se aprende a respeito do mundo a partir da construção de um modelo.

Como ferramentas no desenvolvimento, exploração e aplicação de teorias. Os modelos auxiliam na construção de teorias quando:

– Trazem situações novas que ainda não possuem conceituação teórica (Ex.: as fórmulas

químicas na constituição da teoria da química orgânica – transformação orgânica);

– Permitem explorar ou experimentar uma teoria que já existe, podendo, com isso, possibilitar a correção [dessa teoria] (Ex.: modelo mecânico usado para corrigir as equações do eletromagnetismo de Maxwell);

– Exploram certas características da História, tanto para a compreensão de um fenômeno histórico quanto para possibilitar previsões (Ex.: modelo a respeito da economia capitalista de Marx);

– Investigam fenômenos que não possuem boas explicações em teorias já existentes (Ex.: modelo de confinamento de *quark*);

– Analisam implicações de teorias em situações concretas (Ex.: modelos da teoria econômica aplicados a pessoas em situações reais);

- 4 Durante a pesquisa, procurem informações como:
 - o que é modelagem científica;
 - como a modelagem auxilia na compreensão de fenômenos;
 - modelos científicos usados em química.

Busquem outras informações que vocês ou o professor acharem relevantes.

Parte II – Síntese e discussão sobre o material pesquisado

- 1 Elaborem fichas de leitura. Essas fichas são documentos que contêm as principais informações sobre o texto lido. Elas funcionam como um resumo do material consultado. As fichas auxiliam a retomar as fontes bibliográficas sem precisar consultá-las na fonte original.
- 2 Reúna-se com os colegas e, com base nas fichas de leitura, comparem as informações levantadas individualmente. Identifiquem o que elas apontam de comum, o que parece consistente e o que parece divergente e precisa de cautela para ser considerado informação correta.
- 3 No dia combinado com o professor, tragam para a sala de aula as anotações e todo o material pesquisado sobre o tema.
- 4 Cada grupo deve apresentar as informações que obteve. Prestem atenção aos materiais que outros grupos coletaram.

Questões para discussão

Responda sempre no caderno.

1. Após a pesquisa das informações e a discussão em sala de aula, a que respostas vocês chegaram para a seguinte pergunta: **Resposta pessoal. Observe se os estudantes compreenderam que o modelo, como representação de algo que não pode ser observado, pode ser relacionado?**
 - Como os modelos científicos auxiliam na compreensão dos fenômenos a eles relacionados? **compreender um fenômeno, uma propriedade ou uma característica específica de um evento ou de um material, possibilitando aos cientistas efetuar previsões.**
2. Quais foram as dificuldades encontradas para a realização da pesquisa? Como essas situações foram resolvidas?
3. Elaborem uma conclusão sobre a importância da modelagem científica para a compreensão da teoria atômica. **Resposta pessoal. Se preciso, oriente os estudantes a retomar o que foi abordado no capítulo 1 desta unidade, estabelecendo relação com o que fizeram na atividade. Procure ajudá-los a concluir que a evolução dos modelos atômicos permitiu aos cientistas, entre outros estudiosos, a compreender melhor os fenômenos eletrostáticos e a desenvolver aplicações para a radioatividade, por exemplo.**

Comunicação dos resultados

Produção de cartaz

Ao final do estudo, a turma vai elaborar um cartaz, que será exposto para a comunidade escolar. Esse cartaz deverá conter as seguintes informações:

- título da pesquisa;
- breve introdução da pesquisa;
- descrição sucinta do método utilizado para coleta e categorização dos dados;
- resultados observados;
- conclusão da pesquisa.

2. **Respostas pessoais. Provavelmente, alguns estudantes vão mencionar dificuldade na compreensão de termos técnicos. Vale ressaltar a importância de buscar compreender as referências encontradas, utilizando diferentes fontes de consulta.**



Graf: Tokso/Pingador/DBR

31

– Aplicam teorias de caráter acentuadamente abstrato – uma vez que os modelos delimitam o domínio de abstração dos conceitos por trabalharem com contextos específicos (Ex.: modelos que interpretam conceitos de função de força);

– Representam e, ao mesmo tempo, experimentam situações (Ex.: fórmulas químicas que representam e são utilizadas para prever o balanceamento correto de substâncias necessárias para uma reação química).

BATISTA, Irinéa de Lourdes; SALVI, Rosana Figueiredo;

LUCAS, Lucken Bueno. Modelos científicos e suas relações com a epistemologia da ciência e a educação científica. In: *VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências* (Enpec), 2011, Campinas. Anais [...]. Campinas: Abrapec, 2011. Disponível em: http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viii/enpec/resumos/R1554-2.pdf. Acesso em: 8 fev. 2022.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Com a pesquisa concluída em mãos, é hora de focar a análise dos resultados. Esta etapa vai demandar dos estudantes as habilidades de comparação e de reconhecimento de semelhanças e diferenças. Eles também precisarão elencar critérios para selecionar as informações que considerem relevantes para responder ao problema da investigação. Nesse momento, podem surgir dúvidas. É interessante que os estudantes percebam que toda pesquisa envolve uma seleção do que é considerado relevante e do que deve ser desconsiderado.

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

- A queima (combustão) da folha de papel é realizada em sistema aberto, e um dos produtos da reação é gasoso. Como os gases se expandem, ocupando todo o ambiente, a massa se reduz.
- Provavelmente, os estudantes perceberão que a primeira tabela apresenta menor número de elementos químicos e que estes estão organizados em um menor número de colunas. Há uma ordem crescente numérica na tabela inicialmente proposta. Mendeleiev organizou os elementos em ordem crescente de massa atômica.
 - Na atual Tabela Periódica, os elementos são organizados em ordem crescente de número atômico.
- Esta atividade e as atividades 5 e 6 exigem que os estudantes utilizem a Tabela Periódica como ferramenta para responder às perguntas.
- Caso julgue necessário, leia o texto em voz alta para os estudantes.

ATIVIDADES INTEGRADAS

- De acordo com o químico inglês John Dalton, nas transformações químicas ocorrem rearranjos de átomos, ou seja, os átomos são reorganizados em novos agregados atômicos.
 - Como o modelo de Dalton explica a diminuição da massa de um sistema resultante da queima de uma folha de papel?
Veja resposta em Respostas e comentários.
- A imagem a seguir corresponde à primeira Tabela Periódica, proposta por Ivanovic Mendeleiev, em 1869.
a) e b) Veja respostas em Respostas e comentários.

Coleção particular: Fotografer, Svetlana/IDBR

ОПЫТЪ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВЪ.									
ИЗЛОЖЕНА НА КЪЛЪ АТОМНОМЪ ВЪСЪЛЪ И КАЧЕСТВЕНЪ СИСТЕМЪ.									
H=1									
Li=7	Na=23	K=39	Rb=85,5	Cs=137	F=9	B=11	Al=27,5	Ga=75,5	In=113
Be=9	Mg=24	Zn=65,2	Cd=112	Ca=40	Sc=45	Ti=50	V=51	Nb=94	Ta=182
B=12	Si=28	Zr=90	Hf=178,4	Cr=52	Mn=55	Fe=56	Co=59	Ni=58,7	Pt=197,4
C=14	P=31	Y=89	Lu=175	As=75	Sb=122	Sn=118	Pb=207	Bi=210	
N=16	S=32	La=138,9		Se=78,96	Te=127,6	I=127	At=210		
O=18	Cl=35,5	Ce=140,2		Br=79,9	Xe=131,3				
F=19	Ar=39,9	Pr=140,9		Kr=83,8					
		Nd=144,2							
		Pm=145							
		Sm=150,4							
		Eu=152							
		Gd=157,25							
		Tb=158,93							
		Dy=162,5							
		Ho=164,93							
		Er=167,26							
		Tm=168,93							
		Yb=173,05							
		Lu=174,967							

И. Менделѣевъ

Ela é bem diferente da tabela hoje encontrada em laboratórios de química, salas de aula, museus de ciências, etc.

- Compare as duas tabelas em relação às famílias e aos períodos.
 - Mendeleiev listou os elementos químicos em ordem crescente de "peso atômico", hoje chamada de massa atômica relativa. Como é feita essa organização na atual Tabela Periódica?
- Considere os elementos ${}_{16}X$ e ${}_{12}Y$.
 - Consulte a Tabela Periódica e indique quais são os elementos X e Y. Justifique sua resposta. **X: S; Y: Mg. O número atômico (Z) permite identificar os elementos.**
 - O urânio existe na natureza na forma de três isotopos: urânio 234, urânio 235 e urânio 238,

4. a) O urânio é um elemento de transição interna, da série dos actínidos, representada no grupo 3, período 7. todos radioativos. Consulte a Tabela Periódica e responda às questões a seguir.

- Qual é a localização do urânio na Tabela Periódica?
- Indique o símbolo e o número atômico (Z) do urânio. **Símbolo: U; Z = 92.**

5. Observe a Tabela Periódica e escreva no caderno os nomes e os símbolos dos elementos químicos da família dos halogênios.

Os elementos são flúor (F), cloro (Cl), bromo (Br), iodo (I) e astato (As).



- Indique o número atômico (Z) e o número de massa (A) de cada um dos átomos representados. **B: Z = 11, A = 23; D: Z = 53, A = 127; X: Z = 13, A = 27.**
 - Dê as fórmulas químicas e os nomes dos elementos representados por B, D e X. **B = Na (sódio); D = I (iodo); X = Al (alumínio).**
7. Leia o texto a seguir e faça o que se pede.

[A maresia] é aquela névoa fina e úmida que às vezes paira sobre as cidades do litoral, flutuando ao longo da costa. Esse *spray* é formado por bilhões e bilhões de gotículas de água do mar, que sobem ao ar toda vez que uma onda arrebenta na praia. O problema é que as gotículas não são de água pura. Afinal, o oceano é um caldo com um pouco de tudo dentro, principalmente sais. Por causa deles, a maresia enferruja carros, emperna portões e racha vigas de concreto. [...]

O que é a maresia? *Superinteressante*, 18 abr. 2011.
Disponível em: <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/o-que-e-a-maresia/>.
Acesso em: 7 fev. 2022.

Em geral, a produção de ferrugem envolve a combinação de duas substâncias químicas: uma delas é formada por átomos de elementos de número atômico 26 e a outra é um gás formado por dois átomos, localizados no grupo 16 da Tabela Periódica.

- Quais são os dois átomos que se combinam para formar a ferrugem?
- Indique a localização do elemento de número atômico 26 na Tabela Periódica e o número atômico do elemento do grupo 16. **a) Ferro (Fe) e oxigênio, na forma de O₂(g). b) Fe: 26 (grupo 8 e 4º período); O: 8.**

32

ESTRATÉGIAS DE APOIO

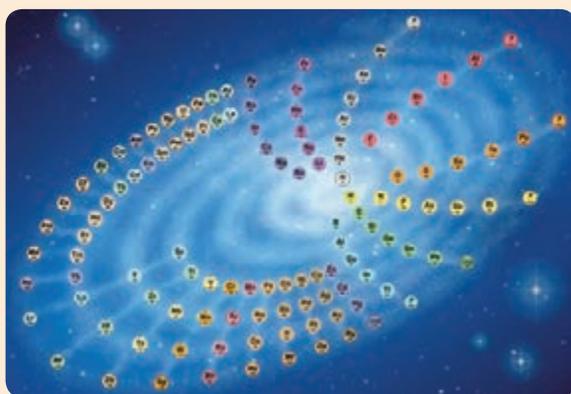
Esta seção serve de subsídio para a realização de uma avaliação final. Observe em quais atividades os estudantes apresentam dificuldades, de modo a identificar, por exemplo, se são dúvidas conceituais ou dificuldades de interpretação de texto e de modelos.

Caso os estudantes tenham dúvida nas atividades referentes à Tabela Periódica, retome a análise da organização dos elementos na tabela. Se preciso, proponha a eles que, em dupla ou individualmente, releiam os textos das páginas 23, 25 e 26 e identifiquem, na Tabela Periódica da página 24, os conteúdos apresentados nos textos: número atômico, símbolo, nome e massa atômica dos elementos, período, grupos, elementos representativos,

elementos de transição, elementos de transição interna, metais, não metais e gases nobres.

Após a atividade, peça aos estudantes que representem, no caderno, uma nova versão da Tabela Periódica, em que constem os conteúdos abordados no capítulo. Eles poderão, por exemplo, propor outro sistema de cores, novas legendas ou uma nova representação.

8. A imagem a seguir representa a Galáxia Química, uma forma alternativa de organizar os elementos químicos. Analise a imagem e faça o que se pede.



a) Ambas as representações levam em conta semelhanças de reatividade na ordenação de seus elementos (família). Na Galáxia Química, os elementos são dispostos em uma espiral, com os mais leves ao centro e os mais pesados na borda; na Tabela Periódica, o hidrogênio (H) fica perto dos metais alcalinos, como o lítio (Li). Na espiral, ele ganhou uma posição nova e isolada.
 b) Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes compreendam que o conhecimento científico é provisório, histórico e passível de mudanças; assim, a Tabela Periódica tende a passar por constantes modificações.

- a) Indique semelhanças e diferenças entre a Galáxia Química e a Tabela Periódica tradicional.
 b) Discuta se a Tabela Periódica tradicional, sendo um produto do desenvolvimento científico, pode ser considerada pronta e acabada e jamais poderá ser substituída ou modificada.
9. Reúna-se com dois ou três colegas para criar uma paródia ou uma música sobre a Tabela Periódica usando analogias, rimas, versos ou o que preferirem. Depois, apresentem a música à turma. **Resposta variável. Esta atividade incentiva o protagonismo dos estudantes e o uso de diferentes linguagens (paródia ou música) para abordar a temática da Tabela Periódica.**
10. Elabore hipóteses sobre como os elementos podem se unir uns aos outros, formando substâncias. **Resposta variável. Os estudantes podem citar a afinidade entre os elementos, relacionando isso aos materiais que geralmente passam por transformações.**
11. Leia o texto a seguir e faça o que se pede.

O elétron excitado tem a tendência a voltar para o nível menos energético, pois é mais estável. Quando ocorre essa passagem, acontece também a liberação da energia absorvida na forma de luz. Essa é a explicação para a emissão de luzes provenientes da excitação de átomos presentes em sais que constituem fogos de artifício. Os sais mais usados para a formação desses fogos são os que contêm os elementos cálcio, lítio, estrôncio e alumínio. **a) Modelo de Bohr.**

- a) Qual modelo atômico explica a emissão de luz em fogos de artifício?
 b) Identifique os elementos citados no texto com seus símbolos e sua localização na Tabela Periódica. **Cálcio: Ca, grupo 2, período 4; lítio: Li, grupo 1, período 2; estrôncio: Sr, grupo 2, período 5; alumínio: Al, grupo 13, período 3.**

12. Os cientistas estudados nesta unidade foram instigados pelo desejo de saber como a matéria era constituída e, com isso, propuseram modelos e teorias.

- a) Em seu cotidiano, você é estimulado a usar a imaginação?
 b) Cite uma situação em que você teve de usar a iniciativa e a curiosidade. Compartilhe sua experiência com os colegas.

a) e b) Veja respostas em **Respostas e comentários**.

8. Explore a ilustração com os estudantes e verifique se eles tiveram dificuldade para entendê-la ou interpretá-la.
11. Caso julgue pertinente, apresente aos estudantes vídeos de queimas de fogos de artifício, para que eles identifiquem as cores dos elementos citados no texto. Os sais de cálcio emitem luz laranja, os de lítio emitem luz vermelha, os de estrôncio emitem luz lilás e os sais de alumínio emitem luz branca.

Criatividade – curiosidade, solução de problemas

12. a) e b) Respostas pessoais. Ao discutir as respostas com os estudantes, caso julgue oportuno, procure fazer um paralelo entre o uso da criatividade e da iniciativa e o desenvolvimento científico. Caso perceba que eles estão pouco participativos durante o desenvolvimento da unidade, questione, sutilmente, a razão para esse comportamento, para poder pensar em estratégias que os motive a participar ativamente das discussões propostas.

DE OLHO NA BASE

Neste momento, promove-se a habilidade **EF09CI03**, particularmente nas questões **1** e **11**. A seção *Atividades integradas* desenvolve as competências específicas **2** e **3** (compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza e características e fenômenos do mundo natural) e as competências geral **1** e específica **1** (valorizar os conhecimentos historicamente construídos e compreender as Ciências da Natureza como empreendimento humano e o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico). Também trabalham-se as competências geral **4** e específica **6** (utilizar diferentes linguagens) na questão **9**.

OUTRAS FONTES

Tabela Periódica interativa. Disponível em: <https://www.tabelaperiodica.org/>. Acesso em: 8 fev. 2022.

Esse *site* traz uma versão interativa da Tabela Periódica, com fotos, vídeos e informações sobre os elementos químicos.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- De modo geral, a seção *Ideias em construção* deve ser feita individualmente, pois é um momento em que cada estudante se compromete a observar seus ganhos e suas dificuldades relacionados aos conteúdos, às habilidades e às competências trabalhados na unidade.
- É importante que os estudantes possam se basear nesse processo de autoavaliação para conquistar, pouco a pouco, autonomia na construção do próprio aprendizado. Assim, oriente-os a, sempre que sentirem necessidade, retomar seus registros no caderno ou determinados pontos do livro.
- É interessante tentar garantir algum momento de atenção individualizada aos estudantes, no intuito de ajudá-los a identificar dificuldades mais específicas. Como resultado, você também pode fazer um diagnóstico das dificuldades mais gerais da turma.
- Aproveite para estruturar um plano de ações para possíveis revisões das dificuldades individualizadas, em caso de dificuldades mais específicas.



IDEIAS EM CONSTRUÇÃO - UNIDADE 1

Capítulo 1 – Constituição da matéria

- Identifico as principais características de modelos científicos?
- Reconheço a importância do uso de modelos científicos para a interpretação de fenômenos e para o desenvolvimento científico?
- Comparo as principais características dos modelos atômicos de Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr?
- Explico por meio do modelo atômico de Dalton o que é o princípio de conservação de massa?
- Compreendo o significado de elemento químico?
- Uso a criatividade para propor soluções que colaborem com a economia de energia elétrica?
- Compreendo que não há unanimidade de ideias na ciência e que a aceitação de modelos científicos pode mudar com o tempo?

Capítulo 2 – Classificação periódica

- Compreendo o modo como os elementos químicos são classificados na Tabela Periódica?
- Reconheço as propriedades dos elementos de alguns grupos presentes na Tabela Periódica?
- Faço pesquisas que me permitam elaborar modelos científicos?

Investigar

- Investigo como os modelos são usados na ciência?
- Comunico resultados de pesquisa para a comunidade escolar?

1																	18													
H hidrogênio (1,00784 u)																	He hélio (4,002602 u)													
3	4											9	10																	
Li lítio (6,941 u)	Be berílio (9,012182 u)											F flúor (18,9984032 u)	Ne néon (20,1797 u)																	
11	12											17	18																	
Na sódio (22,98976928 u)	Mg magnésio (24,304 u)											Cl cloro (35,446 u)	Ar argônio (39,948 u)																	
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36													
K potássio (39,0983 u)	Ca cálcio (40,078 u)	Sc	Ti tânio (47,88 u)	V vanádio (50,9415 u)	Cr cromo (51,9961 u)	Mn manganês (54,938045 u)	Fe ferro (55,845 u)	Co cobalto (58,933195 u)	Ni níquel (58,6934 u)	Cu cúprico (63,546 u)	Zn zinco (65,38 u)	Ga gálio (69,723 u)	Ge germânio (72,630 u)	As arsênio (74,9216 u)	Se selênio (78,96 u)	Br bromo (79,904 u)	Kr krônio (83,80 u)													
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54													
Rb rubídio (85,4678 u)	Sr estrôncio (87,62 u)	Y itríbio (88,906 u)	Zr zircônio (91,224 u)	Nb nióbio (92,90638 u)	Mo molibdênio (95,94 u)	Tc	Ru ródio (101,07 u)	Rh ródio (101,07 u)	Pd paládio (106,42 u)	Ag prata (107,8682 u)	Cd cádmio (112,411 u)	In índio (114,818 u)	Sn estanho (118,710 u)	Sb antimônio (121,757 u)	I iodo (126,905 u)	Xe xenônio (131,29 u)														
55	56											81	82	83	84	85	86													
Cs césio (132,90545196 u)	Ba bário (137,327 u)											Tl talco (204,38 u)	Pb chumbo (207,2 u)	Bi bismuto (208,9804 u)	Po	At astato (210 u)	Rn rádio-actívo (222 u)													
87	88											113	114	115	116	117	118													
Fr frâncio (223 u)	Ra rádio (226 u)											Nh	Fl flúvium (288 u)	Mc moscóvio (289 u)	Lv livermório (293 u)	Ts tenessóbio (294 u)	Og óganesson (294 u)													
																		119	120	121	122	123								
																		Uu	Uu	Uu	Uu	Uu								
																		Ac	Th	Pa	U	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	N	Ir

Formação de substâncias

OBJETIVOS

Capítulo 1 – Estados físicos e ligações químicas

- Compreender os estados físicos da matéria e as mudanças de estado com base em um modelo submicroscópico.
- Identificar substâncias iônicas, covalentes e metálicas.
- Aplicar os conceitos de ligações químicas para identificar materiais e seus usos.
- Empregar a condutibilidade elétrica como método para diferenciar o tipo de ligação química existente em determinado material e identificar materiais/substâncias.
- Refletir sobre o consumo responsável de recursos naturais para a produção de materiais.

Capítulo 2 – Representações químicas

- Reconhecer que, durante uma reação química, as massas se conservam, como pressupõe o princípio de conservação das massas.
- Utilizar a linguagem química para representar as substâncias em uma equação química.
- Reconhecer a aplicabilidade da lei das proporções definidas.
- Balancear equações químicas.
- Fazer um experimento com reação química para testar hipóteses relacionadas ao princípio de conservação das massas.
- Identificar o conhecimento como empreendimento humano, passível de influências culturais, sociais e mudanças ao longo do tempo.

JUSTIFICATIVA

O capítulo 1 tem a proposta de promover o estudo dos estados físicos da matéria e das ligações químicas, possibilitando aos estudantes um melhor entendimento da constituição da matéria por meio de um modelo submicroscópico, relacionando essa constituição com as propriedades dos materiais, como a condutibilidade elétrica, ao mesmo tempo que reconhecem a importância da escolha de materiais para a prática do consumo responsável.

O capítulo 2, por sua vez, trata da relevância das transformações químicas e do uso de uma linguagem universal para representá-las. Trata também da lei da conservação das massas, por meio de uma atividade prática em que são testadas hipóteses. Por fim, contextualiza historicamente a evolução do conceito de transformação química.

SOBRE A UNIDADE

Nossos sentidos nos permitem ver, tocar e cheirar diversas substâncias em diferentes estados de agregação, mas não nos permitem perceber cada partícula que compõe uma substância, a ponto de explicar por que ela tem características próprias. O estudo desta unidade proporciona a aprendizagem de conceitos estruturadores da Química – modelo de partículas, ligações químicas, lei da conservação das massas e leis ponderais – que possibilitam um aprofundamento na constituição da matéria.

No capítulo 1, são abordadas as mudanças de estados físicos, desenvolvendo a habilidade **EF09CI01**, e as propriedades dos materiais, explicadas por meio das diferentes ligações químicas. O entendimento das ligações fornece base, no nível microscópico, para a compreensão do que observamos no nível macroscópico.

O capítulo 2 retoma e aprofunda conteúdos presentes no capítulo anterior, como a simbologia química e a representação de transformações químicas por equações, e trata das leis de Lavoisier e de Proust, de modo que os estudantes percebam a necessidade de aplicar o balanceamento, trabalhando,

assim, a habilidade **EF09CI02**. Essa habilidade é trabalhada também na seção *Práticas de Ciências*, por meio de experimentos que testam o princípio de conservação das massas em um sistema aberto e em um sistema fechado.

Em relação às competências, nesta unidade são desenvolvidas as competências gerais da Educação Básica **1, 2, 4 e 7** e as competências específicas de Ciências da Natureza **1, 2, 3, 5 e 6**, em particular as relacionadas à abordagem própria das ciências, a conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza (competências específicas **2 e 3** e geral **2**), à utilização de conhecimentos da linguagem científica (competência geral **4**) e à promoção da consciência socioambiental (competências geral **7** e específica **5**).

MAPA DA UNIDADE

CONTEÚDOS	BOXES/SEÇÕES ESPECIAIS	HABILIDADES	COMPETÊNCIAS	TCTS
CAPÍTULO 1 – ESTADOS FÍSICOS E LIGAÇÕES QUÍMICAS				
<ul style="list-style-type: none"> Os estados físicos da matéria As mudanças de estado físico da matéria Íons: cátions e ânions Ligações iônicas Ligações covalentes Ligações metálicas 	BOXE VALOR Consumo responsável	(EF09CI01)	(CGEB2) (CGEB4) (CGEB7) (CECN2) (CECN3) (CECN5) (CECN6)	Educação para o consumo
CAPÍTULO 2 – REPRESENTAÇÕES QUÍMICAS				
<ul style="list-style-type: none"> A linguagem científica Representação de substâncias Lavoisier e a lei da conservação das massas Proust e a lei das proporções definidas Representação de transformações químicas O balanceamento das equações químicas 	PRÁTICAS DE CIÊNCIAS O princípio de conservação das massas CIÊNCIA DINÂMICA As reações químicas ao longo do tempo	(EF09CI01) (EF09CI02)	(CGEB1) (CGEB2) (CGEB4) (CGEB7) (CECN1) (CECN2) (CECN3) (CECN5)	

FORMAÇÃO DE SUBSTÂNCIAS

Entre as transformações da matéria presentes em nosso cotidiano estão as mudanças de estado físico, a quebra e a formação de ligações químicas.

Esta unidade aborda conteúdos relacionados a esses temas, além de apresentar a forma como os químicos representam as transformações da matéria.

2. A água é constituída de átomos de hidrogênio e oxigênio. Sua fórmula química é H_2O . O fio de cobre, representado por Cu , é constituído de átomos de cobre. O principal componente do sal de cozinha é o cloreto de sódio ($NaCl$), constituído de cátions Na^+ e ânions Cl^- . Procure sondar os conhecimentos prévios dos estudantes acerca da composição dos materiais, de seu significado e de como os átomos se ligam.

CAPÍTULO 1

Estados físicos e ligações químicas

CAPÍTULO 2

Representações químicas

PRIMEIRAS IDEIAS

1. Em quais estados físicos os metais são encontrados à temperatura ambiente?
Todos os metais são sólidos à temperatura ambiente, com exceção do mercúrio, que é líquido.
2. Qual é a composição química da água, de um fio de cobre e de uma porção de sal de cozinha? Quais são as fórmulas químicas utilizadas para representar tais substâncias?
3. Você consegue identificar transformações da matéria em seu cotidiano? Em sua opinião, é possível utilizar nossos sentidos para perceber que uma reação química ocorreu?
Muitas transformações da matéria podem ser percebidas por nossos sentidos; a visão nos permite identificar mudanças de coloração ou de estado físico em um sistema, formação de materiais de baixa solubilidade ou liberação de gás, por exemplo. Outros sentidos, como o tato e o paladar, nos permitem identificar modificações na textura e no sabor, respectivamente, de determinado sistema.
4. Como uma transformação química pode ser representada?
Resposta variável. Os estudantes podem relacionar a representação de transformações com o modelo de Dalton.

PRIMEIRAS IDEIAS

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- As questões desta seção permitem avaliar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o tema da unidade.
- Na atividade 1, pergunte aos estudantes se eles acham que os metais têm temperatura de fusão alta. Como os metais mais conhecidos, como o alumínio, o cobre e o ferro, por exemplo, apresentam temperatura de fusão alta (respectivamente, $660\text{ }^{\circ}\text{C}$, $1084\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $1538\text{ }^{\circ}\text{C}$), é provável que eles considerem que essa característica se estende a todos os metais. No entanto, há metais com ponto de fusão baixo, como o gálio, que se funde a aproximadamente $29\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Na atividade 3, comente com os estudantes que algumas transformações químicas não apresentam evidências macroscópicas. Por isso, é importante, por exemplo, respeitar o prazo de validade dos alimentos, pois estes podem estar impróprios para o consumo, mesmo sem apresentar qualquer mudança perceptível na aparência, no cheiro ou no sabor.

LEITURA DA IMAGEM

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

- Respostas variáveis. O desgaste de objetos é uma transformação química que ocorre em virtude da interação entre o material e o ambiente. Nos objetos metálicos, o processo é denominado corrosão e é provocado pelo contato desses objetos com o ar e a umidade. O gás oxigênio presente no ar é o principal responsável pela corrosão. O termo “ferrugem” é usado especificamente para a corrosão do ferro. Aproveite a discussão para apresentar aos estudantes uma primeira esquematização dos estados inicial e final de um sistema que sofre uma transformação.

Responsabilidade diante do consumo

- Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes reflitam sobre o consumo exagerado promovido pelo surgimento de novas tecnologias e o impacto ambiental do descarte inadequado de materiais. Esse assunto também possibilita o trabalho do tema contemporâneo transversal **Meio ambiente**, do ponto de vista da educação para o consumo.



LEITURA DA IMAGEM

1. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes identifiquem a figura de um homem feito de sucata. A figura de Nancion pode ser abordada para estabelecer

entre a vaidade e o consumo excessivo, sem a preocupação com o ambiente.

2. De que forma a cena retratada se relaciona com as transformações da matéria? Resposta pessoal. Convide os estudantes a pensar sobre o que esses materiais eram antes de se tornarem sucata.

3. Observe o desgaste dos objetos que fazem parte da cena retratada. Você sabe como esse desgaste ocorre? Que fatores podem acelerá-lo ou retardá-lo?

Veja resposta em Respostas e comentários.

4. Todos os anos, novos modelos de aparelhos eletrônicos, como computadores e smartphones, são lançados. Que impacto isso pode ter sobre o ambiente?

Veja resposta em Respostas e comentários.





Conheço um artista, fotografar. Vik Muniz, Museu UFRJ, Brasília, 2002

Narciso, de Vik Muniz (detalhe).
Cópia cromogênica digital, 2005.

LEITURA DA IMAGEM

- As atividades da seção *Leitura da imagem* permitem avaliar os conhecimentos prévios dos estudantes a respeito das transformações sofridas pela matéria.
- A obra reproduzida foi feita pelo artista plástico brasileiro Vik Muniz e é uma releitura da obra *Narciso*, pintura do século XVI de Caravaggio. Na obra de Vik Muniz, a figura mitológica de Narciso foi construída, em grande escala, com sucata, como pneus velhos, ferramentas e móveis, e fotografada de cima. As obras do artista brasileiro primam por estimular a reflexão sobre a sustentabilidade e o excesso de lixo gerado. Comente com os estudantes o contexto em que a obra está inserida, fornecendo subsídios para que eles reflitam sobre as atividades 1 e 2.
- Caso julgue pertinente, pesquise ou oriente os estudantes a pesquisar outras obras de Vik Muniz ou de outros artistas que abordem a temática da sustentabilidade e da responsabilidade diante do consumo.

OUTRAS FONTES

O que cada um pode fazer para produzir menos lixo. Brasil, 2014 (2 min 48 s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=JAvRK1dO8AE>. Acesso em: 9 fev. 2022.

O tema central desse vídeo é a questão do lixo no Brasil.

Vivemos um momento em que a produção e o consumo de mercadorias demandam mais recursos do que o planeta é capaz de repor e em que a obsolescência dos produtos é cada vez mais rápida, o que contribui para que o lixo seja um dos grandes problemas da atualidade. Nesse sentido, o vídeo possibilita a reflexão acerca da substituição de certos tipos de embalagem, visando, por meio de políticas públicas, ao maior reaproveitamento tanto pelos consumidores como pela indústria. Além disso, o vídeo trabalha o valor desta unidade: responsabilidade diante do consumo.

HABILIDADE DESENVOLVIDA NO CAPÍTULO

(EF09CI01) Investigar as mudanças de estado físico da matéria e explicar essas transformações com base no modelo de constituição submicroscópica.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Explore a imagem de abertura do capítulo e questione os estudantes sobre como eles fariam para diferenciar os dois sólidos brancos retratados.
- Verifique se os estudantes acreditam existir alguma relação entre a maneira como as partículas se ligam e as características dos materiais. Incentive-os a levantar hipóteses, a fim de relacionar as características micro e macroscópicas.

DE OLHO NA BASE

O conteúdo das páginas 38 e 39 desenvolve as competências específicas de Ciências da Natureza **2** e **3** (compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza). Na página 39, também são promovidos o objeto de conhecimento e o modificador da habilidade **EF09CI01** (estados físicos da matéria, mudanças de estado e modelo submicroscópico).

Capítulo

1

ESTADOS FÍSICOS E LIGAÇÕES QUÍMICAS

**Neste momento, não espere que os estudantes respondam corretamente. O objetivo é que eles percebam a necessidade de interações entre os átomos para que eles se mantenham unidos, formando os agregados atômicos.*

PARA COMEÇAR

*A forma como os materiais são encontrados na natureza está relacionada à sua composição. A maioria das substâncias é constituída de agregados atômicos, ou seja, um conjunto de átomos. De que maneira os átomos se mantêm unidos? **

↓ Na cozinha, você pode encontrar duas substâncias brancas cristalinas: o sal de cozinha e o açúcar refinado. Apesar de terem aparência similar, essas duas substâncias apresentam sabor, ligações químicas e ponto de fusão bem distintos.

OS ÁTOMOS LIGAM-SE UNS AOS OUTROS

Os átomos têm a tendência de se unirem uns aos outros para formar **agregados atômicos**, constituintes das substâncias, dos materiais e de tudo mais que existe ao nosso redor.

Os materiais podem se diferenciar em muitos aspectos. A cor, o estado físico e a textura são algumas das características que distinguem um material do outro.

Características como essas são determinadas, em grande parte, pelas **ligações químicas**, que mantêm os átomos unidos. Essas ligações podem ser de vários tipos, como iônicas, covalentes e metálicas.

O tipo de ligação em cada material e as características dessas ligações são modelos utilizados para explicar diferentes propriedades físicas e químicas dos materiais, entre as quais, os estados físicos em que a matéria pode ser encontrada.



Maria Helena Sponchiado / Marcelo Pires/DFBR

OS ESTADOS FÍSICOS DA MATÉRIA

Em geral, a matéria pode se apresentar em três estados físicos: sólido, líquido e gasoso.

Um modo de diferenciar os três estados é a forma que o material adquire ao ser colocado em um recipiente, o que é explicado por modelos que levam em consideração as forças atrativas entre as partículas e seu grau de agitação.

Os **sólidos** mantêm seu formato. Os **líquidos** se adaptam ao volume do recipiente que os contém, enquanto os **gases** se expandem, ocupando todo o volume disponível.

De acordo com a teoria cinético-molecular, os estados sólido, líquido e gasoso podem ser explicados da seguinte forma:

- No estado sólido, a força de atração entre um agregado e outro é intensa, por isso o material permanece unido, e os agregados têm apenas movimento de vibração. É por causa dessa força de atração que os sólidos mantêm sua forma.
- No estado líquido, as forças atrativas são menos intensas, o que permite que os agregados se movimentem mas permaneçam próximos uns dos outros.
- O estado gasoso se caracteriza por apresentar forças atrativas pouco intensas. Assim, os agregados ficam distantes uns dos outros e se movimentam livremente. O movimento desses agregados é aleatório e depende da temperatura. Quanto maior a temperatura, maior sua movimentação.

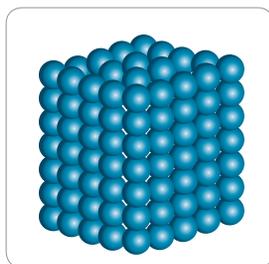


↑ Líquidos adquirem a forma do recipiente que os contém.

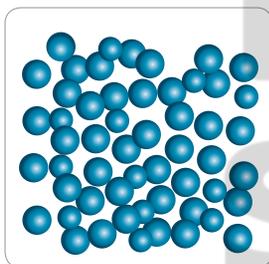


↑ Gases como o gás carbônico e o gás oxigênio se espalham por toda a atmosfera terrestre.

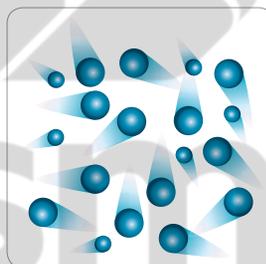
estado sólido



estado líquido



estado gasoso



↑ Modelos utilizados para representar os diferentes estados da matéria. (Representações sem proporção de tamanho; cores-fantasia.)

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Incentive os estudantes a formular explicações sobre por que os sólidos e os líquidos têm volume constante, enquanto os gases, não.
- Explique aos estudantes que uma substância no estado líquido assume a forma do recipiente que ocupa. Caso considere oportuno, realize com eles uma demonstração simples dessa característica.
- Com base nas informações sobre as formas que as substâncias apresentam em diferentes estados, formalize o modelo de partículas e desenvolva com a turma um esquema na lousa semelhante ao apresentado nesta página do Livro do Estudante.
- Reforce que as partículas no estado gasoso não exercem atração ou repulsão de maneira significativa entre si, pois estão muito distantes, permitindo que o gás seja compressível ou expansível; uma vez que as moléculas gasosas se encontram em um estado energético maior, elas apresentam movimento contínuo no espaço vazio.
- Utilize o modelo apresentado para questionar os estudantes sobre por que sentimos o odor do perfume de um frasco posicionado em um canto da sala (difusão de gases).

OUTRAS FONTES

MELO, Mayara Soares de. Os três níveis do conhecimento químico. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3532327/mod_resource/content/1/MeloSobreJohnstone2015_excerto.pdf. Acesso em: 10 fev. 2022.

O texto mostra as maneiras de tornar o ensino de Química mais acessível aos estudantes, associando os níveis macroscópico, microscópico e simbólico.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Relacione as mudanças de estado físico da matéria com o ganho ou a perda de energia, perguntando aos estudantes em quais processos é necessário o fornecimento de energia (aquecimento) ou a retirada de energia (resfriamento) para que ocorram as mudanças de estado físico.
- Promova com os estudantes a elaboração de um esquema na lousa sobre as mudanças de estado físico. Peça a eles que representem um diagrama similar ao desta página do Livro do Estudante, completando-o com setas que indiquem onde é necessário o fornecimento ou a retirada de energia.
- Questione os estudantes sobre por que sentimos frio quando saímos da piscina ou do mar em dias quentes. Auxilie-os no entendimento de que o vento colabora para o processo de vaporização e que há perda de energia de nosso corpo.

DE OLHO NA BASE

Nesta página, dá-se continuidade ao desenvolvimento da habilidade **EF09CI01**, relacionando as mudanças de estado físico da matéria com o aumento do grau de agitação molecular, por meio de modelo submicroscópico. Nas páginas 40 e 41, são desenvolvidas também as competências específicas **2 e 3** (compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza).

atmosfera (atm): unidade de medida de pressão.



↑ Com o aquecimento, a água contida no recipiente sofre ebulição. O vapor de água atinge a superfície inferior do vidro onde há gelo e provoca sua fusão. Gotículas de água, resultantes da condensação do vapor, são formadas sobre a superfície interna do vidro que contém água em ebulição.



↑ Quando aquecido, o iodo (um sólido de cor escura) sofre sublimação, formando um gás de cor púrpura. Esse gás sublima, voltando ao estado sólido, quando entra em contato com a superfície externa da cápsula de porcelana, colocada sobre o biquê.

Para uma substância mudar de estado físico, é preciso fornecer calor a ela ou retirar calor dela, aumentando ou reduzindo sua temperatura. O fornecimento de calor aumenta a energia dos agregados, conferindo a eles maior movimentação. A energia associada ao movimento é chamada de **energia cinética**.

AS MUDANÇAS DE ESTADO FÍSICO DA MATÉRIA

Quando se fornece energia para uma substância, por meio do aumento de temperatura, ela pode sofrer mudança em seu estado físico. Como exemplo, usaremos o caso da água.

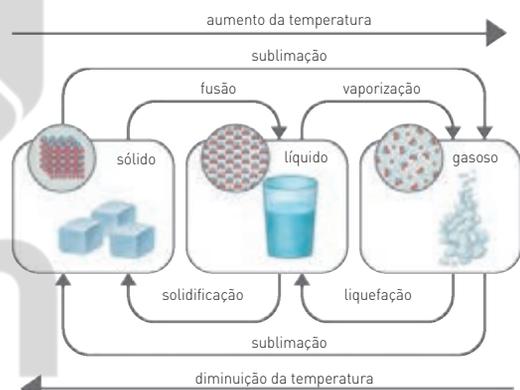
O aquecimento do gelo acima de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, à pressão de 1 atm , provoca a mudança do estado sólido para o líquido, processo chamado de **fusão**. A água líquida passa para o estado gasoso em um processo chamado de **vaporização**. Quando a vaporização acontece a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, esse processo recebe o nome de **ebulição**.

Se a água líquida for resfriada até $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, à pressão de 1 atm , ela começa a sofrer **solidificação**, ou seja, seu estado físico passa de líquido para sólido. Perceba que a fusão e a solidificação da água ocorrem à mesma temperatura.

Quando o vapor de água é resfriado, ele volta ao estado líquido, processo chamado de **liquefação** ou **condensação**.

Algumas substâncias, como o iodo, sofrem o processo de **sublimação**, quando ocorre a passagem direta do estado sólido para o gasoso ou do gasoso para o sólido.

O esquema a seguir ilustra as mudanças de estado físico.



↑ Representações sem proporção de tamanho; cores-fantasia.

40

(IN)FORMAÇÃO

Dificuldades na compreensão do conceito de íon

A Química é uma ciência que está relacionada com as atividades desenvolvidas pelo ser humano, pois desempenha nelas papel de grande importância. Hoje, devido à grande utilização do conhecimento químico, atribui-se relevante importância às pesquisas das relações entre ciência e tecnologia. Professores de Química têm como objetivo iniciar os alunos nas ideias e práticas da comunidade científica, tornando-as significativas. [...], mais do que organizar o processo pelo qual os indivíduos geram significados sobre o mundo natural, o papel do professor é atuar como mediador entre o conhecimento científico e os aprendizes, ajudando-os a conferir sentido

peçoal à maneira como as asserções do conhecimento são geradas e validadas.

[...]

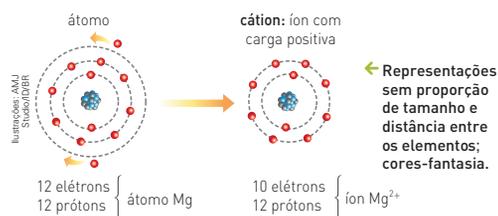
Temos hoje um grande número de trabalhos realizados com a finalidade de verificar quais são as concepções dos estudantes sobre a estrutura dos átomos, a natureza da matéria e suas interações, porém poucos trabalhos estudam as concepções dos estudantes em relação ao conceito do íon. [O educador] De Posada [...] apresenta alguns resultados obtidos em relação às substâncias iônicas onde aponta as dificuldades dos alunos para assimilar a natureza dessas substâncias iônicas, e em especial o conceito de íon. O autor coloca que mesmo os alunos já tendo o conhecimento do conceito de íon, uma vez que haviam sido tratados nas unidades de estrutura atômica e

ÍONS: CÁTIONS E ÂNIONS

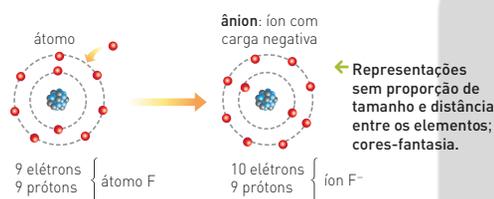
Nos átomos, o número de elétrons da eletrosfera é igual ao número de prótons (número atômico) do núcleo. Por isso, os átomos são eletricamente neutros. O átomo de ${}_8\text{O}$, por exemplo, apresenta oito prótons no núcleo e oito elétrons na eletrosfera.

Ao perder ou ganhar elétrons, o balanço entre as cargas positivas e negativas deixa de ser nulo, e o átomo se transforma em uma partícula eletricamente carregada, denominada **íon**.

O átomo de magnésio tem número atômico 12 (${}_{12}\text{Mg}$), portanto, apresenta em seu núcleo 12 prótons e, na eletrosfera, 12 elétrons. Se perder dois elétrons, ficará com dez elétrons e doze prótons, ou seja, terá dois prótons a mais e vai adquirir carga positiva 2+, sendo representado como Mg^{2+} . O íon Mg^{2+} é um **cátion**. Observe as representações do átomo de magnésio e do íon Mg^{2+} .



Quando o átomo de flúor, de número atômico 9, recebe um elétron, ele se transforma no **ânion** F^- . Quando o valor da carga é 1-, o número é omitido e se insere apenas o sinal negativo da carga. Observe as representações do átomo de flúor e do íon F^- .



A ESTABILIDADE DOS GASES NOBRES

Difícilmente encontramos átomos isolados na natureza. De todos os elementos da Tabela Periódica, somente os gases nobres, elementos que compõem a família 18, são encontrados na forma de átomos isolados.

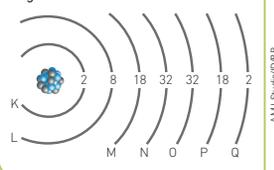
Analisando a distribuição eletrônica dos gases nobres, pode-se observar que apresentam oito elétrons na última camada eletrônica, também chamada de camada de valência, ou dois elétrons, no caso do hélio.

CAMADA ELETRÔNICA

No modelo atômico de Rutherford-Bohr, os elétrons se encontram ao redor do núcleo em órbitas diferentes. Esse conjunto de órbitas é chamado de **camada eletrônica**.

As camadas eletrônicas são identificadas pelas letras K, L, M, N, O, P e Q. A primeira camada é a K e está mais próxima do núcleo.

O número máximo de elétrons em cada uma dessas camadas é representado na ilustração a seguir.



ligações químicas, eles não conseguem compreender a relação que existe entre suas estruturas e o comportamento que produzem, e que essas diferenças também foram de difícil aceitação por parte da comunidade científica [...].

[...]

Neste sentido entender a estrutura atômica contribui para a compreensão da formação dos íons, uma vez que este conceito é apresentado aos alunos depois de estabelecer a estrutura eletrônica dos átomos, definindo o íon como o átomo que tenha ganhado ou perdido elétrons em sua camada, [...]. Outros estudos de investigação apontam que a diferenciação entre átomo, íon e molécula é problemática [...], pois não é ressaltada a importância desse tipo de discussão após o estabelecimento de um modelo atômico,

iônico e molecular [...]. [...]

O conceito de íon é importante na construção e no entendimento de muitos conceitos químicos, como ligações químicas, a eletroquímica, o conceito de equilíbrio químico, de [oxirredução], o conceito de pH, entre outros. Um grande número de fenômenos biológicos, físicos e químicos só podem ser explicados pelo entendimento das mudanças no rearranjo e movimento de átomos e moléculas. [...]

FRANÇA, Angella da Cruz G.; MARCONDES, Maria Eunice R. Estrutura atômica e formação dos íons: uma análise das ideias dos alunos do 3º ano do Ensino Médio. In: XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (Eneq), 2008, Curitiba. Anais [...]. Curitiba: UFPR, 2008. Disponível em: <http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0949-1.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2022.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Ao trabalhar o conceito de íons, retome o modelo atômico de Rutherford-Bohr para apresentar esquemas que representem a distribuição eletrônica dos átomos e como fica essa distribuição em caso de ganho ou de perda de elétrons.
- O texto da seção (*In*)formação, nas páginas 40 e 41 deste manual, traz subsídios para lidar com as dificuldades que os estudantes apresentarem na compreensão desse conceito.
- Pode-se indicar um íon e pedir aos estudantes que desenhem o esquema do átomo indicando o número de prótons e o de elétrons desse íon.
- Questione os estudantes sobre a relação entre a capacidade de o átomo perder e ganhar elétrons e a ocorrência de ligações químicas e sobre como eles imaginam que os átomos se ligam para formar agregados atômicos.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Proponha aos estudantes questões para a formulação de substâncias iônicas. Combine elementos de várias famílias: alumínio e flúor, cálcio e enxofre, sódio e fósforo, alumínio e oxigênio, bário e nitrogênio.
- Destaque aos estudantes que, para atingir estabilidade, as ligações iônicas ocorrem sempre entre cátions e ânions.
- Explore com os estudantes a foto desta página do Livro do Estudante, ressaltando que a lâmpada acesa evidencia a existência de condução elétrica. Problematicize essa questão perguntando: "Por que a lâmpada acende? Como vocês explicariam isso?". Pode-se complementar essa discussão com a exibição do vídeo que mostra o funcionamento de uma bateria eletroquímica, sugerido no boxe *Outras fontes*.

DE OLHO NA BASE

O conteúdo das páginas 42 e 43 dá continuidade ao desenvolvimento das competências específicas 2 e 3, no que se refere a conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza.



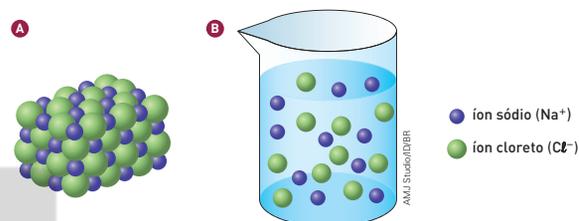
↑ Na montagem, observa-se o composto iônico sal de cozinha que, dissolvido em água, conduz eletricidade. Isso é evidenciado pela lâmpada acesa.

LIGAÇÕES IÔNICAS

Alguns átomos são encontrados na natureza predominantemente na forma de cátions. É o caso, por exemplo, do sódio (Na^+), do potássio (K^+) e do magnésio (Mg^{2+}). Outros são encontrados na forma de ânions, como o cloreto (Cl^-) e o fluoreto (F^-).

Devido às suas cargas opostas, cátions e ânions atraem-se mutuamente e podem se ligar, formando agregados. Esse modelo de ligação que mantém os íons unidos é chamado de **ligação iônica** e forma as substâncias iônicas. São exemplos de substâncias iônicas o cloreto de sódio (NaCl), que é o sal de cozinha, e o óxido de cálcio (CaO), que é o principal componente da cal utilizada na construção civil.

Em geral, as substâncias iônicas são sólidas à temperatura ambiente e apresentam altas temperaturas de fusão e ebulição. No estado sólido, são más condutoras de eletricidade, mas conduzem corrente elétrica quando estão fundidas ou dissolvidas em água. Veja a foto e o esquema.



↑ (A) No estado sólido, os íons permanecem muito próximos, devido à forte atração das cargas opostas, e apenas vibram. (B) Em contato com a água, cátions e ânions se separam e ganham movimento. (Representações sem proporção de tamanho e distância entre os elementos; cores-fantasia.)

FÓRMULAS DOS COMPOSTOS IÔNICOS

A fórmula química dos compostos iônicos indica a proporção mínima entre os íons que se combinam. Por exemplo: o óxido de magnésio é formado por cátions Mg^{2+} e ânions O^{2-} , e sua fórmula é representada por MgO ; o óxido de alumínio, presente no minério de alumínio, é formado pelos íons Al^{3+} e O^{2-} , e sua fórmula química é Al_2O_3 .

Embora formado por cátions e ânions, um composto iônico é eletricamente neutro, ou seja, a soma de suas cargas positivas e negativas deve ser igual a zero. No MgO , as duas cargas positivas do Mg^{2+} são neutralizadas pelas duas cargas negativas presentes no O^{2-} .

A fórmula do Al_2O_3 indica que a proporção entre cátions Al^{3+} e ânions O^{2-} no agregado iônico é 2:3, ou seja, para 2 cátions Al^{3+} (carga 6+) há 3 ânions O^{2-} (carga 6-).

AGREGADOS OU MOLÉCULAS?

As substâncias são constituídas de unidades fundamentais de composição química definida. Tais unidades são genericamente denominadas agregados atômicos.

As substâncias metálicas são constituídas de agregados de átomos metálicos, e as iônicas, de agregados de cátions e ânions. Nas substâncias moleculares, tais agregados são denominados moléculas.

O termo molécula deriva de um tipo específico de ligação química. Portanto, não podemos dizer que o cloreto de sódio é constituído de moléculas de NaCl , pois se trata de uma substância iônica. O NaCl é constituído de agregados atômicos, também denominados agregados iônicos.

42

OUTRAS FONTES

Bateria de latinha de alumínio. Direção e apresentação: Iberê Thenório. [S. l.: s. n.], 2013. 1 vídeo (6 min). Publicado no canal Manual do Mundo. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=T355v2v0SK8>. Acesso em: 24 jun. 2022.

O vídeo mostra a construção de uma bateria eletroquímica e pode ser utilizado como demonstração do papel dos íons na condução da eletricidade.

LIGAÇÕES COVALENTES

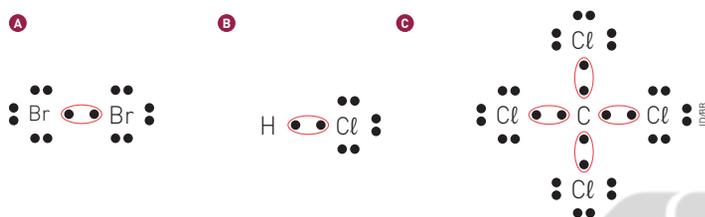
As ligações que se estabelecem entre átomos de substâncias moleculares são denominadas **ligações covalentes** ou **ligações moleculares**.

A ligação covalente se estabelece pelo compartilhamento de pares de elétrons da última camada eletrônica dos átomos.

A sacarose ($C_{12}H_{22}O_{11}$), o etanol (C_2H_6O) e o oxigênio (O_2) são substâncias classificadas como moleculares. Ao analisar as fórmulas desse tipo de substância, verificamos que elas são, em sua maioria, constituídas de átomos de elementos não metálicos e/ou hidrogênio.

Esses materiais são maus condutores elétricos tanto no estado sólido como no líquido e, à temperatura ambiente, podem se apresentar nos estados físicos sólido, líquido ou gasoso.

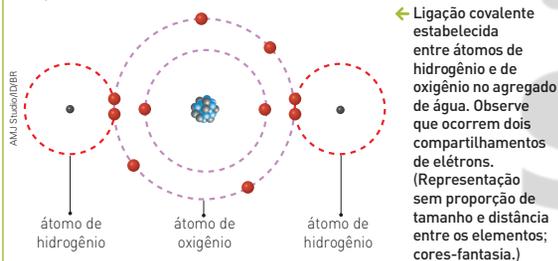
Como os elétrons são compartilhados, não há átomos carregados eletricamente (íons). Por isso, as substâncias moleculares, em geral, não são capazes de conduzir corrente elétrica.



↑ Fórmulas eletrônicas do Br_2 , do HCl e do CCl_4 . (A) O Br_2 é formado pelo compartilhamento de um par de elétrons entre dois átomos de bromo. (B) No HCl , hidrogênio e cloro compartilham um par de elétrons. (C) No CCl_4 , um átomo de carbono compartilha, com quatro átomos de cloro distintos, os quatro elétrons de sua última camada eletrônica.

UMA SUBSTÂNCIA MOLECULAR: A ÁGUA

A água é uma substância molecular de fórmula H_2O . Mas atenção: apesar de ter baixa condutibilidade elétrica, por ser uma substância molecular, a água que utilizamos em nosso cotidiano é uma mistura composta de íons dissolvidos. Por isso, é condutora de corrente elétrica, e há perigo de choques elétricos em locais molhados.



ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Sobre a ligação covalente, destaque aos estudantes que os átomos envolvidos nessa ligação compartilham elétrons de forma que sua última camada eletrônica fique completa, ou seja, contenha 8 elétrons, ou 2, no caso da camada K.
- Peça aos estudantes que diferenciem a ligação covalente da ligação iônica e, então, tentem explicar por que uma substância covalente não é boa condutora de corrente elétrica quando está em solução. Se for preciso, auxilie-os.
- Ressalte a importância da ligação covalente. Destaque materiais covalentes ou moleculares com os quais o ser humano tem contato, como a água, os gases presentes na atmosfera – nitrogênio (N_2), oxigênio (O_2) e dióxido de carbono (CO_2) –, a sacarose, entre outros. Uma aproximação interessante nesse momento pode ser olhar a estrutura química e perceber que ela envolve apenas átomos não metálicos e/ou hidrogênio.
- Chame a atenção dos estudantes para a representação das fórmulas eletrônicas das moléculas. Nessas fórmulas, representam-se os elétrons da camada de valência. Se necessário, lembre aos estudantes como determinar os elétrons da camada de valência por meio da localização de um elemento na Tabela Periódica.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Retome a Tabela Periódica e localize onde se encontram os metais. Peça aos estudantes que cite exemplos de substâncias metálicas e descrevam suas propriedades.
- Para auxiliar no entendimento do modelo empregado para explicar a ligação metálica, esclareça aos estudantes que, nos átomos metálicos, os elétrons mais externos são fracamente atraídos pelo núcleo, de modo que se desprendem facilmente do átomo.
- Em relação à condutibilidade elétrica, comente com os estudantes a constituição metálica dos fios elétricos, bons condutores elétricos, e o fato de a cobertura desses fios ser de plástico, mau condutor elétrico e constituído de ligação covalente.

Responsabilidade diante do consumo

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

- Respostas pessoais. Procure auxiliar os estudantes, a fim de que concluam que o consumo consciente e racional é uma atitude sustentável.
- Aproveite o momento para debater com os estudantes sobre a importância de refletir a respeito da origem e do destino dos produtos que consumimos.

DE OLHO NA BASE

O conteúdo desta página promove as competências específicas 2 e 3, no contexto das ligações metálicas. Além disso, o boxe *Valor* trabalha as competências geral 7 e específica 5, ao promover a consciência socioambiental.

LIGAS METÁLICAS

Há materiais com propriedades semelhantes às das substâncias metálicas que são formados por uma mistura de substâncias. Chamados de ligas metálicas, esses materiais são usados em diversos objetos e construções. Os mais comuns são o aço (ferro e carbono), o bronze (cobre e estanho) e o latão (cobre e zinco).

O modelo de ligação utilizado para explicar as propriedades das ligas metálicas é o mesmo das substâncias metálicas, ou seja, a ligação metálica.

CONSUMO RESPONSÁVEL

Os materiais consomem recursos naturais para serem produzidos e podem gerar outros produtos em sua fabricação que podem ser tóxicos. Além disso, certos materiais, como os plásticos, demoram muito tempo para se decompor. Assim, para determinar as vantagens do uso de determinado material, é necessário analisar suas características e seu processo de produção.

Desde 2016, na cidade alemã de Hamburgo, é proibida a compra de determinados produtos poluentes com o dinheiro público. A proibição inclui produtos específicos, como cápsulas de café, garrafas plásticas de água, produtos de limpeza à base de cloro, pratos e talheres de plástico, entre outros.

- Você costuma refletir sobre a origem dos produtos que consome? Já chegou a boicotar algum produto por causa do impacto que ele causa no ambiente e na sociedade como um todo? Discuta essas questões com os colegas.

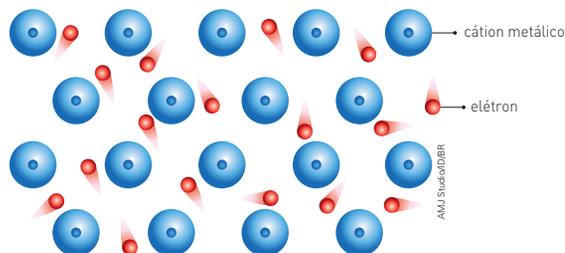
Veja respostas em *Respostas e comentários*.

A folha de ouro (A) e o fio de cobre (B) apresentam maleabilidade e ductilidade, propriedades dos metais.

LIGAÇÕES METÁLICAS

Nas substâncias metálicas, os átomos se mantêm unidos por meio de ligações denominadas **metálicas**. Essas substâncias são constituídas de átomos de elementos metálicos.

O modelo utilizado para explicar a ligação metálica é denominado **mar de elétrons**. Ele é constituído de núcleos atômicos em posições fixas, envoltos em uma nuvem de elétrons que mantém os átomos unidos.

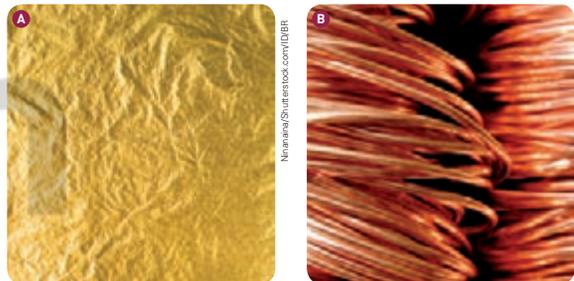


↑ Nesse modelo, o metal é visualizado como uma rede de cátions metálicos em um mar de elétrons. Os elétrons são móveis e estão uniformemente distribuídos por toda a estrutura. (Representação sem proporção de tamanho e distância entre os elementos; cores-fantasia.)

Essa movimentação dos elétrons é o que explica a condutibilidade elétrica dos metais. As substâncias metálicas geralmente são substâncias simples e apresentam boa condutibilidade elétrica, tanto no estado sólido como no líquido. São exemplos o ferro (Fe), o ouro (Au) e o mercúrio (Hg). Com exceção do mercúrio, que é líquido, todos os outros metais são sólidos à temperatura ambiente.

Certamente você já seguiu algum tipo de metal e sentiu-o frio. Tal característica dos metais está relacionada à sua alta condutibilidade térmica, ou seja, eles conduzem a energia térmica de forma mais rápida e eficiente.

Outras duas propriedades que podem ser observadas nos metais são a **maleabilidade**, ou seja, a possibilidade de serem moldados, e a **ductilidade**, que lhes permite assumir a forma de fios.



(IN)FORMAÇÃO

Por que o mercúrio é líquido nas condições-padrão de temperatura e pressão?

Por que a maioria dos metais é sólida? A maioria dos metais compartilha seus elétrons de valência com os átomos de metal circundantes. Imagine o metal como uma rede de íons positivos colados pelo mar de elétrons compartilhados de valência. Esse modelo de mar de elétrons explica muitas propriedades dos metais. Por exemplo, metais conduzem eletricidade porque os elétrons compartilhados estão livres para se movimentar. A retirada de um elétron de uma parte do metal fará com que os elétrons das áreas vizinhas entrem e preencham o “vazio”. Os metais podem ser dúcteis ou maleáveis porque os íons de metal podem deslizar um após o outro, mas ainda assim ficar ligados pelos elétrons de valência compartilhados. [...]

Mercúrio fica preso aos elétrons de sua valência com muita força

A ligação mercúrio-mercúrio é muito fraca porque seus elétrons de valência não são compartilhados prontamente. (Na verdade, o mercúrio é o único metal que não forma moléculas diatômicas na fase gasosa.)

O calor supera facilmente a fraca ligação entre os átomos de mercúrio e o mercúrio ferve e derrete a temperaturas mais baixas do que qualquer outro metal. O fino mar de elétrons de valência torna a capacidade do mercúrio de conduzir eletricidade e calor muito mais pobre do que o esperado para um metal naquela posição na tabela periódica.

SENESE, Fred. Why is mercury a liquid at STP? *General Chemistry On-line!*, 17 ago. 2015. Disponível em: <https://antoine.frostburg.edu/chem/senese/101/inorganic/faq/why-is-mercury-liquid.shtml>. Acesso em: 10 fev. 2022. Tradução nossa.

- Explique com suas palavras o que são cátions e ânions. **Veja resposta em Respostas e comentários.**
- Sobre as ligações covalentes, responda às questões.
 - Qual modelo explica essas ligações?
 - Que tipos de átomo estabelecem esse tipo de ligação? **a) e b) Veja respostas em Respostas e comentários.**
- Considere as propriedades listadas a seguir.
 - Elevada temperatura de fusão.
 - Brilho metálico.
 - Boa condutibilidade elétrica no estado sólido.
 - Isolante elétrico tanto no estado sólido como no líquido. **a) II e III; b) I; c) IV.**

Quais delas caracterizam:

 - substâncias metálicas?
 - substâncias iônicas?
 - substâncias covalentes?
- São descritas a seguir algumas características dos compostos moleculares.
 - Os compostos moleculares apresentam ligações covalentes em sua estrutura.
 - Como os elétrons envolvidos na ligação covalente não têm liberdade para se movimentar, os compostos moleculares são bons condutores de eletricidade.
 - A ligação covalente envolve o compartilhamento de elétrons da última camada eletrônica dos átomos. **Veja resposta em Respostas e comentários.**
 - Identifique as afirmativas corretas e reescreva as afirmativas incorretas, corrigindo-as.
- Leia o texto e faça o que se pede.

Um professor entregou a seus estudantes três materiais distintos:

 - raspas de um sólido de aparência brilhante e avermelhada;
 - porções de dois sólidos brancos distintos na forma de pequenos cristais.

A aparência dos sólidos brancos era muito semelhante. O professor, então, informou-lhes que os materiais recebidos eram cobre (Cu), cloreto de sódio (NaCl) e sacarose (C₁₂H₂₂O₁₁) e que a tarefa deles era identificar corretamente cada um desses materiais.

Para executar a tarefa, os estudantes poderiam utilizar um equipamento para medir condutibilidade elétrica e água destilada. Contudo, não poderiam provar o sabor dos materiais.

- Explique como é possível identificar cada um dos sólidos. **Veja resposta em Respostas e comentários.**
- Certa substância apresenta as seguintes propriedades físicas:
 - Encontra-se no estado sólido a 25 °C e 1 atm.
 - Sua condutibilidade elétrica é praticamente nula no estado sólido, mas, quando adicionada à água, é condutora.
 - Sua condutibilidade elétrica no estado líquido é alta.
 - Qual(is) das substâncias a seguir pode(m) apresentar todas essas propriedades?
 - alumínio (Al)
 - cloreto de sódio (NaCl)
 - ferro (Fe)
 - etanol (C₂H₆O) **a), b), c) e d) Veja respostas em Respostas e comentários.**
 - Ao colocar uma roupa para secar, um estudante, lembrando da aula de Ciências, concluiu que a roupa secaria porque a água passaria pelo processo de sublimação.
 - Você concorda com esse estudante? Justifique sua resposta.
 - Esquematize um modelo que represente o estado físico da água na roupa molhada. **a) e b) Veja respostas em Respostas e comentários.**
 - Substâncias no estado sólido, em geral, apresentam menor distância entre seus agregados. Isso justifica o fato de, no estado sólido, um composto ser mais denso que no estado líquido.
 - Considerando as informações citadas, formule uma hipótese que explique por que o gelo (água no estado sólido) flutua quando colocado em água líquida. **Veja resposta em Respostas e comentários.**
 - Com base no que você estudou neste capítulo e em seus conhecimentos prévios, reflita: Quais propriedades os materiais usados para confeccionar uma panela devem apresentar? Responda considerando o tipo de ligação química presente nesses materiais. **Veja resposta em Respostas e comentários.**

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

- Cátions e ânions são íons, ou seja, espécies eletricamente carregadas. Os cátions são positivamente carregados e resultam da perda de um ou mais elétrons por um átomo. Os ânions são negativamente carregados e resultam do ganho de um ou de mais elétrons por um átomo.
- a)** O modelo do compartilhamento de pares de elétrons.

b) As ligações covalentes se estabelecem entre átomos de elementos não metálicos e/ou hidrogênio.
- Esta atividade é propícia para retomar como as ligações químicas podem definir algumas propriedades de um material.
- As afirmativas **I** e **III** estão corretas; portanto, a incorreta é a **II**: Para haver condução de corrente elétrica, deve haver carga e movimento. Na ligação covalente, não há carga, pois os elétrons são compartilhados entre os átomos e, por isso, não há condutibilidade elétrica.
- O sólido brilhante avermelhado é o cobre. Isso pode ser comprovado visualmente pela cor e pelo brilho e, experimentalmente, ao se verificar que ele é bom condutor no estado sólido. Para distinguir o NaCl do C₁₂H₂₂O₁₁, basta adicionar água a ambos os sólidos e medir a condutibilidade elétrica das soluções obtidas. Apenas a solução aquosa de NaCl conduzirá eletricidade.
- Somente o NaCl tem todas as características descritas. O C₂H₆O é uma substância molecular, portanto apresenta baixa condutibilidade elétrica em solução. O Fe e o Al são substâncias metálicas, portanto são bons condutores de eletricidade em estado sólido.
- a)** Não. O processo que ocorre recebe o nome de evaporação.

b) Espera-se que os estudantes desenhem um modelo de partículas com as moléculas no estado líquido em grau de agitação moderado e levemente distanciadas umas das outras.
- Não se espera que os estudantes apresentem a resposta correta, mas que imaginem moléculas mais distantes umas das outras no estado sólido, em uma estrutura rígida. No estado líquido, as moléculas estariam mais próximas. A maior distância entre as moléculas no estado sólido, em uma estrutura rígida, torna a relação massa/volume (densidade) do gelo menor que a da água.
- Espera-se que os estudantes respondam sobre a constituição metálica da panela, que é um bom condutor térmico, e a constituição molecular do cabo da panela, que se comporta como isolante térmico.

ESTRATÉGIAS DE APOIO

As atividades desta seção possibilitam a realização de uma avaliação reguladora. É importante que os estudantes reconheçam critérios de classificação de substâncias com base nas próprias observações. Para os estudantes que apresentarem dificuldade na diferenciação dos tipos de ligação abordados, pode-se proceder a um teste de condutibilidade que permitirá a eles perceber as diferenças entre compostos iônicos, moleculares e metálicos. Ao fazê-lo, peça a eles que montem uma tabela diferenciando os materiais e a condutibilidade e expliquem com suas palavras as diferenças observadas. Essa segunda avaliação reguladora permitirá aos estudantes se sentirem mais confiantes a respeito dos conteúdos.

DE OLHO NA BASE

Nesta seção, desenvolve-se a habilidade **EF09CI01**, especialmente nas questões **7** e **8**. A seção também promove as competências específicas **2** e **3** e geral **2** (compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza, compreender e explicar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural e recorrer à abordagem própria das ciências, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses), além das competências geral **4** e específica **6** (utilizar diferentes linguagens).

HABILIDADE DESENVOLVIDA NO CAPÍTULO

(EF09CI02) Comparar quantidades de reagentes e produtos envolvidos em transformações químicas, estabelecendo a proporção entre as suas massas.

DE OLHO NA BASE

O conteúdo das páginas 46 e 47 trabalha a linguagem própria da Química e a representação de substâncias, promovendo as competências específicas **2** e **3** e gerais **2** (compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza e recorrer à abordagem própria das ciências, para formular e resolver problemas) e **4** (utilizar conhecimentos da linguagem científica).

Capítulo

2

REPRESENTAÇÕES QUÍMICAS

**Neste momento, não espere que os estudantes respondam corretamente. É provável que eles mencionem o uso de fórmulas e símbolos. Aproveite a questão para comentar com eles sobre a importância de uma representação que possa ser compreendida em todo o mundo.*

PARA COMEÇAR

A ciência utiliza símbolos para indicar átomos de diferentes elementos químicos.

*Considerando que as reações químicas ocorrem entre átomos e moléculas, como é feita a representação dessas reações? **

A LINGUAGEM CIENTÍFICA

O uso de códigos como base nos diferentes tipos de linguagem garante uma comunicação efetiva entre os indivíduos. Um pianista, por exemplo, para tocar uma peça, precisa consultar uma partitura com indicações de notas musicais, que, ao serem tocadas na sequência determinada, resultam em sons que interpretamos como música.

O mundo material pode ser percebido pelos sentidos. Átomos e moléculas, no entanto, são modelos propostos por cientistas, uma vez que não podem ser vistos ou tocados, apenas imaginados. Mas como estudar o que é imperceptível?

A linguagem utilizada pela ciência se apropria de modelos, fórmulas estruturais, símbolos e equações para descrever as coisas do mundo. A **linguagem científica** pode estabelecer a relação entre o que podemos perceber e as imagens propostas para representar a realidade como, por exemplo, as partículas invisíveis a olho nu.

Ao longo do tempo, diversos pesquisadores propuseram símbolos e fórmulas para representar elementos e agregados atômicos. A organização e a padronização da linguagem química são estabelecidas por uma entidade internacional denominada União Internacional de Química Pura e Aplicada (Iupac).

↓ Para o exercício da regência musical, foram estabelecidos gestos convencionais que permitem um tipo específico de comunicação, compreensível por todos que participam da orquestra. Existem convenções internacionais que visam garantir o entendimento de forma homogênea entre grupos distintos.



REPRESENTANDO AS SUBSTÂNCIAS

Ao longo da história, vários cientistas propuseram formas distintas para representar elementos e substâncias químicas. Até o final do século XVIII, não havia uma linguagem química universal. Diferentes grupos de cientistas utilizavam linguagens distintas, de acordo com conveniências e tradições.

Foi o químico sueco Jöns Jacob Berzelius (1779-1848), na primeira metade do século XIX, quem sugeriu uma padronização universal para representar elementos e substâncias. A proposta de Berzelius é até hoje utilizada pela comunidade científica, com algumas modificações. Tais representações permitem aos químicos classificar as substâncias por sua composição.

Substâncias formadas por agregados de um único elemento químico são denominadas **substâncias simples** e recebem o mesmo nome do elemento que as constitui. Isso significa, por exemplo, que o gás hidrogênio (H_2) é constituído somente de átomos do elemento hidrogênio. O mesmo ocorre com o gás oxigênio (O_2), formado somente por átomos do elemento oxigênio.

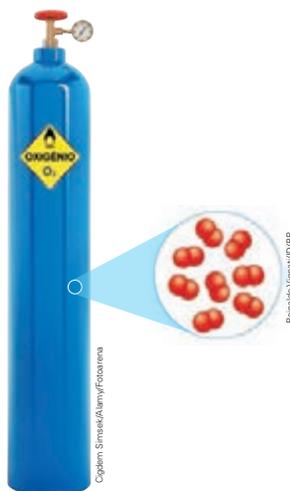
Quando as substâncias são constituídas de agregados de átomos de dois ou mais elementos químicos, elas são chamadas de **substâncias compostas**. A água, constituída de agregados contendo átomos de hidrogênio e de oxigênio, é um exemplo de substância composta.

Os símbolos dos gases nobres e dos metais, por exemplo, coincidem com o elemento químico que os compõe. Por exemplo, o metal ferro (substância simples formada por átomos do elemento ferro) é representado por Fe. Observe que essa representação é igual ao símbolo do elemento químico que o constitui, ou seja, o ferro.

Já as substâncias simples constituídas de átomos de elementos não metálicos tendem a se ligar quimicamente entre si, formando moléculas, as quais são representadas por meio de fórmulas que combinam símbolos e algarismos. Essas fórmulas expressam a quantidade de átomos presentes na molécula.

As moléculas que formam o gás oxigênio, por exemplo, são representadas por O_2 , em que o número 2 indica que a molécula é formada por dois átomos de oxigênio. Já O_3 é a fórmula que representa o ozônio. Ela indica que a substância ozônio é constituída de moléculas formadas por três átomos de oxigênio.

Nas fórmulas químicas de substâncias compostas, são introduzidos os símbolos dos elementos que as constituem seguidos de um algarismo em subscrito que expressa a quantidade de átomos ou íons que compõem a menor unidade do agregado atômico. Se não houver algarismo após o símbolo do elemento, significa que o seu valor é 1. Por exemplo, H_2O representa a fórmula química da molécula da água, formada por dois átomos de hidrogênio e um átomo de oxigênio.



↑ No detalhe, representação da estrutura da molécula de gás oxigênio. Cada esfera vermelha corresponde a um átomo de oxigênio. Observe, no rótulo do cilindro, a indicação de que as moléculas que constituem essa substância têm dois átomos de oxigênio. (Representação sem proporção de tamanho e distância entre os elementos; cores-fantasia.)

A COMPOSIÇÃO DA ÁGUA

Para determinar a composição química da água, Lavoisier efetuou sua síntese. Em uma reação de síntese, dois ou mais reagentes dão origem a um único produto.

Ele demonstrou que a reação entre os gases hidrogênio e oxigênio resulta em água como único produto, o que o levou a classificar essa substância em composta dos elementos hidrogênio e oxigênio.

A substância que, para ser sintetizada, precisa de dois ou mais componentes não pode ser classificada como substância simples.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Incentive os estudantes a pensar que as representações químicas são uma nova linguagem que aprenderão e explique-lhes que a familiaridade com essa linguagem virá com o tempo e o uso.
- Na ilustração do cilindro de gás, pontue os três níveis representacionais do oxigênio: molecular, fórmula e macroscópico.
- A linguagem científica e suas representações tratam de formas de identificação, padronização e organização, refletindo aspectos em comum com o pensamento computacional.

OUTRAS FONTES

Ferreiros e alquimistas. Núcleo de Apoio Pedagógico à Educação a Distância (Napead) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/napead/projetos/ferreiros-e-alquimistas/>. Acesso em: 10 fev. 2022.

Nesse jogo, desenvolvido pelo Napead, os estudantes poderão aprender mais sobre a história da Química e suas origens na alquimia, com foco no desenvolvimento dos processos metalúrgicos. Na primeira etapa do jogo, eles terão a oportunidade de conhecer o povo Tayrona, que habitou o norte da Colômbia, e a tumbaga, liga metálica que esse povo produzia a partir de ouro e de cobre e era conhecida como “ouro de tolo”.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Formalize com os estudantes a representação de equações químicas, ressaltando quais são os reagentes e quais são os produtos, bem como o estado em que eles se encontram.
- Pergunte aos estudantes se a quantidade de átomos no início e no fim da transformação se mantém.
- Caso julgue oportuno, promova a análise das imagens desta página do Livro do Estudante. Peça aos estudantes que, a princípio, não leiam a legenda, só observem as imagens. Problematicize o exemplo dado perguntando: “Há alguma(s) evidência(s) de que ocorreu uma transformação? Se sim, qual(is)?”. Os estudantes podem citar a formação de gás que infla o balão, por exemplo. Após perceberem a transformação que ocorreu, peça-lhes que analisem se a massa se alterou – ao observar a balança, eles devem perceber que ela não se alterou.
- O texto da seção *(In)formação*, nas páginas 48 e 49 deste manual, traz informações sobre o trabalho de Lavoisier e sua importância para o desenvolvimento da Química e permite a discussão sobre a importância de valorizar também os pesquisadores anteriores ou contemporâneos a ele.

DE OLHO NA BASE

O conteúdo das páginas 48 e 49 promove o processo cognitivo, o objeto de conhecimento e o modificador da habilidade **EF09CI02**. Também são desenvolvidas as competências específicas **2** e **3** e gerais **2** (compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza e recorrer à abordagem própria das ciências) e **4** (utilizar conhecimentos da linguagem científica).

PARA EXPLORAR

Lavoisier e o mistério do quinto elemento, de Luca Novelli. São Paulo: Ciranda Cultural, 2007 (Coleção Gênios da Ciência).

Com uma linguagem acessível, o autor conta um pouco da história de Lavoisier e suas descobertas.

LAVOISIER, AS SUBSTÂNCIAS E A CONSERVAÇÃO DAS MASSAS

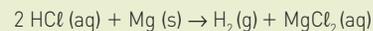
Por meio do estudo de experimentos envolvendo reações de combustão, o cientista francês Antoine-Laurent Lavoisier observou que, em um sistema fechado, não há variação de massa após a ocorrência de uma transformação química. Em outras palavras, a massa do estado inicial (reagentes) é igual à massa do estado final (produtos).

Veja, a seguir, um exemplo de transformação.



O frasco de vidro, chamado erlenmeyer, contém ácido clorídrico, e, no interior do balão, há raspas de magnésio (A). Quando as raspas de magnésio são despejadas no ácido clorídrico, ocorre uma transformação química com formação de gás, que enche o balão. Após certo tempo, a reação termina (B). Observe que, nas duas situações, não há variação de massa, ou seja, a balança continua marcando 208 g.

Podemos representar a transformação retratada nas imagens das balanças por uma **equação química**:



Na equação, o símbolo (aq) indica uma solução aquosa, o símbolo (s) indica que o material está em estado sólido e o símbolo (g) indica que o material está em estado gasoso.

Observe que um dos produtos formados na transformação está no estado gasoso (gás hidrogênio). Se o experimento tivesse sido feito em sistema aberto, ou seja, sem o balão de borracha, o gás hidrogênio formado sairia do recipiente, e não seria possível medir sua massa. Perceberíamos uma diminuição da massa do sistema durante a reação.

Ao realizar os experimentos em sistemas fechados, consideramos a massa dos gases que reagem ou que se formam durante uma reação química.

48

(IN)FORMAÇÃO

O papel de Lavoisier para a Química

Lavoisier é conhecido em diversos círculos como sendo o “pai” ou “criador” da Química moderna, quer pela identificação e nomenclatura do gás oxigênio, quer por ter postulado o “princípio da conservação da massa”, dando corpo à química quantitativa. Entretanto, o que se pode evidenciar é que as proposições, muitas vezes referidas como sendo formuladas exclusivamente por ele, representam [...] uma construção histórica e coletiva, podendo ser resgatadas em trabalhos de pesquisadores anteriores ou contemporâneos a Lavoisier – sendo que isso não diminui a sua contribuição individual, mas apenas ressalta a dimensão social da produção de conhecimento.

Ainda assim, é possível considerar que uma das maiores contribuições de Lavoisier e colaboradores [...] tenha sido o trabalho de sistematização do conhecimento científico de natureza química disponível no século XVIII – trabalho este alcançado por conta de sua meticulosidade na quantificação dos procedimentos experimentais. [...]

Para compreender qual a dimensão e o impacto dos trabalhos desenvolvidos por Lavoisier relativos à Química, é necessário tomar alguns episódios históricos evidenciados nas relações entre ciência e interesses sociais que acabaram por influenciar fortemente tanto a forma de apresentar as questões de investigação científica por ele perseguidas quanto as suas proposições resolutivas, algumas das quais persistem até hoje. Ou seja, como essas questões de investigação cien-

LEI DAS PROPORÇÕES DEFINIDAS

Além de Lavoisier, o cientista francês Joseph Louis Proust (1754-1826), ao observar as transformações químicas, percebeu que, independentemente da massa das substâncias utilizadas em uma reação química, essas substâncias combinavam-se em uma proporção fixa. Essa constatação ficou conhecida como **Lei das proporções definidas** ou, simplesmente, lei de Proust.

Veja, na tabela a seguir, os resultados experimentais de uma reação entre o gás hidrogênio e o gás oxigênio, formando água líquida.

Experimento	Reagentes		Produto
	Gás hidrogênio	Gás oxigênio	Água líquida
I	1 g	8 g	9 g
II	2 g	16 g	18 g
III	4,5 g	36 g	40,5 g

Observe que, em todos os experimentos, a soma da massa das substâncias que reagiram, ou seja, dos reagentes, é igual à massa da substância formada, o produto da reação.

Ao dividir a massa do gás oxigênio pela massa do gás hidrogênio, é possível observar que a proporção em massa se mantém constante.

Experimento I	$\frac{\text{massa do gás oxigênio}}{\text{massa do gás hidrogênio}} = \frac{8 \text{ g}}{1 \text{ g}} = 8$
Experimento II	$\frac{\text{massa do gás oxigênio}}{\text{massa do gás hidrogênio}} = \frac{16 \text{ g}}{2 \text{ g}} = 8$
Experimento III	$\frac{\text{massa do gás oxigênio}}{\text{massa do gás hidrogênio}} = \frac{36 \text{ g}}{4,5 \text{ g}} = 8$

Os dados mostram que, apesar de as massas dos reagentes e dos produtos serem variáveis, a proporção entre as massas das substâncias é sempre a mesma. Isso significa que, nessa reação, a massa de gás oxigênio que reage é sempre oito vezes maior que a massa de gás hidrogênio.

Observe, na tabela, o que ocorre quando, no sistema inicial, os reagentes são colocados em proporções distintas daquelas discutidas anteriormente.

Experimento	Gás hidrogênio	Gás oxigênio	Água	Não reagiu
IV	2 g	18 g	18 g	2 g de gás oxigênio
V	5 g	32 g	36 g	1 g de gás hidrogênio

Em todos os experimentos, a massa do sistema inicial –, ou seja, dos reagentes – é igual à massa do sistema final, ou seja, dos produtos formados e dos reagentes que não reagiram. No experimento IV, por exemplo, devemos considerar somente a massa de gás oxigênio que reagiu ($18 \text{ g} - 2 \text{ g} = 16 \text{ g}$) para notar que a relação 1 g de gás hidrogênio para cada 8 g de gás oxigênio se mantém constante.

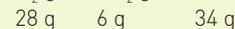
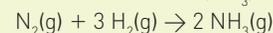


↑ Gravura de Joseph L. Proust, feita no início do século XIX. A lei de Proust foi muito refutada pelos cientistas da época.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Relacione a lei das proporções definidas com a lei da conservação das massas.
- Pergunte aos estudantes se é possível prever, por meio da lei da conservação das massas, a quantidade de uma substância formada. Questione-os: “Que informações são necessárias para se obter essa resposta?”. Eles podem responder que é possível fazer tal previsão desde que se conheçam os reagentes e os produtos, além da massa das substâncias ou da proporção (lei de Proust) em que essas substâncias reagem.

- Mostre aos estudantes exemplos de proporções com reagentes em excesso e reagentes limitantes e questione-os sobre o que ocorre com essas reações. Exemplo: Síntese da amônia (NH_3)



Proponha experimentos com massas distintas de N_2 e H_2 e pergunte aos estudantes se estão ou não nas proporções definidas dadas.

tífica e propostas impactaram decididamente o estilo de pensar e de fazer química de sua época.

[...]

LAMBACH, Marcelo; MARQUES, Carlos Alberto. Lavoisier e a influência nos estilos de pensamento químico: contribuições ao ensino de Química contextualizado sócio-historicamente. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 14, n. 1, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4280>. Acesso em: 10 fev. 2022.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- O trabalho desenvolvido nesta seção proporciona o uso de metodologias ativas de pesquisa e de validação de hipóteses acerca do princípio de conservação das massas.
- Discuta com os estudantes como é possível constatar a lei da conservação das massas quando a reação envolve substâncias no estado gasoso. Lembre-os de que a lei só pode ser observada experimentalmente em sistemas fechados.
- O texto da seção *(In)formação*, nas páginas 50 e 51 deste manual, destaca a importância da investigação e das interações discursivas em sala de aula. Aproveite a atividade prática para mostrar aos estudantes como a postura investigativa e a interação com troca de ideias contribuem para a resolução de problemas.
- Após o término da atividade, instrua os estudantes sobre o destino adequado dos resíduos das duas reações. A solução aquosa de ácido acético e o bicarbonato de sódio que não foram utilizados podem ser armazenados em frascos ou em potes rotulados, para serem utilizados em outros experimentos. Os elásticos e os balões, depois de lavados, também podem ser guardados para outras atividades experimentais.

DE OLHO NA BASE

Nesta seção, promove-se a habilidade **EF09CI02**. Além disso, ao realizar os experimentos, os estudantes trabalham conceitos fundamentais da ciência e tomam contato com processos e práticas da investigação científica, desenvolvendo as competências específica **2** e geral **2**.

PRÁTICAS DE CIÊNCIAS

O princípio de conservação das massas

O que você espera encontrar ao comparar a massa de reagentes e de produtos em uma reação química? Faça dois **experimentos** para testar suas hipóteses.

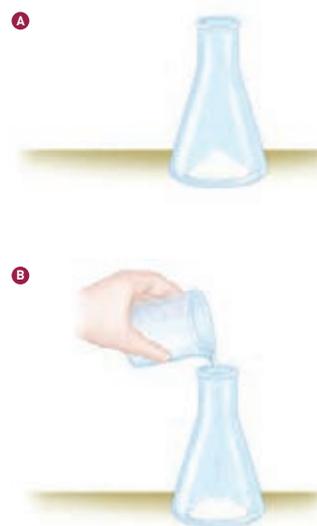
Material

- 2 recipientes (copos ou potes) de vidro de 250 mL
- 2 frascos de vidro de 200 mL graduados
- espátula ou colher de plástico
- balões de ar
- elástico ou barbante para fixar os balões ao recipiente de 250 mL
- balança de precisão
- bicarbonato de sódio ou fermento em pó químico
- solução aquosa de ácido acético a 5% ou vinagre branco

Como fazer

Experimento I – Reação entre ácido acético e bicarbonato de sódio em sistema aberto

- 1 Use a espátula ou a colher de plástico (cheia) para pôr o bicarbonato de sódio no recipiente de 250 mL (figura A).
- 2 Coloque aproximadamente 100 mL da solução de ácido acético no recipiente de vidro graduado.
- 3 Com a balança, determine a massa do conjunto recipiente com bicarbonato de sódio e recipiente com ácido acético. Anote o valor da massa do conjunto.
- 4 Adicione ao conteúdo do recipiente de 250 mL a solução aquosa do ácido (figura B).
- 5 Aguarde o final da reação e determine novamente a massa do sistema (conjunto recipiente e recipiente graduado).



Ilustrações: Remaêdo Vignatti/DBR

50

(IN)FORMAÇÃO

Investigação

No dicionário, a palavra *investigação* aparece como sinônimo de *pesquisa*, de *busca*. Neste momento podemos começar a pensar no que seja a *investigação científica*.

Esta *sim* é uma *pesquisa*, uma *busca*, mas, como muitas das experiências que temos em nossa vida, o mais importante da *investigação* não é seu fim, mas o caminho trilhado.

[...] É possível dizer que toda *investigação científica* envolve um problema, o trabalho com dados, informações e conhecimentos já existentes, levantamento e o teste de hipóteses, o reconhecimento de variáveis e o controle destas, o estabelecimento de relações entre as informações e a construção de uma explicação.

Em sala de aula, essas mesmas etapas podem ser trilhadas. E isso pode ocorrer em qualquer tipo de atividade que se realize, não estando condicionada a acontecer somente em aulas experimentais [...]. Não importa a forma da atividade que venha a aparecer: o essencial é que haja um problema a ser resolvido.

Interações discursivas

É por meio do debate entre os pares que, muitas vezes, os conhecimentos científicos são organizados [...]. Em sala de aula, esses debates – ou como preferimos chamar –, essas interações discursivas devem ser promovidas pelo professor e cuidados precisam ser tomados para que o debate não se transforme em uma conversa banal. [...]

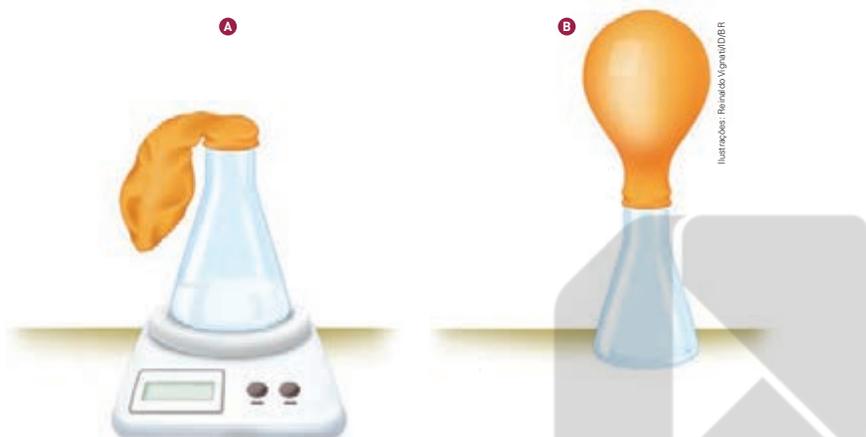
PARA CONCLUIR

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Uma aula antes daquela programada para a realização da atividade, reserve um tempo para apresentar a atividade aos estudantes e deixar que eles elaborem hipóteses sobre o que acontece com a massa de um sistema em que ocorre uma reação química. Todos devem registrar no caderno as hipóteses formuladas pela turma. Deixe-os livres para elaborar essas hipóteses sem o compromisso de serem hipóteses potencialmente válidas. Esse exercício de elaboração é essencial para as práticas investigativas.
- Caso julgue oportuno, atribua papéis específicos a cada integrante do grupo. Por exemplo: mediador, o estudante que media a conversa, procurando estimular a participação e a compreensão de todos à orientação das atividades; relator, o integrante responsável pelo registro da atividade; orador, o estudante que comunica os resultados para os demais; modulador de recursos, o integrante que deve garantir que não falem recursos para a realização da atividade; controlador do tempo, o integrante que controla o tempo estipulado previamente pelo professor; conciliador, o integrante que procura garantir o bom relacionamento entre os colegas, de modo que todos possam se sentir confortáveis e engajados; entre outros. Note que os papéis não devem definir quem será o responsável por resolver a situação-problema proposta pela atividade, uma vez que todos devem opinar e se sentir responsáveis por solucioná-la. É fundamental que os papéis sejam interpretados por diferentes membros do grupo.

Experimento II – Reação entre ácido acético e bicarbonato de sódio em sistema fechado

- 1 Use a espátula ou a colher de plástico (cheia) para colocar o bicarbonato de sódio dentro de um balão de ar.
- 2 Adicione aproximadamente 100 mL da solução de ácido acético a um recipiente de vidro de 250 mL.
- 3 Adapte o balão à boca do recipiente, de modo que o material sólido não caia sobre a solução. Para melhor vedação, utilize elástico ou barbante.
- 4 Determine a massa do sistema (figura A).
- 5 Posicione o balão na vertical para que o bicarbonato de sódio caia sobre a solução ácida. Agite o recipiente e observe (figura B).
- 6 Aguarde o término da reação e determine novamente a massa do sistema.



Para concluir

Responda sempre no caderno.

1. Você observou algum indício de ocorrência de reação química?
Espera-se que os estudantes apontem a liberação de gás como indício da ocorrência de transformação.
2. As hipóteses levantadas antes de realizar os experimentos se confirmaram?
Comente. **Respostas variáveis, de acordo com as hipóteses levantadas pelos estudantes. Espera-se que eles percebam as diferenças entre o resultado obtido no experimento feito em um sistema aberto e o do experimento realizado em um sistema fechado.**
3. Considerando a reação entre o bicarbonato de sódio e o ácido acético, explique o valor das massas determinadas para os estados inicial e final no sistema aberto e no fechado. **Veja resposta em Respostas e comentários.**
4. Verifique se os colegas chegaram aos mesmos resultados (ou a resultados semelhantes) para as massas dos sistemas iniciais e finais nos dois experimentos. Se houver diferenças, levante hipóteses para explicá-las. **Respostas variáveis. Incentive os estudantes a pensar nas pequenas variações que as montagens podem apresentar, como algumas estarem mais bem vedadas que outras ou serem realizadas com uma balança descalibrada. Pode haver ainda vazamento de gás através do próprio balão.**

51

Promover interações discursivas não é tarefa fácil, pois demanda saber perguntar e saber ouvir. Boas perguntas dependem tanto do conhecimento sobre o tema quanto da atenção ao que os alunos dizem.

SASSERON, Lúcia Helena. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor.

In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (org.). *Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 42-43.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

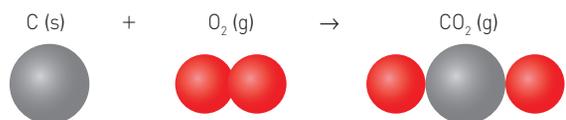
- Pergunte aos estudantes a qual modelo atômico se refere a representação apresentada na página 52 do Livro do Estudante.
- Ao tratar das representações das transformações nesta página, incentive os estudantes a relacionar como o rearranjo de átomos proposto por Dalton em seu modelo se relaciona à lei da conservação das massas.

DE OLHO NA BASE

Nas páginas 52 e 53, dá-se continuidade ao trabalho com a habilidade **EF09CI02** e com as competências específicas **2** e **3** e gerais **2** (compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza e recorrer à abordagem própria das ciências) e **4** (utilizar conhecimentos da linguagem científica).

REPRESENTANDO AS TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS

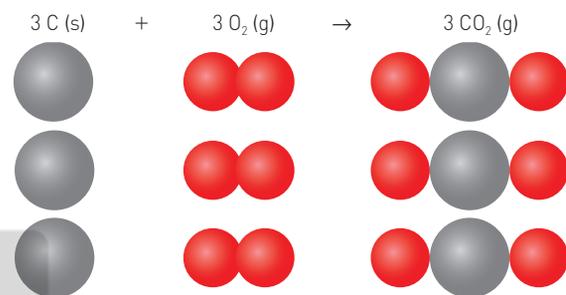
A equação a seguir representa a combustão do carvão, constituído de carbono no estado sólido, levando à formação de dióxido de carbono:



Ilustrações: AMJ Studios/IDBR

Observe que, no estado final, há conservação das quantidades de átomos. Entre as espécies reagentes, há um átomo de carbono e dois de oxigênio. Essa é a mesma quantidade de átomos de carbono e de oxigênio presente no estado final.

Para triplicar a quantidade de produto, que nesse caso é o dióxido de carbono, é preciso triplicar a quantidade dos dois reagentes, e não apenas a de um deles. Veja a representação a seguir.



Note que a proporção em que as moléculas e os átomos reagem é a mesma, ou seja:

1 átomo de carbono : 1 molécula de oxigênio : 1 molécula de dióxido de carbono.

A quantidade de átomos nessa equação aumentou proporcionalmente, comparando-se os dois exemplos.

De acordo com o modelo de Dalton, em uma transformação, os átomos se rearranjam formando novos agregados atômicos. Segundo o mesmo modelo atômico, os átomos eram caracterizados por sua massa, ou seja, átomos de elementos químicos distintos deveriam apresentar massas distintas.

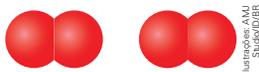
Com a formação do novo agregado atômico, a massa final deve ser a soma das massas dos átomos presentes no início, havendo, assim, conservação da massa.

Nota-se que a reação segue uma proporção definida em massa: 12 g de carbono formam 44 g de dióxido de carbono. Portanto, 36 g de carbono formarão 132 g de dióxido de carbono.

O BALANCEAMENTO DAS EQUAÇÕES QUÍMICAS

Vimos anteriormente que, ao colocarmos um número inteiro diante da fórmula de um agregado, multiplicamos todos os átomos que o constituem pelo algarismo utilizado. Esses números são denominados **coeficientes estequiométricos**.

A representação $2 O_2$ expressa dois agregados de oxigênio, o que corresponde a um total de quatro átomos de O:



A representação $2 H_2O$ expressa dois agregados de água:



Observe que, em dois agregados de água, há dois átomos de O e quatro de H.

Balancear uma equação química significa admitir que, durante as transformações, ocorre um rearranjo de átomos e que eles se conservam.

Observe a equação química que representa a decomposição térmica do carbonato de cálcio ($CaCO_3$), gerando óxido de cálcio (CaO) e dióxido de carbono (CO_2).



Note que a equação já está balanceada, uma vez que a quantidade de átomos dos elementos químicos se conserva. Portanto, não é necessário o acerto de coeficientes.

O coeficiente 1 é omitido nas equações químicas.

COMO REPRESENTAR OS SÍMBOLOS DOS ELEMENTOS QUÍMICOS

Os elementos químicos são representados por uma ou duas letras. No caso de elementos representados por apenas uma letra, esta deve ser maiúscula e de imprensa. Exemplo: o símbolo do nitrogênio deve ser representado por N, e não por \mathcal{N} . Quando os elementos são representados por duas letras, a primeira é maiúscula e, a segunda é minúscula, e ambas são de imprensa. Por exemplo: o símbolo do sódio é Na, e não \mathcal{Na} .

A representação incorreta pode levar a substâncias completamente diferentes. A fórmula do cobalto, por exemplo, é Co. Caso seja representada como CO, está se referindo ao monóxido de carbono, uma substância composta cujos agregados atômicos são constituídos de átomos dos elementos carbono (C) e oxigênio (O). Enquanto o cobalto, em condições ambientes, é um sólido metálico, o monóxido de carbono é um gás tóxico.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Problematize o balanceamento de reações químicas. Como exemplo, mostre aos estudantes uma equação química não balanceada e questione-os sobre o que é necessário para que haja conservação de massa. Sugestão de exemplo:
 $H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2 HCl(g)$
Apresente a reação sem o coeficiente 2 do HCl e observe se os estudantes conseguem propor uma solução para a conservação de átomos.
- Utilize o boxe *Ampliação* desta página do Livro do Estudante para destacar a nomenclatura utilizada em Química. Use os exemplos do cobalto (Co) e do monóxido de carbono (CO).
- Reforce para a turma que essa é a linguagem com que a sociedade científica se comunica e, para que essa comunicação funcione, é fundamental seguir seus parâmetros.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Antes de desenvolver o conteúdo desta página, questione os estudantes sobre o que eles entendem por balancear. Incentive-os a pensar que balancear é como equilibrar uma balança de dois pratos, para que ambos os pratos apresentem quantidades iguais. Caso considere oportuno, peça a eles que pesquisem em dicionários o significado do termo balancear.
- Incentive os estudantes a relacionar o balanceamento das equações químicas ao princípio de conservação das massas.
- Realize passo a passo as etapas descritas no texto. Chame a atenção dos estudantes para o fato de que, a partir do terceiro passo, pode-se escolher o átomo para iniciar o balanceamento. No caso da síntese da amônia, podemos começar tanto pelo nitrogênio (N) quanto pelo hidrogênio (H). Em sala de aula, como exercício, sugira aos estudantes que comecem pelo H.
- A *Atividade complementar*, reproduzida nesta página do manual, pode ser utilizada para auxiliar os estudantes na compreensão do balanceamento químico. Sugira a eles que trabalhem em duplas, para discutir o balanceamento, representando modelos das moléculas envolvidas e contando os átomos. Peça-lhes que discutam com que átomo seria mais interessante começar o balanceamento. Eles devem perceber que o coeficiente do O_2 deve ser o último a ser acertado, pois não altera as quantidades dos demais átomos. A equação balanceada é:
 $C_2H_5OH + 3 O_2 \rightarrow 2 CO_2 + 3 H_2O$

DE OLHO NA BASE

Nas páginas 54 e 55, prossegue-se com o desenvolvimento da habilidade EF09CI02, das competências específicas 2 e 3 e das competências gerais 2 e 4.

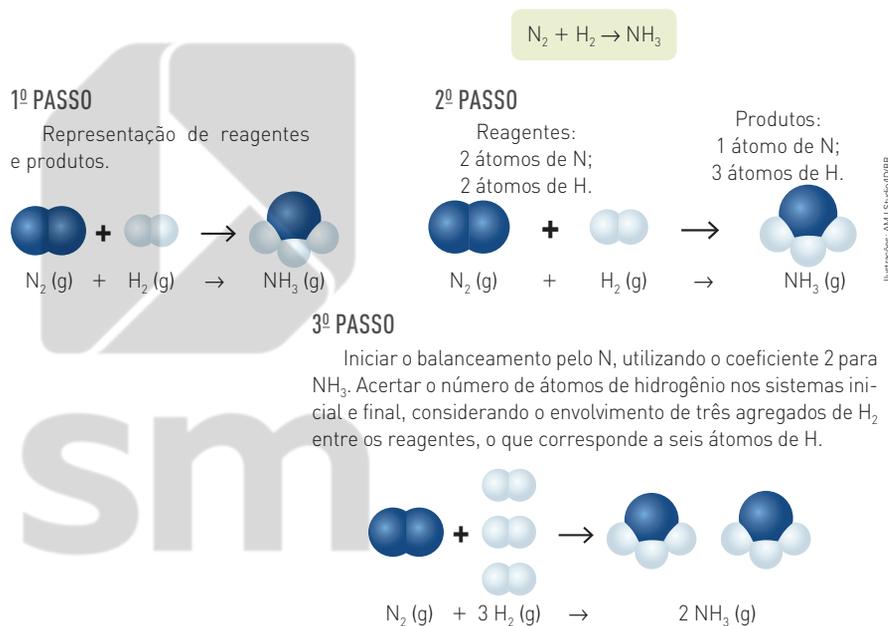
REGRAS PRÁTICAS PARA EFETUAR O BALANCEAMENTO DAS EQUAÇÕES QUÍMICAS

Ao escrevermos uma equação química, indicamos as fórmulas dos reagentes à esquerda de uma seta, e as dos produtos, à direita. As fórmulas químicas de reagentes e de produtos são separadas pelo sinal de soma (+). Em seguida, verificamos se há conservação de átomos, ou seja, se o número de átomos de cada um dos elementos químicos é igual nos dois lados da equação. Caso não seja, é necessário fazer ajustes, ou seja, balancear a equação.

Para balancear uma equação química, devemos colocar números inteiros diante das fórmulas dos reagentes e dos produtos, de modo a garantir a conservação de átomos. O método mais comumente utilizado para balancear equações é o de tentativas, que segue alguns passos fundamentais.

- **1º passo** – Escrever a equação química representando as fórmulas dos reagentes e dos produtos.
- **2º passo** – Registrar a quantidade de átomos de cada um dos elementos envolvidos no processo, nos sistemas inicial (reagentes) e final (produtos).
- **3º passo** – Iniciar o acerto de coeficientes escolhendo um elemento por vez.

Exemplo 1: Equação não balanceada que representa a síntese da amônia (NH_3) a partir dos gases nitrogênio (N_2) e hidrogênio (H_2).



54

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

Construindo um modelo para uma molécula

Leia com atenção o texto abaixo, que possui informações sobre uma molécula orgânica, combustível. Sua reação de combustão também é dada, mas não está balanceada.

Etanol

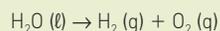
O etanol, também conhecido como álcool etílico, é um composto líquido, incolor e inflamável, representado pela fórmula química C_2H_5OH . Ele é obtido a partir da fermentação de açúcares, está presente nas bebidas alcoólicas, e sua produção no Brasil se dá principalmente a partir da cana-de-açúcar. Na indústria de combustíveis, o etanol tem se mostrado uma alternativa energética renovável aos combustíveis fósseis, além de sua queima liberar uma menor quantidade de poluentes.

O contato com a pele, olhos ou a inalação de seus vapores causa irritação. Sua ingestão apresenta efeitos diversos, como dor de cabeça, sonolência, embriaguez e, em alguns casos, até mesmo perda de consciência.

Para que aconteça uma reação de combustão, é necessária a presença de oxigênio (O_2). [...] [Na combustão completa do etanol], os produtos formados são [...] gás carbônico (CO_2) e água (H_2O): $C_2H_5OH + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$

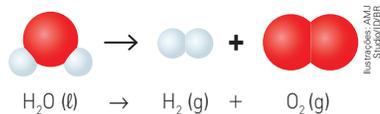
1. Faça o balanceamento da equação acima.
2. Utilize bolas de isopor e varetas para fazer modelos das moléculas da reação de combustão. Em seguida, use os sinais de "+" e as setas para representar a reação com esses modelos. A partir do balanceamento, repita a montagem até que o número de moléculas representadas seja igual ao coeficiente estequiométrico

Exemplo 2: Equação não balanceada que representa a decomposição da água (H_2O), gerando os gases hidrogênio (H_2) e oxigênio (O_2).

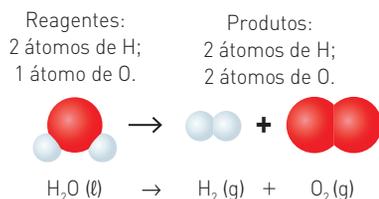


1º PASSO

Representação de reagentes e produtos.



2º PASSO



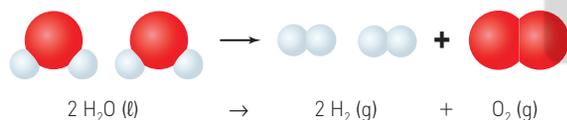
PARA EXPLORAR

Laboratório didático virtual
 Simulação de laboratório virtual em que é possível realizar o balanceamento químico de diversas reações.
 Disponível em: <http://www.labvirtq.fe.usp.br/applet.asp?time=15:30:43&tom=10861>.
 Acesso em: 17 mar. 2022.

3º PASSO

Para igualar o número de O, podemos utilizar o coeficiente 2 para a água.

Com esse ajuste, os átomos de oxigênio ficam balanceados; porém, o coeficiente 2 multiplica todo o agregado de água, o que faz com que haja quatro átomos de hidrogênio do lado dos reagentes e dois do lado dos produtos. O problema pode ser resolvido multiplicando o H_2 por 2.



Observe que, ao efetuarmos o balanceamento, não alteramos a fórmula das substâncias para o acerto da quantidade de átomos dos sistemas inicial e final, apenas utilizamos coeficientes.

A fórmula é determinada experimentalmente e caracteriza a substância, não podendo, portanto, ser alterada quando o balanceamento é realizado.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Caso julgue oportuno, apresente aos estudantes o balanceamento da equação que representa a fotossíntese como um desafio a ser resolvido em grupos de três ou quatro integrantes.
 - Observe se os estudantes compreenderam o significado de coeficientes estequiométricos em uma reação química e, se for preciso, auxilie-os no entendimento.
 - Na lousa, com a ajuda dos estudantes, equacione a reação ácido-base entre ácido sulfúrico e hidróxido de alumínio. Na formação do $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, reforce que todos os átomos entre parênteses são multiplicados. É um belo desafio e muitos podem não conseguir.
- A mesma equação pode ser utilizada para discutir o significado das fórmulas químicas de reagentes e produtos representados.
- $$3 \text{H}_2\text{SO}_4 + 2 \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 6 \text{H}_2\text{O}$$

encontrado no exercício anterior (para facilitar, utilize números inteiros). Respeite a seguinte legenda:

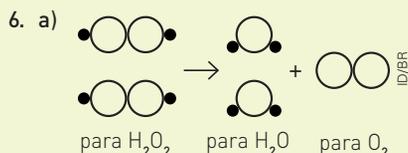
- bola de isopor preta: Carbono
- bola de isopor vermelha: Oxigênio
- bola de isopor branca: Hidrogênio
- vareta: ligação

3. Qual o número de bolinhas que representam o hidrogênio, o oxigênio e o carbono, nos produtos e nos reagentes?

SILVA, Camila Silveira da; SGARBOSA, Évelin Carolina; AGOSTINI, Gabriela. Ensino e aprendizagem de estequiometria: análise das contribuições e limitações de uma atividade com modelos moleculares desenvolvida no PIBID. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 11, n. 3, 2016. Disponível em: http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID321/v11_n3_a2016.pdf. Acesso em: 10 fev. 2022.

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

1. Pesquisar algumas propriedades e aplicações das substâncias ajuda os estudantes a ver a fórmula de modo contextualizado, e não apenas como um conjunto de letras e números.
2. A representação dos agregados atômicos usando o modelo atômico de Dalton é muito útil para fazer o balanceamento de reações químicas.
3. Converse com os estudantes a respeito de como é feita a representação dos agregados atômicos. Pergunte a eles, por exemplo, por que os átomos de cobre não estão unidos como os átomos de oxigênio.
4. Os estudantes que apresentarem maior facilidade podem tentar balancear as equações sem representar os agregados atômicos.
5. Segundo o modelo de Dalton, balancear uma equação química significa rearranjar a quantidade de átomos, considerando que essa quantidade se conserva.



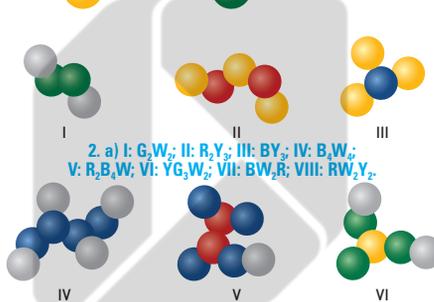
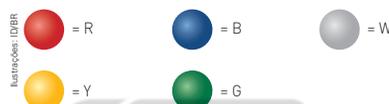
b) Utilize a reação para explicar aos estudantes que, caso um recipiente com água oxigenada fique exposto à luz, após algum tempo restará apenas água no recipiente.

ATIVIDADES

1. Faça uma pesquisa sobre as substâncias listadas a seguir. Depois, escreva suas fórmulas químicas, classificando-as em simples ou compostas. a) H_3PO_4 – substância composta.

- a) Ácido fosfórico (formado por agregados que contêm 3 átomos de hidrogênio, 1 átomo de fósforo e 4 átomos de oxigênio).
- b) Ozônio (formado por agregados que contêm 3 átomos de oxigênio). O_3 – substância simples.
- c) Etanol (formado por agregados que contêm 2 átomos de carbono, 6 átomos de hidrogênio e 1 átomo de oxigênio). C_2H_6O – substância composta.
- d) Gás neônio (formado por átomos isolados de neônio). Ne – substância simples.
- e) Carbonato de sódio (formado por agregados constituídos de 2 átomos de sódio, 1 átomo de carbono e 3 átomos de oxigênio). Na_2CO_3 – substância composta.

2. Considere as representações de átomos de elementos hipotéticos R, B, W, Y e G e de agregados atômicos a seguir.

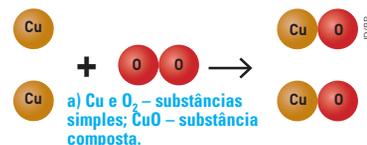


2. a) I: G_2W_2 ; II: R_2Y_2 ; III: BY ; IV: B_2W_2 ; V: R_2B_2W ; VI: YG_2W_2 ; VII: BW_2R ; VIII: RW_2Y_2 .

- a) Proponha fórmulas químicas dos agregados atômicos representados em I a VIII.
- b) Represente as estruturas e explique as diferenças entre B_3W_2 e $3 BW_2$.

B_3W_2 é um agregado atômico formado por 3 átomos de B e 6 átomos de W. $3 BW_2$ são 3 agregados atômicos, cada um deles constituído de 1 átomo de B e 2 átomos de W.

3. Observe a seguir a representação de uma equação química no nível atômico-molecular.

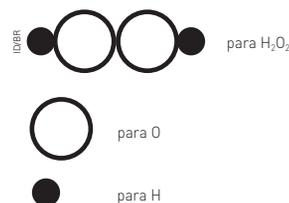


- a) Classifique as substâncias representadas em simples ou compostas.
 - b) Escreva a equação química balanceada que representa o fenômeno. $2 Cu + O_2 \rightarrow 2 CuO$
4. Analise as equações químicas, indique quais não estão balanceadas e efetue o balanceamento delas.
 - a) $Mg + Cl_2 \rightarrow MgCl_2$
 - b) $2 Na + Cl_2 \rightarrow 2 NaCl$
 - c) $4 Fe + 3 O_2 \rightarrow 2 Fe_2O_3$
 - d) $4 Na + O_2 \rightarrow 2 Na_2O$
 - e) Equação balanceada.
 - f) $Mg + 2 HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2$
 - g) $Al_2O_3 + 6 HCl \rightarrow 2 AlCl_3 + 3 H_2O$
 - d) $Na + O_2 \rightarrow Na_2O$
 - e) $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$
 - f) $Mg + HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2$
 - g) $Al_2O_3 + HCl \rightarrow AlCl_3 + H_2O$

5. Considerando o modelo atômico de Dalton, explique o que significa balancear uma equação química. *Veja resposta em Respostas e comentários.*

6. A água oxigenada comercializada em farmácias é, na verdade, uma solução aquosa de peróxido de hidrogênio (H_2O_2). Frascos contendo água oxigenada devem ser armazenados ao abrigo da luz, pois o aumento de temperatura acelera o processo de decomposição do peróxido de hidrogênio, levando à formação de água e de gás oxigênio (O_2).

Utilize a representação a seguir para fazer o que se pede:



ESTRATÉGIAS DE APOIO

As atividades sugeridas nesta seção possibilitam realizar uma avaliação reguladora.

Caso os estudantes apresentem dificuldade na escrita das moléculas, pode-se trabalhar com um *kit* de bolas para moléculas ou montar átomos de, por exemplo, hidrogênio, fósforo, oxigênio e carbono, com 1, 3, 2 e 4 furos, respectivamente, de modo que se relacionem com a quantidade de ligações que fazem. Manipular esses modelos permite aos estudantes construir moléculas, demonstrar reações químicas e trabalhar o balanceamento de equações químicas, facilitando a compreensão de conceitos abstratos.

- a) Represente com símbolos, segundo o modelo atômico de Dalton, a reação balanceada de decomposição do peróxido de hidrogênio. **Veja resposta em Respostas e comentários.**
- b) Escreva a equação química balanceada que representa a decomposição do peróxido de hidrogênio. $2\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) \rightarrow \text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

7. Na tabela a seguir, estão listadas as massas dos reagentes **A** e **B** e dos produtos **C** e **D** utilizados em três experimentos, nos quais ocorreu uma transformação química com consumo total dos reagentes. Copie a tabela no caderno e complete-a adequadamente.

Experimento	A	B	C	D
1	10	|||||	30	40
2	30	180	90	|||||
3	|||||	30	|||||	20

Veja resposta em Respostas e comentários.

8. O ácido acetilsalicílico é o analgésico mais consumido no mundo. Trata-se do primeiro fármaco sintético empregado em terapias, cujo processo de produção é atribuído ao químico alemão Felix Hoffmann (1868-1946). A produção do fármaco envolve o ácido salicílico (**A**) e o anidrido acético (**B**) como reagentes, produzindo o ácido acetilsalicílico e o ácido acético (**C**) como produtos. **a) Ácido salicílico: $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3$; anidrido acético: $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3$; ácido acetilsalicílico: $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$; ácido acético: $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$.** Sabe-se que:
- o ácido salicílico é formado por moléculas contendo sete átomos de carbono, seis átomos de hidrogênio e três átomos de oxigênio;
 - o anidrido acético é formado por moléculas contendo quatro átomos de carbono, seis átomos de hidrogênio e três átomos de oxigênio;
 - o ácido acetilsalicílico é formado por moléculas contendo nove átomos de carbono, oito átomos de hidrogênio e quatro átomos de oxigênio;
 - o ácido acético é formado por moléculas contendo dois átomos de carbono, quatro átomos de hidrogênio e dois átomos de oxigênio.
- a) Escreva a fórmula química de cada substância.
- b) Escreva a equação química balanceada descrita no texto. $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3 + \text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3 \rightarrow \text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4 + \text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$

- c) A tabela a seguir reproduz as massas dos reagentes e dos produtos envolvidos em diferentes experimentos para a obtenção do ácido acetilsalicílico.

	ácido salicílico (A)	anidrido acético (B)	ácido acetilsalicílico (C)	ácido acético (D)	não reagiu
1	98 g	68 g	120 g	a	6 g de A
2	b	55 g	c	30 g	d
3	e	f	60 g	20 g	10 g de B

- Determine os valores de **a**, **b**, **c**, **d**, **e** e **f**. **a = 40 g; b = 69 g; c = 90 g; d = 4 g de B; e = 46 g; f = 44 g**

9. A foto a seguir retrata o que ocorre quando uma solução aquosa de ácido clorídrico (HCl) é adicionada a outra de carbonato de sódio (Na_2CO_3).



Serge Datta Jr./iBIBR

O borbulhamento, indicativo da ocorrência de reação, deve-se à formação de dióxido de carbono (CO_2). São ainda formados como produtos cloreto de sódio (NaCl) e água.

- a) Escreva a equação química balanceada que representa o processo.
- b) Sabe-se que, quando 106 g de carbonato de sódio são colocados em contato com 73 g de ácido clorídrico, obtêm-se 18 g de água, 117 g de cloreto de sódio e determinada massa de dióxido de carbono, que é liberada para o ambiente. Determine a massa de dióxido de carbono obtida nessas condições.
- a) $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{NaCl}$**
b) 44 g

7. Experimento 1 – B = 60 g
 Experimento 2 – D = 120 g
 Experimento 3 – A = 5 g;
 C = 15 g
8. Para preencher a primeira linha da tabela, basta usar a lei da conservação das massas, subtraindo os 6 g de **A** que não reagiram. Para calcular os demais valores, usa-se a lei das proporções definidas a partir das massas do experimento 1.
9. Para calcular a massa de gás carbônico liberada, basta usar a lei da conservação das massas.

DE OLHO NA BASE

Nesta seção, promove-se a habilidade EF09CI02, em especial nas atividades 7, 8 e 9. Também são desenvolvidas as competências específicas 2 e 3 e gerais 2 (recorrer à abordagem própria das ciências e compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza) e 4 (utilizar conhecimentos da linguagem científica).

- Explore com os estudantes o texto que aborda os quatro elementos, fazendo relação com os conceitos já estudados sobre as evidências de transformação química.
- Aproveite o texto sobre os átomos e as reações químicas para fazer uma revisão do que foi visto na unidade até o momento.
- O texto da seção *(In)formação*, nas páginas 58 e 59 deste manual, destaca a importância do estudo da história da ciência para melhorar o entendimento geral de ciência entre os cidadãos.
- Atividades que envolvem a leitura e a discussão de textos, especialmente em grupos grandes, podem começar com um trabalho coletivo e terminar de forma individual ou em dupla. Nesta seção, promova a leitura compartilhada dos textos, discutindo questões pontuais que facilitem a sua compreensão. Em seguida, permita que os estudantes discutam as questões em duplas e oriente-os a escrever respostas individuais. Incentive-os a compartilhá-las durante a correção da atividade.

DE OLHO NA BASE

Neste momento, é abordada a mudança da compreensão do conceito de afinidades e de reações químicas ao longo do tempo, promovendo a competência geral da Educação Básica 1 e a competência específica de Ciências da Natureza 1 (compreender o conhecimento científico como empreendimento humano, provisório, cultural e histórico).

As reações químicas ao longo do tempo

O conceito de reação ou transformação química é considerado fundamental para o estudo da ciência química. Entender a maneira pela qual os materiais interagem modificou a forma de pensar e de fazer química ao longo da história.

Nos textos a seguir, é possível perceber como a transformação da matéria era entendida pelos filósofos da Grécia Antiga e, posteriormente, pelos químicos do século XIX em diante.

A química dos quatro elementos

Na Antiguidade o conceito de afinidade ou não entre duas espécies químicas era quase um conceito intuitivo, foram os antigos gregos que formularam as primeiras especulações sobre a origem e a composição da matéria.

As primeiras especulações gregas acerca da natureza da matéria surgiram em torno do século X a.C.[...] no fim do período arcaico. O período arcaico foi um período da Grécia Antiga caracterizado pelo desenvolvimento cultural, político e econômico da Grécia. [...]



Bárbara Carine e outros. Reações químicas: um pouco de história. Em: *X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (Enpec)*, 2015, Águas de Lindoia. Anais [...]. Águas de Lindoia: Abrapec, 2015. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/x-enpec/anais2015/resumos/R0344-1.PDF>. Acesso em: 10 fev. 2022.

↑ Durante a Idade Média, a afinidade explicava as interações entre as substâncias, mas não esclarecia as causas das reações químicas entre os materiais, mantendo como justificativa para a ocorrência das reações a existência de forças ocultas.

Bárbara Carine e outros. Reações químicas: um pouco de história. Em: *X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (Enpec)*, 2015, Águas de Lindoia. Anais [...]. Águas de Lindoia: Abrapec, 2015. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/x-enpec/anais2015/resumos/R0344-1.PDF>. Acesso em: 10 fev. 2022.

Na Idade Média, o pensamento grego era o mais aceito e difundido. Somente na transição da Idade Média para a Idade Moderna é que se notam transformações no modo de produzir as coisas, inclusive o conhecimento. A partir desse período, os modelos propostos por filósofos começam a se basear em observações e em análise de experimentos.

(IN)FORMAÇÃO

Justificativas para a inclusão da história da ciência no Ensino de Ciências

[...]

No início de seu trabalho, intitulado *History of Science and Science Education*, Stephen Brush [historiador da Ciência] introduz a seguinte pergunta: *O que poderia ser feito para melhorar o entendimento geral de ciência entre os cidadãos?* Para Brush, a introdução da História da Ciência no ensino seria uma boa resposta, já que a mesma poderia: (a) auxiliar os alunos a aprender coisas que eles acham difíceis; (b) mudar a percepção pública sobre ciência; (c) encorajar a participação criteriosa em decisões que envolvam aspectos técnico-científicos; (d) contribuir para o reconhecimento da ciência como construção cultural. Segundo McComas [pesquisador em Ensino de Ciências], a Histó-

ria da Ciência poderia ser utilizada para facilitar a compreensão dos alunos sobre a empreitada científica, além de humanizá-la, através da inclusão de personagens históricos que moldaram o direcionamento e os produtos da ciência.

[...] A pesquisadora brasileira Lilian Al-Chueyr Pereira Martins [...] afirmou que o emprego da História da Ciência poderia contribuir com o Ensino de Ciências, pois os episódios históricos evidenciariam:

(a) o processo gradativo e lento de construção do conhecimento, permitindo que se tenha uma visão mais concreta da natureza real da ciência, seus métodos, suas limitações. Isso possibilitará a formação de um espírito crítico fazendo com que o conhecimento científico seja desmitificado, sem, entretanto, ser destituído de valor.

Os átomos e as reações químicas

As bases para a compreensão contemporânea das reações químicas foram decorrentes de um longo processo histórico de acumulações e rupturas de conhecimento que foram consolidadas no século XIX. O século XIX foi importante fundamentalmente devido à consolidação da revolução industrial iniciada no século XVIII.

Antes da primeira revolução industrial, a ciência não estava diretamente ligada às atividades produtivas. Ao contrário, o conhecimento prático/técnico alimentava a nova ciência emergente. Mais tarde, com o desenvolvimento das relações capitalistas de produção, novos problemas apareceram, tornando-se necessário o uso da ciência para resolvê-los e proporcionando uma promissora união entre conhecimento científico e técnica associada à produção. Com a revolução industrial avançou-se no estudo das reações químicas com relação aos seus aspectos energéticos.

Hoje entendemos que as reações químicas são processos que macroscopicamente podem ser caracterizados por evidências empíricas, tais como: mudança de cor, formação de precipitado, formação de bolhas [...]. Entretanto, por si só, a

observação de uma evidência não garante a ocorrência de uma reação química, sendo necessário testar as propriedades físicas como densidade, solubilidade, temperatura de fusão e de ebulição dos possíveis materiais formados, obtidos no processo de transformação; sendo às vezes necessário determinar também suas estruturas e [sua] reatividade. Já do ponto de vista microscópico, as reações químicas diferem dos processos físicos pela alteração dos constituintes da matéria.

Nas reações químicas[,] substâncias de partida, denominadas reagentes, ao entrarem em contato[,] recombinaem seus átomos[,] a fim de formarem novas substâncias chamadas produtos. Para que a reação ocorra, as ligações químicas presentes nos reagentes devem ser rompidas (por meio da absorção de energia), enquanto as ligações químicas características dos produtos são formadas (por meio da liberação de energia). Assim, as reações químicas na atualidade podem ser compreendidas como um rearranjo das partículas (átomos, íons ou moléculas) dos seus constituintes, envolvendo, sempre, um balanço de massa e energia entre reagentes e produtos.

Bárbara Carine e outros. Reações químicas: um pouco de história. Em: *X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências* (Enpec), 2015, Águas de Lindoia. Anais [...]. Águas de Lindoia: Abrapec, 2015. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/x-enpec/anais2015/resumos/R0344-1.PDF>. Acesso em: 10 fev. 2022.

Em discussão

Responda sempre no caderno.

- De acordo com o texto, qual é a proposta de Empédocles para a composição dos materiais? Como esses materiais reagiriam entre si? **Para Empédocles, os elementos seriam formados por água, fogo, terra e ar e reagiriam sob a ação de duas forças: o amor e o ódio.**
- A teoria dos quatro elementos não era unânime entre os filósofos da Grécia Antiga. Pensadores como Leucipo, Demócrito e Epicuro defendiam a hipótese atômica. Eles acreditavam que a formação de todas as espécies materiais era proveniente de átomos. **Respostas variáveis. Essa teoria estava baseada em propostas filosóficas e não havia dados empíricos que a sustentassem. Os estudos sobre a teoria atômica foram retomados por Dalton, no século XIX, e sua proposta de modelo atômico estava de acordo com a lei da conservação das massas, proposta por Lavoisier com base em dados obtidos experimentalmente.**
 - Em sua opinião, por que a teoria de Leucipo, Demócrito e Epicuro não foi considerada na época? Quando os estudos sobre a teoria atômica foram retomados? Por quem?
- Análise o contexto da época apresentada em cada texto e discuta com os colegas como a sociedade influencia a produção de conhecimento. **Veja resposta em Respostas e comentários.**

(b) que ocorreu um processo lento de desenvolvimento de conceitos até se chegar às concepções aceitas atualmente. Isso pode facilitar o aprendizado do próprio conteúdo científico que estiver sendo trabalhado. O educando perceberá que suas dúvidas são perfeitamente cabíveis em relação a conceitos que levaram tanto tempo para serem estabelecidos e que foram tão difíceis de atingir.

(c) que a aceitação ou o ataque a alguma proposta não dependem apenas de seu valor intrínseco, de sua fundamentação, mas que também nesse processo estão envolvidas outras forças, tais como as sociais, políticas, filosóficas ou religiosas.

RIBEIRO, Gabriel; SILVA, José Luís de J. C. da. A relevância da história da ciência para o ensino de Ciências: elementos introdutórios. *Revista Acadêmica GUETO*, v. 9, n. 1, p. 15-17, nov. 2017. Disponível em: https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/48335/3/REVISTA_vol_9_edicao_ESPECIAL_completa.pdf. Acesso em: 10 fev. 2022.

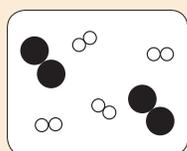
RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

- Comente com os estudantes que as equações químicas sempre usam os menores coeficientes inteiros possíveis. Por isso, as quantidades de moléculas expressas na equação correspondem à metade das quantidades representadas nas imagens.
- Comente com os estudantes que apenas algumas substâncias passam diretamente do estado sólido para o estado gasoso ao serem aquecidas. O iodo é um bom exemplo para uso didático, pois forma um vapor violeta. No entanto, ao fazer esse experimento em laboratório, deve-se tampar o recipiente, pois os vapores de iodo são tóxicos.
- $\text{CH}_4(\text{g}) + 2 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
 - Equação balanceada.
 - $3 \text{KOH}(\text{aq}) + \text{H}_3\text{PO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{K}_3\text{PO}_4(\text{aq}) + 3 \text{H}_2\text{O}(\text{aq})$

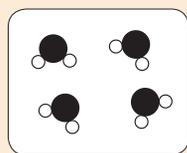
Oriente os estudantes que apresentarem mais dificuldade para fazer o balanceamento a representar os agregados atômicos usando o modelo de Dalton.
- Para diferenciar os três copos, pode-se proceder à análise da condutividade das soluções, utilizando o condutímetro. Apenas o copo contendo água com sal vai acender a lâmpada. Para diferenciar a solução aquosa de água com açúcar da água destilada, pode-se deixar ambos os recipientes abertos durante um período. No recipiente contendo açúcar, com a evaporação da água, será observada a formação de um sólido branco.
- Como o flúor e o cloro estão na mesma família da Tabela Periódica, eles reagem com o sódio na mesma proporção do número de átomos.
- N_2 – moléculas formadas por dois átomos de nitrogênio ligados entre si.
 O_2 – moléculas formadas por dois átomos de oxigênio ligados entre si.
 CO_2 – moléculas formadas por um átomo de carbono e dois de oxigênio.
 - Ligações covalentes ou moleculares.

- Dalton imaginava os átomos como esferas maciças caracterizadas pela sua massa atômica. Segundo o modelo atômico de Dalton, nas transformações químicas ocorria rearranjo de átomos, formando novos agregados atômicos.

Ainda de acordo com o modelo atômico de Dalton, os estados inicial e final na reação de síntese da água, a partir dos gases hidrogênio e oxigênio, podem ser representados por:



estado inicial



estado final

- Escreva a equação química que representa a síntese da água. $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$

- Observe a imagem a seguir e faça o que se pede.

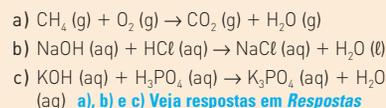


↑ Iodo sendo aquecido.

2. b) No estado sólido, os agregados atômicos se encontram presos uns aos outros em uma estrutura rígida, como um cristal, e só realizam movimento de vibração. No processo de sublimação, a estrutura rígida se rompe e os agregados se separam drasticamente.

- Qual processo está representado na imagem? **Processo de sublimação.**
- Explique o que ocorre com os agregados atômicos durante esse processo.

- Verifique se as equações químicas a seguir estão balanceadas. Caso não estejam, faça o balanceamento.



- Observe a imagem a seguir.



Apesar da aparência idêntica, os três copos apresentam conteúdos distintos: um copo contém apenas água destilada, outro contém uma mistura de água com cloreto de sódio (NaCl) e o terceiro contém uma mistura de água e sacarose ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$).

- Sugira um procedimento que permita identificar cada uma das soluções disponíveis. Atenção: não é possível provar as soluções. **Veja resposta em Respostas e comentários.**

- Leia o texto a seguir e faça o que se pede.

Um pesquisador estava analisando a reatividade de algumas substâncias simples, como o flúor (F_2), o cloro (Cl_2) e o sódio (Na). Os dados obtidos na análise indicaram que a fórmula do produto da reação entre o sódio e o flúor é NaF e que os elementos flúor e cloro pertencem ao mesmo grupo da Tabela Periódica.

- Escreva como seria a fórmula química do produto da reação entre sódio e cloro. **NaCl .**

- O ar atmosférico é uma mistura gasosa, cujos principais componentes são os gases nitrogênio (N_2) e oxigênio (O_2). Outros gases ainda estão presentes nessa mistura, como o dióxido de carbono (CO_2), cujo aumento da concentração é associado ao aquecimento global.

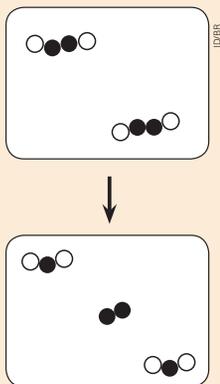
- Explique o significado das fórmulas químicas apresentadas no texto.
- Que tipo de ligação química ocorre entre os átomos em cada um dos gases citados? **a) e b) Veja respostas em Respostas e comentários.**

ESTRATÉGIAS DE APOIO

A seção *Atividades integradas* sintetiza os temas da unidade, permitindo uma avaliação final do conteúdo estudado.

Neste momento, verifique se houve aprendizado significativo das equações químicas. O uso de simuladores digitais ou a retomada específica de conteúdo da unidade podem ajudar a reforçar os pontos frágeis no aprendizado dos estudantes. Ao final, reveja se as dificuldades deles foram superadas. Essa avaliação é importante, pois o entendimento desse conteúdo é pré-requisito para a aprendizagem do conteúdo que será abordado na próxima unidade.

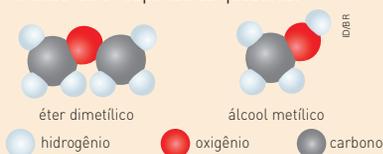
7. Qual das equações químicas a seguir pode ser representada pelo diagrama?



- a) $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ **Alternativa a.**
 b) $2\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$
 c) $2\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + \text{O}_2$
 d) $3\text{H}_2 + \text{N}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$
 e) $4\text{H}_2 + 2\text{C} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_8$
8. A equação química a seguir representa o processo de obtenção da amônia (NH_3) a partir de gás hidrogênio (H_2) e gás nitrogênio (N_2).
- $$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$$
- Em um reator, adicionaram-se 200 g de gás nitrogênio e 30 g de gás hidrogênio. Sabendo-se que restaram 60 g de N_2 no reator, qual foi a quantidade máxima de amônia produzida? **Veja resposta em Respostas e comentários.**
9. Copie o esquema a seguir e complete-o corretamente com os nomes das mudanças de estado físico.



10. A seguir estão representados modelos para as fórmulas estruturais de dois compostos. Analise-as e responda às questões.



- a) Qual é a quantidade de átomos que compõem a molécula do éter dimetílico?
 b) Qual é a fórmula molecular do álcool metílico? **a) e b) Veja respostas em Respostas e comentários.**
11. A tabela a seguir mostra as massas dos reagentes e dos produtos observadas em diferentes experimentos realizados com uma mesma reação.

Experimento	Reação $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
I	4 g + 32 g \rightarrow 36 g
II	A + 64 g \rightarrow B
III	2 g + C \rightarrow D
IV	10 g + E \rightarrow 72 g + 2g H_2

- Complete a tabela com os valores de **A**, **B**, **C**, **D** e **E** e justifique como você chegou a esses resultados. **Veja resposta em Respostas e comentários.**
12. Os pratos de uma balança foram equilibrados com um pedaço de papel em cada prato e efetuou-se a queima do material contido em um dos pratos. Esse procedimento foi repetido com palha de aço em lugar de papel.
- Em que posição se espera que os pratos da balança fiquem após cada procedimento? Elabore uma justificativa para as hipóteses levantadas. **Veja resposta em Respostas e comentários.**

13. Consumo consciente é o ato de adquirir ou usar bens que não excedam a sua necessidade. Pensando nessa definição, reflita sobre seus bens de consumo.

- a) Você escolhe de forma consciente os produtos que vai consumir?
 b) Você se preocupa com o destino dos materiais que consome?

a) e b) Veja respostas em Respostas e comentários.

OUTRAS FONTES

ONU. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/12>. Acesso em: 10 fev. 2022.

A página do site da ONU no Brasil relativa ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 12 traz informações a respeito do consumo e da produção responsáveis, mostrando soluções para que tenhamos um mundo sustentável.

DE OLHO NA BASE

Nesta seção, promovem-se as habilidades **EF09CI02** (em particular nas questões **3**, **7**, **8**, **11** e **12**) e **EF09CI01** (questão **9**). Também são desenvolvidas as competências específicas **2**, **3** e **5** (promover a consciência socioambiental, na questão **13**) e gerais **2** (recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão e a análise crítica), **4** (utilizar conhecimentos da linguagem científica) e **7** (argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis).

7. Para iniciar o balanceamento, é necessário verificar qual reagente apresenta, nas alternativas, dois pares de átomos de elementos diferentes.
8. A massa de amônia formada é 170 g. Nessa atividade, é importante evidenciar aos estudantes que o reagente em excesso sobra na reação e o limitante é consumido até o fim.
9. Caso considere oportuno, retome as características microscópicas dos estados sólido, líquido e gasoso e suas alterações ao perder ou receber energia.
10. **a)** 9 átomos de 3 elementos distintos, a saber: 1 átomo de oxigênio, 2 átomos de carbono e 6 átomos de hidrogênio.
b) CH_3OH . Neste momento, não é fundamental que os estudantes acertem a disposição dos elementos na fórmula; contudo, é interessante mostrar a fórmula correta.
11. **A** = 8 g; **B** = 72 g; **C** = 16 g; **D** = 18 g; **E** = 64 g. Nos experimentos **II** e **III**, deve ser aplicada a lei de Proust em relação ao experimento **I**. No experimento **IV**, deve ser aplicada a lei da conservação das massas.
12. Após a queima do papel, o prato com o papel não queimado fica mais baixo. Isso acontece porque há liberação de gás na queima do papel. Após a queima da palha de aço, os pratos da balança ficam desequilibrados, estando mais baixo o prato com a palha de aço queimada. Isso acontece porque a palha de aço queimada é constituída de um material que contém ferro e oxigênio em sua composição. Ou seja, o novo material formado incorpora à sua estrutura átomos de oxigênio do ar.

Responsabilidade diante do consumo

13. **a)** e **b)** Respostas pessoais. Caso julgue interessante, promova com a turma uma discussão sobre o consumo consciente. Assegure um ambiente respeitoso, possibilitando aos estudantes expressar suas opiniões de modo saudável, auxiliando-os em possíveis dúvidas ou incertezas.

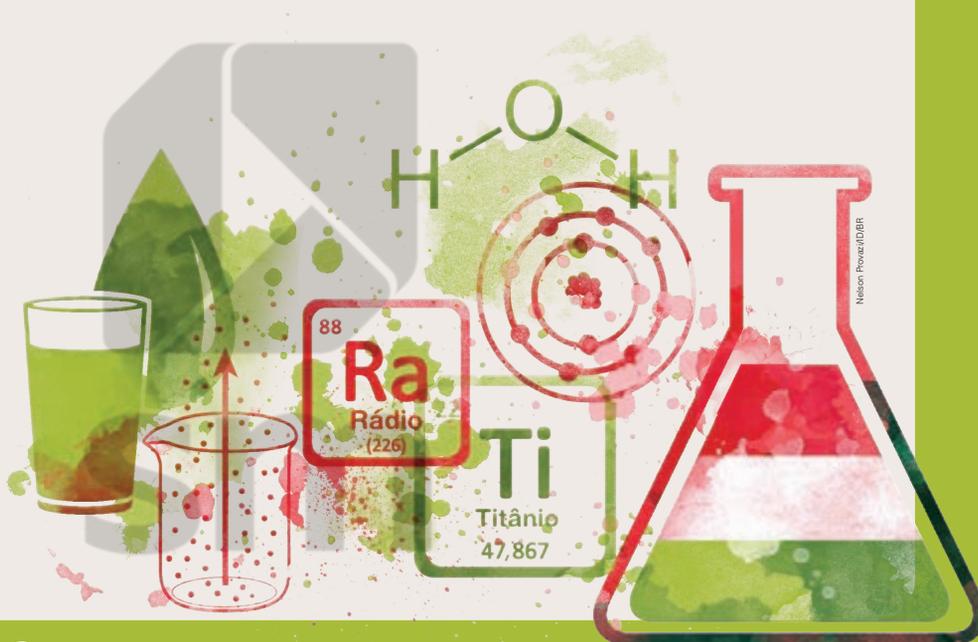


Capítulo 1 – Estados físicos e ligações químicas

- Identifico características dos estados físicos da matéria?
- Explico as principais mudanças de estados físicos da matéria?
- Compreendo modelos explicativos para os estados físicos da matéria e suas mudanças?
- Defino corretamente cátions e ânions?
- Associo a estabilidade dos gases nobres à quantidade de elétrons na sua última camada e aos modelos estabelecidos para ligações iônicas e covalentes?
- Comparo os modelos propostos para ligações iônicas, metálicas e moleculares?
- Diferencio os compostos iônicos, metálicos e moleculares por suas propriedades?
- Reflito sobre a importância de desenvolver hábitos de consumo consciente?

Capítulo 2 – Representações químicas

- Avalio a importância do uso da linguagem científica em determinados contextos?
- Identifico reagentes e produtos em uma equação química?
- Utilizo adequadamente modelos para representar equações químicas?
- Compreendo a conservação de massa nas transformações químicas?
- Compreendo e/ou executo experimentos para testar hipóteses sobre o princípio de conservação de massas?
- Utilizo corretamente a representação de fórmulas químicas?
- Efetuo corretamente o balanceamento de uma equação química?
- Avalio a influência do contexto social de uma época no desenvolvimento da ciência?



Aplicações das reações químicas

OBJETIVOS

Capítulo 1 – Classificação das substâncias

- Identificar aspectos que podem ser usados para classificar substâncias.
- Compreender definições apresentadas para ácidos, bases, sais e óxidos.
- Classificar o caráter de soluções aquosas como ácido, básico ou neutro, a partir de dados experimentais.
- Compreender o fenômeno da chuva ácida.
- Conhecer a produção de corantes realizada por diferentes povos indígenas e valorizar esses diversos saberes.

Capítulo 2 – A química das reações

- Reconhecer a importância das transformações químicas no estudo da Química.
- Conhecer algumas formas de se classificar reações químicas.

Capítulo 3 – Cinética química

- Reconhecer que as reações químicas podem apresentar diferentes taxas ou rapidez.
- Utilizar o modelo de colisões de partículas para explicar as reações.
- Verificar alguns fatores que alteram a rapidez de uma reação.

JUSTIFICATIVA

O capítulo 1 visa promover o estudo de alguns tipos de classificação para as substâncias, possibilitando aos estudantes ampliar o entendimento das características e das propriedades dos diferentes materiais. Esse capítulo aborda também o fenômeno da chuva ácida, apresentando suas causas a partir da formação de poluentes. Além disso, trata da produção de corantes naturais, promovendo o respeito e a valorização de culturas locais, como a cultura indígena.

O capítulo 2, por sua vez, trata da relevância das transformações químicas e de algumas classificações que auxiliam em seu entendimento.

Por fim, o capítulo 3 aborda a rapidez das reações químicas, avaliando os fatores que a influenciam e algumas de suas aplicações no dia a dia.

SOBRE A UNIDADE

Os conceitos apresentados nesta unidade estão presentes em diversas situações de nosso dia a dia. A maneira como classificamos as coisas ao nosso redor, por exemplo, de acordo com o uso ou com a aplicabilidade, relaciona-se com o que será visto no capítulo 1, que trata da classificação de substâncias. Esse capítulo propõe práticas que auxiliam os estudantes na análise e na compreensão de alguns dos fenômenos apresentados.

O capítulo 2 aborda as reações químicas e apresenta algumas de suas aplicações em técnicas industriais para a produção de amônia e de plásticos e para a obtenção de metais a partir de minérios. Ao final, trata de formas de classificação das reações químicas. Nos capítulos 1 e 2, em especial, são abordados reagentes e produtos em reações químicas, promovendo a habilidade **EF09CI02**.

Já o capítulo 3 apresenta conceitos relativos à rapidez das reações químicas, além dos fatores que influenciam a cinética dessas reações, como a superfície de contato, a concentração dos reagentes, a temperatura e os catalisadores, permitindo aos estudantes compreender fenômenos cotidianos, como a conservação de alimentos.

Por fim, nesta unidade, são desenvolvidas as competências gerais da Educação Básica **1, 2, 3, 4, 6, 7, 8 e 9** e as competências específicas de Ciências da Natureza **1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7**, especialmente aquelas

relacionadas à valorização cultural e à abordagem própria das ciências, bem como aos conceitos fundamentais e às estruturas explicativas das Ciências da Natureza.

MAPA DA UNIDADE

CONTEÚDOS	BOXES/SEÇÕES ESPECIAIS	HABILIDADES	COMPETÊNCIAS	TCTS
CAPÍTULO 1 – CLASSIFICAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS				
<ul style="list-style-type: none"> • Formas de classificação das substâncias • Ácidos • Bases • Sais • Óxidos • Reações químicas entre ácidos e bases 	<p>PRÁTICAS DE CIÊNCIAS Uso de indicador ácido-base para classificar soluções</p> <p>PRÁTICAS DE CIÊNCIAS A chuva ácida</p> <p>AMPLIANDO HORIZONTES Os conhecimentos tradicionais e a produção de corantes</p>	(EF09CI02)	(CGEB1) (CGEB2) (CGEB3) (CGEB6) (CGEB7) (CGEB8) (CGEB9) (CECN1) (CECN2) (CECN3) (CECN7)	Educação voltada para a valorização de matrizes culturais brasileiras
CAPÍTULO 2 – A QUÍMICA DAS REAÇÕES				
<ul style="list-style-type: none"> • A importância das reações químicas • Reações químicas na indústria: amônia, processos de obtenção de ferro, cobre e alumínio • Classificação das reações 	BOXE VALOR Patrimônio cultural	(EF09CI02)	(CGEB1) (CGEB6) (CECN1) (CECN2) (CECN3) (CECN4) (CECN5)	
CAPÍTULO 3 – CINÉTICA QUÍMICA				
<ul style="list-style-type: none"> • A rapidez das reações químicas • Fatores que alteram a rapidez das reações químicas 		(EF09CI02)	(CGEB3) (CGEB4) (CGEB6) (CGEB9) (CECN2) (CECN3) (CECN5) (CECN6)	

APLICAÇÕES DAS REAÇÕES QUÍMICAS

As transformações da matéria acontecem a todo instante. Algumas mais rapidamente, outras mais lentamente. Alguns critérios de classificação dos materiais podem auxiliar na previsão da ocorrência de determinadas transformações. Nesta unidade, você vai investigar critérios utilizados para classificar as substâncias e representar as transformações da matéria, além de analisar fatores que afetam a rapidez dessas transformações.

1. Resposta pessoal. Segundo a definição dos dicionários, ácido é o material que tem odor picante ou sabor acre ou azedo como o do vinagre. Incentive os estudantes a pensar em algo que eles conheçam com essas características, como um limão ou um abacaxi, ou mesmo na ardência de uma picada de formiga. A percepção da presença de ácidos em materiais que tocamos e/ou ingerimos ajuda a conectar com a ideia de senso comum de que todo ácido queima.

CAPÍTULO 1

Classificação das substâncias

CAPÍTULO 2

A química das reações

CAPÍTULO 3

Cinética química

PRIMEIRAS IDEIAS

1. Você já deve ter ouvido ou utilizado o termo “ácido” para classificar determinado material. Em sua opinião, o que significa dizer que um material é ácido?
2. Muitos produtos que consumimos diariamente são obtidos por meio de transformações de químicas. Na indústria, os reagentes de uma transformação são chamados de matéria-prima. O trigo é matéria-prima para a obtenção do pão, por exemplo. Cite matérias-primas utilizadas na produção de materiais presentes no cotidiano.
3. É possível acelerar ou retardar a rapidez de uma transformação da matéria? Explique sua resposta.

Respostas pessoais. Os estudantes podem citar o uso da geladeira para conservar alimentos como as frutas, por exemplo, retardando seu amadurecimento.

PRIMEIRAS IDEIAS

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Aproveite o momento de discussão proporcionado pela seção *Primeiras ideias* para realizar uma avaliação inicial do conhecimento dos estudantes.
- Use a atividade 1 para esclarecer os estudantes sobre a variedade de ácidos que existem. Explique-lhes que os ácidos perigosos têm venda controlada e que a manipulação de outros ácidos utilizados em limpeza pesada, como o ácido muriático, ou de produtos de limpeza mais fortes, como a água sanitária e os que contêm soda cáustica, deve ser feita com cautela e requer cuidados. É comum as pessoas pensarem que todo ácido é uma substância perigosa. No entanto, as frutas cítricas e o vinagre contêm ácidos e não oferecem risco à saúde.
- Nas atividades 2 e 3, a preparação e a conservação de alimentos são exemplos presentes no dia a dia dos estudantes e podem ser usados para contextualizar a aula.

LEITURA DA IMAGEM

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

1. Para introduzir a reflexão proposta na atividade 3, pergunte aos estudantes se eles acham que esse tipo de pintura serve apenas de adorno ou se ela pode ter outros significados.
2. Aproveite o momento de discussão para realizar uma avaliação inicial do conhecimento prévio dos estudantes sobre o extrativismo, no que se refere à sustentabilidade e ao fato de ser fonte de renda para populações locais.

Respeito às culturas

3. Resposta pessoal. Incentive os estudantes a buscar diferenças e semelhanças entre as diversas culturas presentes na comunidade a que pertencem. Crie situações para que reflitam sobre o respeito à diversidade na perspectiva da educação para a paz. A educação para a paz é um processo que permite articular conhecimentos, habilidades, atitudes e valores para promover mudanças de comportamento, a fim de prevenir a violência e criar condições que conduzam à paz, nos âmbitos intrapessoal, interpessoal, ambiental, intergrupar, nacional e/ou internacional.



LEITURA DA IMAGEM

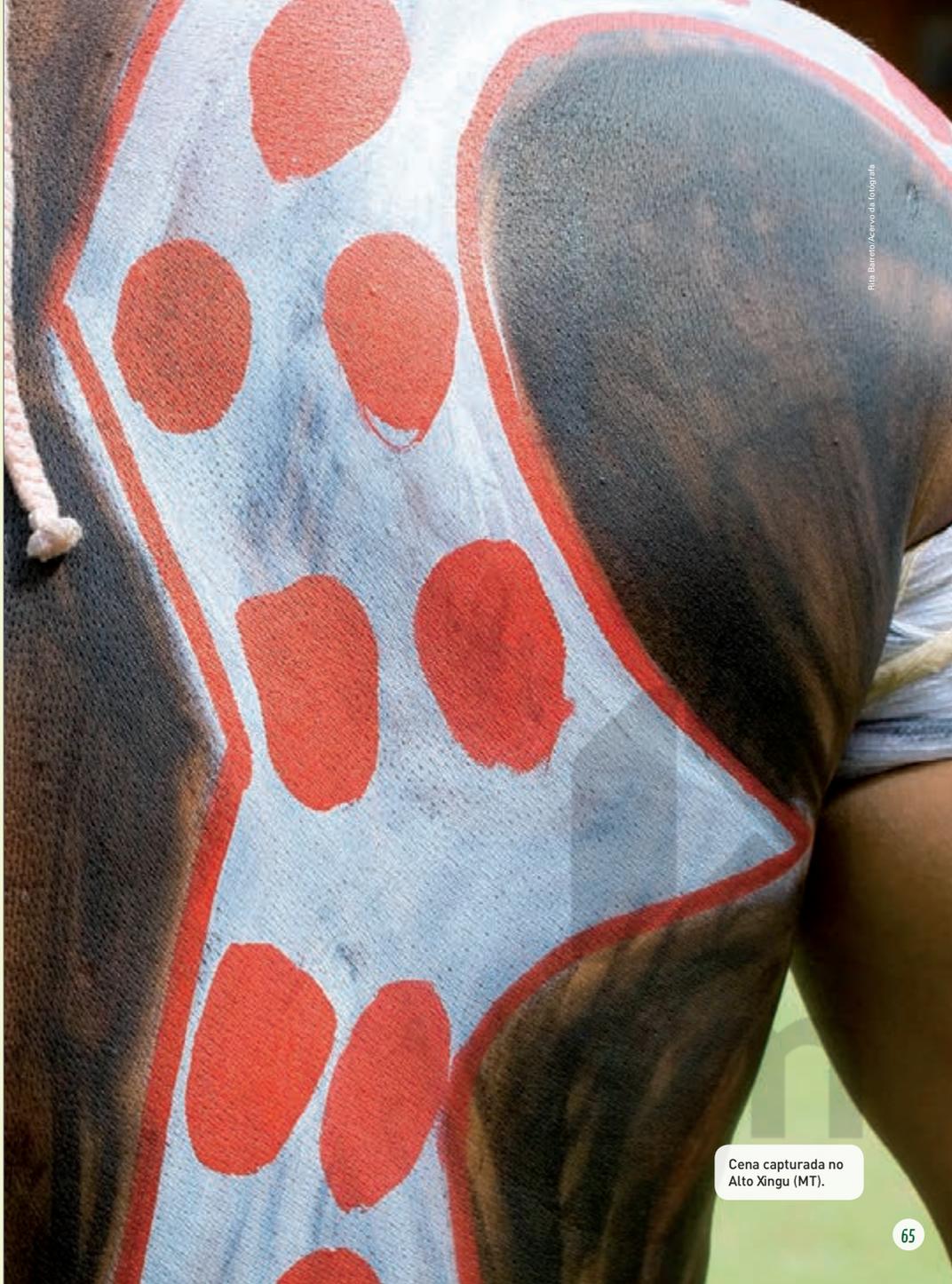
1. Veja resposta em Respostas e comentários.

1. Em sua opinião, o que está retratado na imagem? **Resposta pessoal.** Observe se os estudantes identificam que se trata de uma pintura indígena feita nos corpos de uma **pessoa.**
2. Que materiais devem ter sido usados para criar o efeito **pessoa** representado na imagem?

2. **Resposta pessoal.** Espere-se que os estudantes mencionem que as tintas

3. A existência de seres humanos com costumes, culturas e etnias diferentes faz com que o mundo se torne mais diverso. Saber respeitar as diferenças é um exercício de cidadania. Converse com os colegas e elabore uma lista de costumes e/ou rituais que não são típicos de sua comunidade, mas que deveriam ser respeitados.

produzidas pelos indígenas devem ter sido produzidas a partir de extratos vegetais, por meio de processos artesanais. Verifique se os estudantes conseguem citar e descrever transformações da matéria em processos como o da produção de corantes artesanais. Caso o processo pareça muito difícil de compreender, traga para a sala de aula uma folha de repolho roxo, coloque-a em água quente e peça aos estudantes que observem a coloração do sistema final.



Rita Barral/Arquivo da UFPA/Arde

Cena capturada no
Alto Xingu (MT).

65

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- A foto retrata uma pintura feita nas costas de um indígena da etnia Kuikuro, do alto Xingu (MT). Essa pintura representa uma onça-pintada. Aproveite a imagem para explorar com os estudantes a diversidade de concepções estéticas e a riqueza cultural dos diversos povos indígenas brasileiros, expressas por meio de pinturas corporais, entre outras manifestações.
- Comente com os estudantes as técnicas de produção de pigmentos ou de outros materiais desenvolvidas pelos povos indígenas. Incentive-os a contar o que sabem sobre o assunto, orientando-os a valorizar esse conhecimento tradicional.
- A atividade **3** aborda a relação dos estudantes com hábitos e rituais de outras culturas. Para trabalhar o projeto de vida e o respeito a hábitos e rituais da cultura juvenil dos estudantes, proponha a eles uma pesquisa sobre hábitos e rituais dos jovens na comunidade a que pertencem. Essa atividade os incentiva a reconhecer a importância das diversas manifestações culturais locais e a exercitar a empatia e o diálogo, promovendo a valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, suas identidades e culturas, o que mobiliza as competências gerais da Educação Básica **3** e **9**.

HABILIDADE DESENVOLVIDA NO CAPÍTULO

(EF09CI02) Comparar quantidades de reagentes e produtos envolvidos em transformações químicas, estabelecendo a proporção entre as suas massas.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Este capítulo retoma os conceitos trabalhados pelas habilidades **EF06CI01** e **EF06CI02** na unidade 4 do volume do 6º ano.
- A classificação e a organização dos materiais com base em diversos critérios refletem etapas do pensamento computacional, como a decomposição e a identificação de padrões.

DE OLHO NA BASE

O conteúdo das páginas 66 e 67 desenvolve as competências específicas de Ciências da Natureza **2** e **3** (compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza), a competência geral **1** e a competência específica **1** (valorizar os conhecimentos historicamente construídos e compreender as Ciências da Natureza como empreendimento humano e o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico), no contexto da abordagem histórica dos critérios de classificação de substâncias ao longo do tempo.

Capítulo

1

CLASSIFICAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS

**Resposta pessoal. Incentive os estudantes a estabelecer vários critérios de classificação. É provável que eles citem critérios ligados aos sentidos, como cor e cheiro.*

PARA COMEÇAR

*Para melhor compreender a estrutura dos materiais e, conseqüentemente, desenvolver métodos mais eficientes de produção, os cientistas classificam as substâncias com base em diferentes critérios. Se você tivesse de classificar as substâncias, quais critérios utilizaria? **

↓ Nas bibliotecas, os livros são organizados em prateleiras seguindo critérios de classificação. Biblioteca Nacional, Rio de Janeiro (RJ).

ORGANIZANDO E CLASSIFICANDO OS MATERIAIS

O termo **substância** refere-se a uma porção de matéria com propriedades bem definidas, que lhe são características, como temperatura de fusão, solubilidade e densidade.

São considerados **puros** os materiais compostos de uma única substância. A maioria dos materiais, porém, é constituída de uma mistura de substâncias.

Tendo em vista a grande variedade de materiais ao nosso redor, existe a necessidade de classificá-los usando diferentes critérios.

Você pode não se dar conta disso, mas todos nós também classificamos e organizamos objetos em nosso dia a dia, como roupas, sapatos, material escolar, entre tantos outros. Assim fica mais fácil encontrá-los. Na ciência não poderia ser diferente: os sistemas de classificação também facilitam o trabalho dos cientistas, como é o caso da classificação dos elementos químicos. Neste capítulo, você vai conhecer outro sistema de classificação: o das substâncias.



ALGUMAS FORMAS DE CLASSIFICAÇÃO DE SUBSTÂNCIAS

Existem inúmeros métodos de classificação das substâncias. Elas podem ser classificadas, por exemplo, de acordo com sua composição, em metálicas e não metálicas e, de acordo com o tipo de ligação química, em iônicas, moleculares ou metálicas.

Tais classificações foram desenvolvidas ao longo da história, à medida que novos materiais eram descobertos e suas propriedades, investigadas.

No final do século XVIII, por exemplo, as substâncias já eram classificadas em orgânicas ou inorgânicas. Essa classificação se baseava nas origens dos materiais. Substâncias provenientes de rochas, como cloreto de sódio (NaCl), óxido de alumínio (Al_2O_3 , presente na bauxita) e carbonato de cálcio (CaCO_3 , presente no mármore e nas rochas calcárias) eram classificadas em inorgânicas – classificação que perdura até hoje. Já as substâncias orgânicas seriam as presentes em tecidos animais ou vegetais, ou seja, de seres vivos, ou provenientes desses tecidos.

O químico francês Antoine Lavoisier (1743-1794), em seus experimentos sobre combustão, observou que as substâncias presentes na matéria viva apresentavam em sua composição os elementos carbono, oxigênio, nitrogênio e fósforo.

Alguns estudiosos do século XVIII defendiam uma teoria denominada teoria da “força vital” ou “vitalismo”. Segundo essa teoria, substâncias orgânicas só poderiam ser obtidas quando a força vital agisse sobre a matéria viva. Essa força vital era concebida como um conteúdo não material, próprio das células vivas. Dessa forma, esses estudiosos acreditavam que não era possível obter substâncias orgânicas em laboratório.

No início do século XIX, os experimentos de alguns cientistas, como o químico alemão Friedrich Wöhler (1800-1882), demonstraram a possibilidade de sintetizar essas substâncias em laboratório na ausência de matéria viva. Wöhler sintetizou ureia, produto da excreta animal, com o aquecimento de cianato de amônio, uma substância inorgânica.

Embora tenha sofrido alguns questionamentos na época, o feito de Wöhler ajudou a enfraquecer a influência da teoria da força vital na comunidade científica.

Atualmente, são classificadas como orgânicas as substâncias que contêm carbono em sua composição; essas substâncias não necessariamente são provenientes da matéria viva.

↓ Lavoisier, em seu laboratório de pesquisa, investigou a composição do ar e o papel do oxigênio nas reações de combustão. Seus experimentos eram registrados por sua esposa, Marie-Anne Pierrette Paulze (1758-1836), que colaborou muito no trabalho científico do marido. Detalhe de cópia de uma obra de arte do Museu de Artes e Ofícios, Paris, França.



Cópia particular. Fotografia: Alamy/Imagem/Forstmann



Alamy/Forstmann

↑ Selo impresso na República Federal da Alemanha em 1984 em comemoração ao centenário de morte de Friedrich Wöhler. Nele está retratado o modelo atômico da ureia.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- A foto de abertura do capítulo mostra prateleiras de uma biblioteca com diversos livros identificados por assunto. Pergunte aos estudantes a importância de se classificar os objetos do cotidiano e como isso se relaciona com o estudo das substâncias. Problematicize a questão, promovendo um debate sobre a importância de se classificar as substâncias nas ciências e como os estudantes acreditam que se dá essa classificação.
- Enfatize que o comportamento das espécies químicas é sempre relativo a outra espécie com a qual a interação é estabelecida. Os ácidos, as bases e os sais retratados neste capítulo têm seu comportamento analisado em relação à água.
- Peça aos estudantes que procurem o significado de dois termos que, muitas vezes, geram confusão: dissolução e diluição. Alguns estudantes utilizam esses termos como sinônimos, o que deve ser esclarecido. A dissolução se refere a um modelo que busca explicar a solubilidade de um soluto em um solvente a partir de interações estabelecidas entre eles. Na diluição, acrescenta-se mais solvente a uma solução, de forma a reduzir a razão entre as quantidades de soluto e de solução.

OUTRAS FONTES

SILVA, Joseane da Conceição Soares da; SABINO, Jaqueline Dantas; OLIVEIRA, Maria Marly de. A utilização de uma sequência didática para abordagem dos conceitos de substâncias químicas, elemento químico e misturas. In: *XIII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão* (Jepex), 2013, Recife. Anais [...]. Recife: UFRPE, 2013. Disponível em: <http://www.eventosufrpe.com.br/2013/cd/resumos/r1600-1.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2022.

O artigo traz exemplo de uma sequência didática, voltada a estudantes do Ensino Fundamental, a qual aborda o conceito de substância.

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

Peça aos estudantes que pesquisem como o conceito de substância foi concebido e modificado em determinados momentos da história das ciências, para promover a compreensão do desenvolvimento histórico desse conceito. Solicite a eles que procurem identificar essas explicações desde os gregos na Antiguidade até a concepção do modelo atômico de Dalton.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Caso julgue oportuno, apresente aos estudantes diferentes tipos de indicadores ácido-base (alaranjado de metila, azul de bromotimol, fenolftaleína). Comente que esses indicadores são usados para a identificação de substâncias ácidas ou básicas. Deixe as cores evidenciadas para cada tipo de meio.
- Se possível, separe uma amostra de ácido (água com gás, por exemplo) e pingue nela os diferentes indicadores. Com base nas cores observadas e na tabela de cores, questione os estudantes sobre de qual meio se trata.
- Explique aos estudantes a reação de ionização e peça a eles que representem essa reação em um modelo de bolas.
- Peça aos estudantes que observem as imagens dos circuitos presentes nesta página e que indiquem qual delas representa o ácido ionizado, justificando sua hipótese.
- Diga aos estudantes que os ácidos clorídrico, sulfúrico e nítrico são substâncias ácidas e mostre a eles as respectivas fórmulas.
- O texto da seção *(In)formação*, nas páginas 68 e 69 deste manual, discute a classificação de ácido e de base como algo relacional, o que faz com que uma substância possa ser ácida ou básica quando comparada a outra. Comente com os estudantes que essas classificações foram construídas a partir de novas descobertas e se baseiam na interação dessas substâncias com outras substâncias, além da água.

DE OLHO NA BASE

O conteúdo das páginas 68 e 69 promove a habilidade **EF09CI02** (comparar reagentes e produtos em uma reação química). Além disso, desenvolve as competências específicas **2** e **3** (compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza), no contexto dos ácidos e das bases.

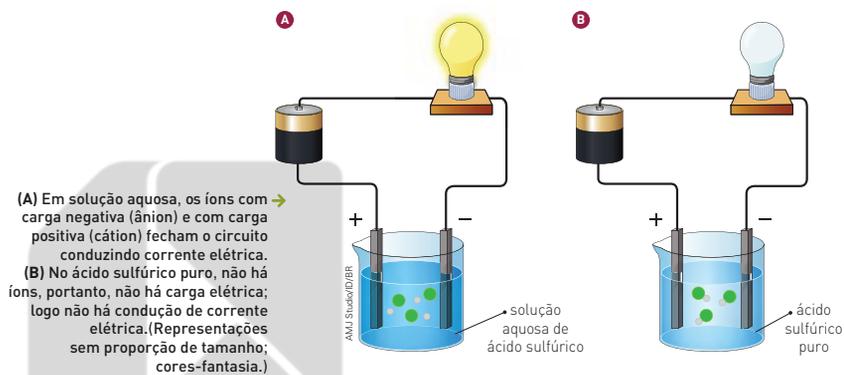
ÁCIDOS

Quando experimentamos o sumo do limão, sentimos um gosto azedo. Essa percepção acontece devido a um dos componentes presentes nessa fruta: o ácido cítrico. Essa substância também é encontrada em outras frutas cítricas e é utilizada industrialmente como conservante natural de alimentos e de bebidas.

Além do ácido cítrico, outras substâncias classificadas como ácidas fazem parte do cotidiano das pessoas, como o ácido acético – encontrado no vinagre – e o ácido clorídrico – que compõe o suco gástrico do nosso estômago.

Uma das propriedades das substâncias ácidas é o gosto azedo. Lembre-se, no entanto, de que não devemos utilizar o paladar para identificar ou classificar substâncias.

Os ácidos são substâncias moleculares, ou seja, seus átomos se ligam por meio do compartilhamento de elétrons. Quando estão puros, não conduzem corrente elétrica. No entanto, suas soluções aquosas são capazes de conduzir eletricidade. Observe o exemplo a seguir.

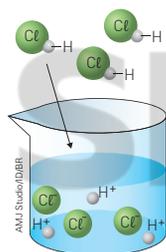


(A) Em solução aquosa, os íons com carga negativa (ânion) e com carga positiva (cátion) fecham o circuito conduzindo corrente elétrica. (B) No ácido sulfúrico puro, não há íons, portanto, não há condução de corrente elétrica. (Representações sem proporção de tamanho; cores-fantasia.)

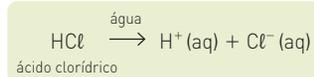
O modelo que explica a condutibilidade elétrica de soluções aquosas ácidas é o da ionização, ou seja, a formação de íons resultante da interação entre a água e o ácido.

A definição de ácidos está baseada nesse modelo. **Substâncias ácidas** são aquelas que, ao serem adicionadas à água, sofrem ionização, gerando como único cátion o íon H^+ .

A equação química representada a seguir ilustra esse processo.



Em solução aquosa, a substância se ioniza, ou seja, forma íons. Nessa solução, o ácido clorídrico se ioniza nos íons Cl^- e hidrônio H^+ . (Representação sem proporção de tamanho; cores-fantasia.)



68

(IN)FORMAÇÃO

Contextualização das teorias Ácido-Base no ensino de Química

[...] os conceitos de ácido e base mudaram muito ao longo da história da humanidade. Antes de Arrhenius, as substâncias, basicamente, eram classificadas em ácidos e bases a partir da sua estrutura. Depois dele todas as teorias passaram a considerar a classificação de ácido e base como algo relacional, o que faz com que uma substância possa ser ácida ou básica frente à outra.

[...]

O uso dos atributos azedo e corrosivo como algo para caracterizar os ácidos, termina ficando muito presente quando esse assunto é tratado na sala de aula, o que faz com que os alunos estranhem quando se classifica, por exemplo, a água como um ácido de Bronsted. É preciso que a ideia de uma classifi-

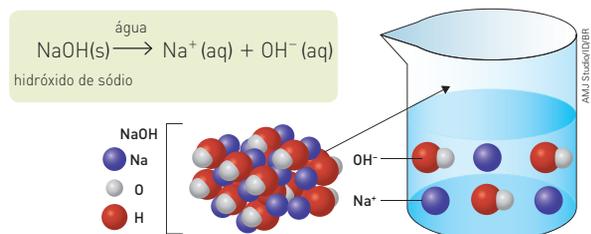
cação relativa seja abordada de forma esclarecedora, a fim de que os estudantes compreendam o real significado dos conceitos trabalhados. Neste sentido [...] a Abordagem Contextual (História e Filosofia da Ciência no ensino de Ciências) pode favorecer a compreensão não só destes conceitos, mas da rede conceitual do qual fazem parte. Os alunos também precisam entender que o comportamento ácido-base de óxidos e sais será relativo à interação destes compostos com o solvente e da teoria ácido-base usada na explicação.

Faz parte do aprendizado de ácidos e bases o entendimento de que as teorias ácido-base têm poder de generalização diferente, o que faz com que a mesma reação possa ter seus constituintes classificados em ácidos e bases nas três teorias enquanto [...] outras reações só terão seus constituintes classificados desta maneira se a teoria for mais abrangente.

BASES

Entre as substâncias classificadas como **básicas** podemos citar o leite de magnésia, alguns produtos de limpeza, como o sabão em pedra e a soda cáustica, cujo principal componente é o hidróxido de sódio. Substâncias básicas provocam mudança na coloração de materiais classificados como indicadores ácido-base. Ao interagir com a água, essas substâncias formam como único ânion o íon OH^- em solução.

Observe a equação química que representa o que ocorre quando NaOH é adicionado à água. Esse processo é denominado **dissociação iônica**.



PARA EXPLORAR

Competição do sopro mágico

Nesse vídeo, um indicador ácido-base é utilizado em uma divertida competição de sopro.

Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=3yRlLED5iS8>. Acesso em: 11 fev. 2022.

Em solução aquosa, uma base iônica se dissocia e libera íons. Nesse esquema, o hidróxido de sódio se dissocia nos íons sódio (Na^+) e hidroxila (OH^-). (Representação sem proporção de tamanho; cores-fantasia.)

INDICADORES ÁCIDO-BASE

Para determinar a acidez ou a basicidade de uma solução aquosa, utiliza-se uma medida denominada **potencial hidrogeniônico**, o **pH**. Esse potencial refere-se à concentração de íons H^+ em solução aquosa.

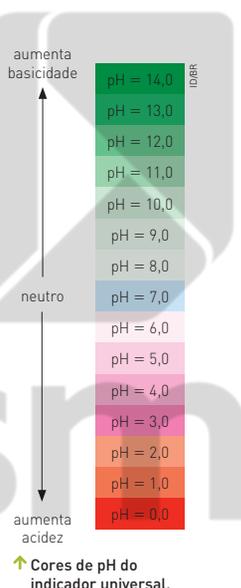
Soluções a 25 °C e com valor de pH menor que 7 são classificadas como ácidas. Quanto menor esse valor, mais ácida a solução.

Se, nessa mesma temperatura, uma solução apresenta um valor de pH maior que 7, ela é classificada como básica ou alcalina. Quanto maior esse valor, mais alcalina a solução.

Se o pH da solução a 25 °C for igual a 7, ela é classificada como **neutra**, ou seja, apresenta concentrações iguais de íons H^+ e OH^- .

A determinação do pH de uma solução pode ser realizada por equipamentos denominados peagômetros. Indicadores ácido-base também podem ser utilizados para determinar o pH, porém são menos precisos. Tais materiais apresentam determinadas cores de acordo com a acidez ou a basicidade da solução. Alguns alimentos, como o repolho roxo, a uva e o açaí, contêm substâncias que podem ser extraídas e utilizadas como indicadores ácido-base.

Muito utilizado em laboratórios, o **indicador universal** é uma mistura de indicadores ácido-base que possibilita analisar uma faixa maior de pH.



ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Se possível, separe uma amostra de base (solução diluída de NaOH , por exemplo) e pingue nela os diferentes indicadores. Com base nas cores evidenciadas e na tabela de cores, pergunte aos estudantes de que meio se trata.
- Comente com os estudantes que os hidróxidos de sódio, de potássio e de cálcio são bases e, em seguida, mostre-lhes as respectivas fórmulas.
- Peça aos estudantes que verifiquem se uma solução básica conduz eletricidade.
- Solicite aos estudantes que copiem no caderno a escala de pH presente nesta página do Livro do Estudante e façam a relação com espécies H^+ e OH^- . Espera-se que eles apontem que, na seta “aumenta acidez”, há aumento de íons H^+ e diminuição de íons OH^- e que, na seta “aumenta basicidade”, há aumento de íons OH^- e diminuição de íons H^+ . Entre as duas setas, a quantidade (ou concentração) de íons H^+ e OH^- é a mesma.
- Se for possível, traga para a sala de aula uma embalagem de um desentupidor de pia, para buscar a presença de hidróxido de sódio em sua composição. Mencione que substâncias básicas são eficientes na remoção da gordura que provoca o entupimento.
- Ao abordar a escala de pH, é importante destacar que ela é uma escala que varia na ordem de 10, já que é logarítmica. Assim, um ácido com pH 2 é 10 vezes mais ácido que um com pH 3 e 100 vezes mais ácido que um com pH 4.

[...]

Se o aluno entender que a forma de classificar ácidos e bases mudou ao longo da história, ele poderá perceber que a concepção deste par de conceitos está para além das propriedades organolépticas.

No que tange a formação dos professores [...] o conhecimento da história do conceito das teorias ácido-base permitirá ao educador melhor entender as dúvidas dos alunos e propor um ensino que vá além da memorização das quatro funções inorgânicas e suas respectivas nomenclaturas.

PINHEIRO, Bárbara Carine Soares; BELLAS, Renata Rosa Dotto; SANTOS, Lílían Moreira dos. Teorias ácido-base: aspectos históricos e suas implicações pedagógicas. In: *XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química* (Eneq), 2016, Florianópolis. Anais [...]. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Química, 2016. Disponível em: <http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R0925-1.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2022.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Ressalte aos estudantes que o sal obtido na reação apresentada nesta página do Livro do Estudante está em solução aquosa e, para obtê-lo na forma sólida, é necessário o processo de aquecimento para evaporar a água. Aproveite para retomar os processos de separação de misturas explorados em anos anteriores do Ensino Fundamental.

DE OLHO NA BASE

O conteúdo das páginas 70 e 71 dá continuidade ao desenvolvimento da habilidade **EF09CI02** (comparar reagentes e produtos em uma reação química) e à promoção das competências específicas de Ciências da Natureza **2** e **3** (compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza), no que se refere aos sais e aos óxidos.



↑ O hidrogenocarbonato de sódio, também conhecido como bicarbonato de sódio, é um sal muito utilizado como ingrediente (fermento) para a fabricação de tortas e bolos.

PARA EXPLORAR

Os botões de Napoleão: as 17 moléculas que mudaram a história, de Penny Le Couteur e Jay Burreson. Rio de Janeiro: Zahar, 2006.

O capítulo 15 desse livro apresenta um pouco da história do sal de cozinha.

O mar Morto, → localizado no Oriente Médio, entre Israel e Jordânia, é um grande lago com elevada concentração de sais dissolvidos. Devido a essa característica, indústrias químicas e mineradoras instalaram-se na região para captar essa água e extrair os sais de potássio. Foto de 2017.



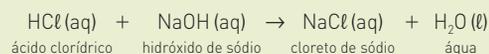
SAIS

Os **sais** são substâncias iônicas que, adicionadas à água, sofrem dissociação iônica formando, pelo menos, um cátion diferente de H^+ e um ânion diferente de OH^- .

Quando ouvimos a palavra sal, imediatamente a associamos ao sal de cozinha, utilizado para realçar o sabor dos alimentos. Em ciências, no entanto, esse termo pode se referir a um grupo de substâncias em que o cloreto de sódio – principal componente do sal de cozinha – está incluído.

O hidrogenocarbonato de sódio ($NaHCO_3$) – utilizado como fermento químico de bolos e pães –, o carbonato de cálcio ($CaCO_3$) – presente em rochas calcárias, matéria-prima para a produção da cal – e o sulfato de cálcio ($CaSO_4$) – empregado na fabricação do gesso – são alguns exemplos de sais utilizados no cotidiano.

Uma das formas de obter sais é por meio da reação entre ácidos e bases. Observe a equação que representa a formação do $NaCl$, o principal componente do sal de cozinha.



Os sais são compostos iônicos. Isso significa que, à temperatura ambiente, encontram-se no estado sólido, apresentando altas temperaturas de fusão e de ebulição. No estado sólido, como não há mobilidade de carga, não há condução de corrente elétrica. Porém, quando estão no estado líquido ou em solução aquosa, cátions e ânions ganham movimento, e o sistema se torna condutor de eletricidade.

ÓXIDOS

Diferentemente dos ácidos e das bases, que são classificados de acordo com seu comportamento em água, a classificação de uma substância como óxido está relacionada com sua composição. **Óxidos** são substâncias formadas por dois elementos químicos distintos, sendo um deles o oxigênio, e o outro, qualquer elemento químico da Tabela Periódica, com exceção do flúor.

Os óxidos podem ser encontrados no ar, na água e na crosta terrestre. O dióxido de carbono (CO_2), conhecido na forma gasosa como gás carbônico, é um dos produtos da respiração de seres aeróbios. O dióxido de silício (SiO_2), também chamado sílica, é um dos componentes da areia, utilizado como matéria-prima para a fabricação de vidros.

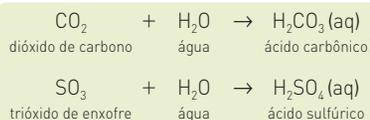


Um dos principais componentes da bauxita (A) é o óxido de alumínio (Al_2O_3); esse óxido é extraído da bauxita e transformado no metal alumínio. A hematita (B), principal fonte de ferro, tem em sua composição o óxido de ferro (III) (Fe_2O_3), que é retirado dela e transformado em metal. A cal virgem (C), utilizada em construções e na produção de argamassa, também é constituída de um óxido – o óxido de cálcio (CaO).

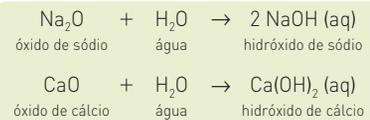
Os óxidos podem ser classificados em iônicos ou moleculares, de acordo com as ligações químicas estabelecidas entre os átomos que o constituem. O óxido de alumínio, por exemplo, é iônico; enquanto o dióxido de carbono é molecular.

Outra classificação utilizada se refere ao comportamento dos óxidos em água. Alguns óxidos reagem com água, formando ácidos. Por isso, são chamados de **óxidos ácidos**.

Observe as equações a seguir:



Outros óxidos, ao se dissolverem em água, reagem formando bases. Por isso, eles são chamados de **óxidos básicos**. Veja os exemplos a seguir:



Óxidos neutros não apresentam o mesmo comportamento, ou seja, não geram íons H^+ ou OH^- em água. É o caso do monóxido de carbono (CO) e do monóxido de nitrogênio (NO).

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Enfatize à turma que a classificação de um óxido como ácido, básico ou neutro está fundamentada em sua interação com a água.



(IN)FORMAÇÃO

Os perigos do monóxido de carbono

O monóxido de carbono é um gás inodoro, incolor e extremamente tóxico. É utilizado como agente redutor no processamento de minérios e na obtenção do hidrogênio a partir da água e como matéria-prima para a produção de ácido acético, plásticos [...] [e] metanol [...].

[...]

[...][O gás] é liberado no ambiente por fontes naturais, como atividade vulcânica, descargas elétricas e emissão de gás natural [...], [e] [...] como produto da combustão incompleta de combustíveis fósseis, sistemas de aquecimento, usinas termelétricas a carvão, queima de biomassa e tabaco. [...] A atmosfera é o compar-

timento principal de dispersão enquanto [...] as águas superficiais encontram-se saturadas do gás. Na atmosfera o composto pode sofrer oxidação por radicais livres formando dióxido de carbono (CO_2). [...] Na água e no solo existem microrganismos capazes de utilizar o composto como fonte de energia.

[...]

A principal via de exposição ao monóxido de carbono é a respiratória. Intoxicações agudas podem ser fatais. Uma vez inalado[,] o gás é rapidamente absorvido nos pulmões e, em circulação, liga-se de maneira estável com a hemoglobina, impedindo o transporte do oxigênio e causando hipóxia tecidual. Por isso, a exposição ao composto está também associada a prejuízos na acuidade visual, no aprendizado, na capacidade de traba-

lho e ao aumento na mortalidade por infarto cardíaco agudo, principalmente entre idosos.

O monóxido de carbono atravessa rapidamente as membranas alveolar, capilar e placentária. [...]

Monóxido de carbono. Cetesb, fev. 2010. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/laboratorios/wp-content/uploads/sites/24/2022/02/Monoxido-de-Carbono.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2022.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Se possível, evidencie a transformação química entre um ácido e uma base mediante a reação entre HCl e NaOH, utilizando o indicador azul de bromotimol. Faça a reação de adição do NaOH gota a gota, para evidenciar o ponto estequiométrico (coloração verde), e pergunte aos estudantes como reconhecer a ocorrência da reação.
- Questione os estudantes a respeito de quais compostos, dos já apresentados, eles acreditam que poderiam ser utilizados para diminuir a acidez do solo.

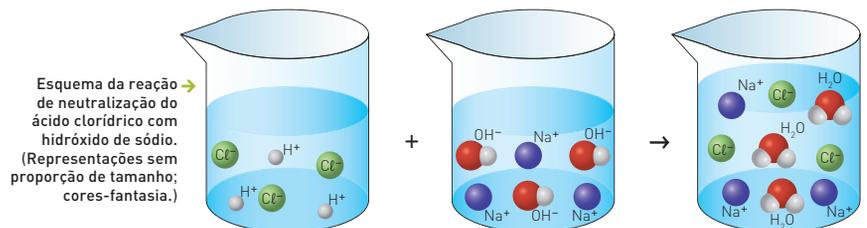
DE OLHO NA BASE

Ao abordar conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências no contexto do reconhecimento do caráter ácido ou básico dos materiais – e sua influência nas aplicações de métodos de correção dessas características –, possibilita-se o desenvolvimento das competências específicas de Ciências da Natureza 2 e 3.

REAÇÕES QUÍMICAS ENTRE ÁCIDOS E BASES

As transformações químicas pelas quais passam as substâncias são chamadas de **reações químicas**. Nessas transformações, novas substâncias são formadas.

A reação química que acontece quando soluções aquosas ácidas são colocadas em contato com soluções aquosas básicas é denominada **reação de neutralização**. Nessa reação, os íons H^+ e OH^- se combinam, formando água. Observe como acontece essa reação entre o ácido clorídrico e o hidróxido de sódio.



O caráter ácido ou básico dos materiais pode influenciar suas aplicações. Um desses casos é o controle da acidez do solo, pois a absorção dos nutrientes pelas raízes das plantas é afetada pelo nível de acidez do solo. Por isso, é importante que o agricultor acompanhe esse nível de acidez constantemente. Dessa forma, ele pode escolher o procedimento mais adequado para melhorar a fertilidade do solo e, conseqüentemente, sua produção agrícola.

Uma das técnicas mais simples e utilizadas na agricultura é a **calagem**, que consiste na adição de calcário ou cal virgem (óxido de cálcio - CaO) ao solo com intuito de diminuir sua acidez.

Além do calcário e cal, outros materiais podem ser utilizados para esse fim. Conhecidos como **corretivos de acidez do solo**, esses materiais são

constituídos de uma ou mais substâncias que reagem com os íons H^+ , responsáveis pela acidez do solo, além de fornecer nutrientes como cálcio e magnésio.

O uso desses materiais, no entanto, deve ser feito com cuidado. Tanto o calcário quanto os outros corretivos, se aplicados em excesso, podem prejudicar a fertilidade e, conseqüentemente, a produtividade, ao tornar o solo básico (ou alcalino).

O princípio de funcionamento dos corretivos de acidez de solo está baseado em uma transformação química.



↑ Agricultores de Cândido de Abreu (PR) despejam calcário no solo, técnica conhecida como calagem. Foto de 2019.

(IN)FORMAÇÃO

Indicadores

Robert Boyle (1627-1691) teve grande importância na pesquisa sobre os indicadores ácido-base. Em seu *Experiments and Considerations Touching Colours*, Boyle utiliza diversos sucos vegetais, em especial um xarope de violetas, para a identificação de ácidos e álcalis. Durante os experimentos, percebe que algumas substâncias não alteram a cor dos extratos, ao que ele chama então de substâncias neutras. Os resultados dos experimentos por ele realizados o levam a classificar os ácidos, que não tinham uma definição formal até o momento, como “qualquer substância que torna vermelhos os extratos de plantas”. Posteriormente, Neumann complementa sua afirmação ao perceber que esse comportamento se mantém em sucos de frutas de coloração vermelha, não havendo regularidade em vegetais de outras cores.

Uma das possíveis fontes de informação para o interesse de Boyle na alteração de cores dos indicadores são os registros do trabalho dos tintureiros e pintores. Esses trabalhadores utilizavam diversos extratos vegetais para a obtenção das tintas e tinham conhecimento das cores obtidas a partir delas com a utilização de diferentes mordentes, ácidos ou alcalinos. [...]

Entretanto, a utilização de indicadores na análise de águas para a determinação de ácidos, ao contrário do que muitos acreditam, não foi uma descoberta de Boyle. Apesar de seu profundo estudo sobre cores e sua nova classificação entre ácidos, álcalis e neutros, o uso de um indicador púrpura para determinar a qualidade ácida de águas minerais já é documentado anteriormente, em 1631, [...] pelo médico inglês Edward Jorden (1565-1633). Nesse texto, Jorden relata que, ao analisar as águas das fontes na região de Bath para

Uso de indicador ácido-base para classificar soluções

Você seria capaz de classificar uma solução aquosa em ácida, básica ou neutra? Nesta atividade, você vai realizar um teste para fazer essa verificação.

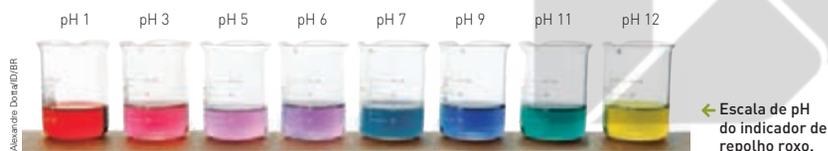
Material

- 8 copos pequenos ou béqueres de 100 mL rotulados
- vinagre branco ou de álcool
- suco de limão
- refrigerante incolor
- detergente
- solução aquosa de cloreto de sódio (sal de cozinha)
- sabão neutro dissolvido em água
- solução diluída de leite de magnésia
- 7 tubos de ensaio (ou pequenos frascos de vidro)
- 8 conta-gotas
- indicador ácido-base de extrato de repolho roxo
- estante para tubos de ensaio

Como fazer

- 1 Copie a tabela no caderno.
- 2 Coloque 20 mL (cerca de 2 dedos de altura) de vinagre em um tubo de ensaio com o auxílio do conta-gotas.
- 3 Proceda da mesma forma com todos os materiais listados na tabela. Atenção: não misture os conta-gotas.
- 4 Com o último conta-gotas, adicione em todos os tubos de ensaio 5 gotas de indicador de repolho roxo.
- 5 Registre na tabela a coloração adquirida pela solução em cada tubo.

Materiais	Coloração
Vinagre	|||||
Suco de limão	|||||
Refrigerante incolor	|||||
Detergente	|||||
Solução aquosa de cloreto de sódio	|||||
Sabão dissolvido em água	|||||
Solução diluída de leite de magnésia	|||||



Para concluir

Responda sempre no caderno.

1. De acordo com a escala de pH do indicador de repolho roxo, quais são os valores de pH obtidos para cada solução testada? Quais materiais têm caráter ácido? E caráter básico? E neutro? [Veja respostas em Respostas e comentários.](#)
2. Compare os dados de sua tabela com os dos colegas e anote as semelhanças e as diferenças entre os resultados obtidos. Algum dos resultados foi diferente do que você esperava? Por quê? [Veja respostas em Respostas e comentários.](#)

determinar suas propriedades curativas e a natureza dos minerais, realizou experimentos para a identificação de minerais nelas presentes e também as características da água. Entre esses experimentos, aponta o uso de um indicador que faria a distinção entre ácidos (vermelho) e sais (azul).

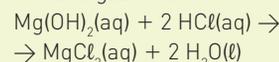
BELLETTATO, Rafael Donisete. Utilização de indicadores orgânicos de pH no ensino de ácidos e bases: considerando alguns aspectos históricos. *História da Ciência e ensino: construindo interfaces*, v. 6, p. 71-77, dez. 2012.

DE OLHO NA BASE

Neste momento, promove-se a competência geral da Educação Básica 2 e a competência específica de Ciências da Natureza 2 (recorrer à abordagem própria das ciências e dominar processos, práticas e procedimentos da investigação científica).

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- O experimento desenvolvido na seção *Práticas de Ciências* proporciona o uso de metodologias ativas de classificação e testagem de substâncias.
- Utilize folhas de repolho roxo fervidas em água destilada como indicador ácido-base. Esse indicador fica vermelho ou amarelo em soluções ácidas e azul ou esverdeado em soluções básicas. Informe aos estudantes que o extrato de repolho roxo é um indicador ácido-base natural.
- Introduza em cada recipiente (copo ou béquer) um dos materiais listados e identifique-os. No caso do detergente, adicione 20 gotas do produto para cada 50 mL de água. No caso da solução diluída de leite de magnésia, adicione 10 mL de leite de magnésia e complete até 50 mL com água.
- Descarte o extrato de repolho roxo após o uso e oriente os estudantes a não reaproveitá-lo.
- Peça aos estudantes que coloquem os reagentes testados em ordem de acidez e de basicidade.
- Explique aos estudantes que o leite de magnésia é utilizado como antiácido. Peça à turma que explique a relação entre o caráter evidenciado e seu uso. Se julgar pertinente, apresente a equação química que representa a reação entre o hidróxido de magnésio, presente no leite de magnésia, e o ácido clorídrico, presente no suco gástrico:



PARA CONCLUIR

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

1. Espera-se que os resultados sejam: vinagre (3-5); suco de limão (1-3); refrigerante incolor (3-5); detergente (7-9); sabão dissolvido em água (9); solução aquosa de cloreto de sódio (6-7); solução diluída de leite de magnésia (11-12). Dependendo da origem da água ou do produto, os valores podem variar.
2. Caso ocorra alguma diferença entre as tabelas, verifique se a origem dos componentes é diferente. Se não for, peça aos estudantes que comparem os procedimentos adotados e, se julgarem necessário, repitam o experimento.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Informe aos estudantes que os combustíveis fósseis originados do petróleo contêm enxofre (S) em sua composição. Quando queimados, produzem óxidos de carbono e de enxofre, que participam da formação da chuva ácida.
- Fique atento aos vapores de SO_2 formados, porque eles podem desencadear problemas respiratórios. Garanta a segurança na realização da atividade demonstrando-a aos estudantes, pois envolve fogo e enxofre.
- Auxilie os estudantes a estabelecer relações entre o que observaram no modelo e o que acontece na atmosfera, pedindo a eles que montem uma tabela associando os materiais do experimento (enxofre, fumaça, pétalas e água) com escapamentos de carros, chaminés de indústrias, natureza e chuva.
- Neutralize as soluções formadas antes de descartá-las na pia. Os resíduos sólidos (enxofre em pó e pétalas de flor) podem ser jogados no lixo comum.

PARA CONCLUIR

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

- Os estudantes devem mencionar a mudança de coloração do papel de tornassol, de azul para vermelho, a descoloração da pétala de flor e a liberação de gases. Por meio da mudança de cores dos indicadores, espera-se ser possível concluir que, no interior do frasco, há uma solução aquosa de caráter ácido.
- A queima do enxofre gerou os óxidos de enxofre (SO_2 e SO_3), que, em contato com a água, formaram ácidos (H_2SO_3 e H_2SO_4) que alteraram o aspecto dos indicadores.
- Resposta pessoal. A pergunta leva os estudantes a refletir sobre os efeitos negativos da chuva ácida na vegetação. Sugira a eles que pesquisem os danos causados pela chuva ácida nas plantas.
- Explique aos estudantes que não é possível verificar em aula o que acontece com o frasco destampado porque a queima do enxofre produz gases tóxicos.

PRÁTICAS DE CIÊNCIAS

A chuva ácida

Um tema recorrente na mídia é a chuva ácida. Nesta atividade, você vai estudar o fenômeno da chuva ácida com a construção de um **experimento**.

Material

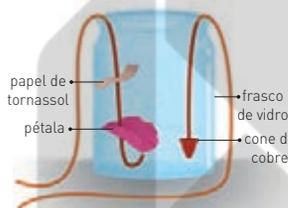
- 1 frasco de vidro de boca larga com tampa (pode ser de maionese)
- tiras de papel de tornassol azul
- caneta esferográfica
- espátula
- flor vermelha (hibisco ou azaleia)
- 2 fios de cobre de 20 cm de comprimento
- fósforo (ou isqueiro)
- enxofre em pó
- copo de 250 mL

ATENÇÃO

Apenas o professor deve realizar esse experimento. Evite acidentes!



↑ Figura 1.



↑ Figura 2.

Como fazer

Este experimento será realizado pelo professor. Fique atento a todos os passos e, depois, responda às questões.

- Destaque uma pétala da flor, perfure-a com um fio de cobre e posicione-a na ponta desse fio. Na metade do fio, prenda um pedaço de papel de tornassol azul.
- Utilize a ponta da caneta esferográfica como molde para a construção de um cone de 1 cm de altura em uma das extremidades do outro fio, conforme indicado na figura 1.
- Prenda os dois fios de cobre na borda do frasco, conforme mostrado na figura 2.
- Remova o cone e encha-o com enxofre em pó. Acenda o isqueiro embaixo do cone para iniciar a queima do enxofre.
- Assim que a queima for iniciada, leve o cone rapidamente para dentro do frasco e tampe-o.
- Passados dez minutos, retire o cone do frasco e observe o aspecto do papel e da pétala de flor.
- Adicione 250 mL de água (um copo) ao frasco e tampe-o rapidamente. Agite-o bem e observe o aspecto dos materiais (papel tornassol e pétala).

Fonte de pesquisa: Grupo de Pesquisa em Educação Química (Gepeq)/IQUSP. Interações e transformações. São Paulo: Edusp, 1993. p. 21-25.

Para concluir

Responda sempre no caderno.

- O que aconteceu no interior do pote? Como podemos explicar as colorações apresentadas pelo papel de tornassol? **Veja respostas em Respostas e comentários.**
- De que maneira o enxofre está associado ao que aconteceu no interior do pote? **Veja resposta em Respostas e comentários.**
- Considerando suas observações sobre a pétala de flor, que efeitos você imagina que a chuva ácida deve causar na vegetação? **Veja resposta em Respostas e comentários.**
- Discuta com os colegas se os resultados seriam os mesmos, caso o frasco ficasse destampado. **Os resultados seriam distintos, pois os gases formados sairiam do frasco e a acidificação do meio seria menos intensa.**

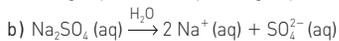
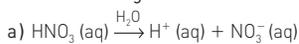
DE OLHO NA BASE

Assim como na prática anterior, nesta prática desenvolvem-se a competência geral 2 e a competência específica 2. A seção também promove a competência específica 3, ao estabelecer relação entre o que ocorre no modelo construído e o que ocorre com a vegetação atingida pelo fenômeno da chuva ácida.

1. Por que não se deve provar, cheirar ou tocar substâncias desconhecidas?

Veja resposta em Respostas e comentários.

2. As equações a seguir ilustram o que acontece quando ácido nítrico (HNO_3), sulfato de sódio (Na_2SO_4) e hidróxido de bário ($\text{Ba}(\text{OH})_2$) são adicionados à água.



• Analise as equações e classifique o caráter dessas substâncias em ácido, básico ou neutro. Justifique sua resposta.

Veja resposta em Respostas e comentários.

3. Em um laboratório escolar, um professor mostrou a seus estudantes dois frascos sem rótulo e informou que um deles continha uma solução aquosa de ácido clorídrico e o outro, uma solução aquosa de hidróxido de sódio.

• Proponha uma forma de se determinar o conteúdo de cada frasco.

O professor deverá usar um indicador ácido-base conhecido.

4. Leia o texto e, depois, responda às questões.

A cal, é um material utilizado na construção civil e também na agricultura. Ela é obtida da queima de rochas calcárias e constituída predominantemente de óxido de cálcio (CaO). Este último reage com água, formando hidróxido de cálcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), de acordo com a equação:



a) O óxido de cálcio é um exemplo de óxido. Utilizando como critério sua interação com a água, como esse óxido pode ser classificado?

b) Na agricultura, em que situação recomenda-se o uso de cal? **Para corrigir a acidez de solos.**

5. O leite de magnésia contém hidróxido de magnésio ($\text{Mg}(\text{OH})_2$) em sua composição e é indicado para atenuar o mal-estar estomacal decorrente do aumento da concentração de ácido clorídrico (HCl) no suco gástrico.

a) Que íons são formados quando se adiciona $\text{Mg}(\text{OH})_2$ à água? Qual deles é característico das bases? **Mg^{2+} e OH^- ; OH^- é típico das bases.**

b) Que íons estão presentes em uma solução aquosa de HCl ? **H^+ e Cl^- .** **c) Veja resposta em Respostas e comentários.**

c) Explique por que o leite de magnésia é indicado contra o mal-estar estomacal.

7. No início do século XVIII, o desenvolvimento de vários procedimentos e técnicas de laboratório possibilitou a evolução da compreensão sobre a acidez. No entanto, a primeira definição amplamente aceita para os ácidos e bases foi proposta por Arrhenius em 1887. O termo pH foi introduzido por Sørensen em 1909 e se refere a uma escala logarítmica para medir a acidez ou a basicidade de um material.

6. Leia o texto a seguir e faça o que se pede.

Em uma aula prática de ciências, um estudante transferiu, para um tubo de ensaio **A**, aproximadamente, dois mililitros (2 mL) de solução aquosa de ácido clorídrico (HCl). Ele então pingou sobre o líquido duas gotas do indicador ácido-base azul de bromotimol. A adição do indicador tornou amarela a solução no tubo de ensaio.

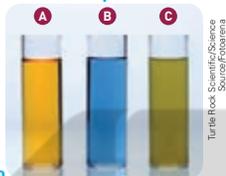
Em um tubo de ensaio **B**, o estudante executou o mesmo procedimento, desta vez substituindo a solução de ácido clorídrico por outra de hidróxido de sódio (NaOH). Nesse caso, a coloração observada foi azul.

Em um tubo de ensaio **C**, ele dissolveu uma pequena porção cloreto de sódio – NaCl (sal de cozinha) – em outro tubo com água. Ao adicionar azul de bromotimol sobre o sistema, observou a coloração verde.

A figura a seguir ilustra as colorações observadas pelo estudante.

a) Amarela, azul e verde, respectivamente.

b) Ele observaria a mudança gradual de cores, passando do amarelo ao verde, e, com o excesso de hidróxido, a coloração ficaria azul.



a) Qual é a coloração do azul de bromotimol em meios ácido, básico e neutro?

b) O que seria observado se o estudante adicionasse, gota a gota, solução aquosa de hidróxido de sódio sobre uma solução aquosa de ácido clorídrico, contendo gotas de azul de bromotimol?

7. Mesmo não conhecendo conceitos como acidez e basicidade, na Pré-História, os seres humanos já identificavam o estágio de amadurecimento de algumas frutas pelo seu sabor. A intensidade da acidez, com sabor azedo, ou da basicidade, com o sabor adstringente ou o sabor amargo, indicava se uma fruta já poderia ser consumida ou se era melhor deixá-la amadurecer um pouco mais.

Pesquise quais foram as primeiras ideias a respeito dos conceitos de ácido e base e o surgimento do termo pH e seu significado.

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

1. Trata-se de uma regra de segurança utilizada em laboratórios. Certas substâncias podem causar danos à saúde, como lesões na pele, intoxicações, etc.

2. a) HNO_3 – caráter ácido. Produz o cátion H^+ quando adicionado à água.

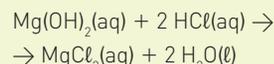
b) Na_2SO_4 – caráter neutro. Quando adicionado à água, não produz íons H^+ ou libera OH^- .

c) $\text{Ba}(\text{OH})_2$ – caráter básico. Libera o ânion OH^- quando adicionado à água.

3. Usando a fenolftaleína, por exemplo, a solução básica adquire cor rosa e a solução ácida não sofre alteração de cor.

4. Os óxidos básicos formam uma base, ao reagirem com a água, e neutralizam os ácidos.

5. c) Hidróxido de magnésio é classificado como base, que reage com ácido clorídrico, neutralizando-o.



Assim, o excesso de íons H^+ é neutralizado.

6. Explique aos estudantes que, ao neutralizar o meio que contém o indicador ácido-base, este pode mudar de cor.

7. Esta atividade traz uma pesquisa relacionada à história da ciência para promover a compreensão do desenvolvimento histórico dos conceitos de ácido e de base.

DE OLHO NA BASE

As atividades propostas desenvolvem as competências específicas de Ciências da Natureza **2** e **3** (compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza). Além disso, a questão **1** promove as competências gerais **8** e específica **7** (cuidar da saúde física e cuidar de si). As questões **3** e **7** promovem o protagonismo dos estudantes, ao propor situações-problema que possibilitem reflexão e argumentação, aspectos constantes da competência geral **7**. As atividades **2** e **5** trabalham aspectos relacionados à habilidade **EF09CI02**, uma vez que os estudantes precisam identificar reagentes e produtos em uma reação química.

ESTRATÉGIAS DE APOIO

A seção possibilita a realização de uma avaliação reguladora. Assim, é possível verificar como está o entendimento dos estudantes a respeito do uso adequado da linguagem química, da sua representação em forma de equação e das maneiras de classificar as substâncias.

Quanto à aprendizagem da classificação das substâncias, é importante os estudantes se familiarizarem com esse procedimento, relacionando o macro ao microscópico. Como estratégia de apoio, peça a eles que montem uma tabela na lousa, na qual vão relacionar as funções inorgânicas, suas ligações químicas e as evidências macroscópicas. Ao final, avalie se eventuais dificuldades foram superadas.



ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Incentive os estudantes a relacionar o que aprenderam nas aulas de História sobre o ciclo de exploração do pau-brasil (*Caesalpinia echinata*), espécie de planta da qual se extrai um corante vermelho, capaz de tingir tecidos com cores fortes.
- Proponha uma atividade prática com a utilização de corantes. Ela poderá ser realizada de forma interdisciplinar com outros componentes curriculares, especialmente com Arte. Caso julgue oportuno, realize a atividade indicada na seção *Atividade complementar* das páginas 76 e 77 deste manual.

DE OLHO NA BASE

Esta seção possibilita relacionar os estudos de Ciências com as diferentes culturas e tradições em que há o uso de pigmentos, promovendo as competências gerais 3, 6 e 9, ao valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais. Também possibilita o trabalho com o tema contemporâneo transversal **Multiculturalismo**, no contexto de uma educação para a valorização de matrizes culturais brasileiras.

Os conhecimentos tradicionais e a produção de corantes

Pigmentos e corantes são substâncias que, quando aplicadas, conferem cor aos materiais. Os saberes e os costumes de diferentes culturas relacionados a esses materiais são muito diversos. Acredita-se que no período entre 30000 a.C. e 8000 a.C., tintas feitas com pigmentos já eram utilizadas para tingir as paredes das cavernas. Evidências arqueológicas sugerem que os egípcios usavam hena, carmim e outros corantes na pele e para tingir os cabelos. Também verificou-se que, por volta de 1500 a.C., a China, a Índia e o Egito já usavam corantes em alimentos.

Foi também nesse período que os colonizadores europeus chegaram ao Brasil e se interessaram pelo conhecimento que os indígenas tinham sobre os materiais corantes, pois havia interesse na exploração e na comercialização de produtos dos quais era possível extrair corantes fortes, como o pau-brasil. O conhecimento que os povos indígenas reúnem sobre os corantes é bem vasto e pode ser notado nos diversos usos que eles fazem dessas substâncias. Conheça alguns exemplos.

Ticuna

A variedade e riqueza da produção artística dos Ticuna expressam uma inegável capacidade de resistência e afirmação de sua identidade. [...]

Um aspecto que merece atenção é o acervo de tintas e corantes. Cerca de quinze espécies de plantas tintórias são empregadas no tingimento de fios para tecer bolsas e redes ou pintar entrecascas, esculturas, cestos, peneiras, instrumentos musicais, remos, cuias e o próprio corpo. Há ainda os pigmentos de origem mineral, que servem para decorar a cerâmica e a “cabeça” de determinadas máscaras cerimoniais.

A pintura da face, por sua vez, pode ser realizada por ambos os sexos e é empregada hoje em dia apenas durante os rituais, por todos os participantes, inclusive crianças. Essa pintura, feita com jenipapo, já no primeiro dia da festa, tem a função social de identificar o clã ou nação, como dizem os Ticuna, de cada pessoa. [...] Além da função social de especificação do clã, pintar-se na festa é um ato obrigatório. A decoração corporal das jovens e crianças pintadas, por sua vez, é realizada segundo normas rigidamente estabelecidas.

Ticuna. Povos Indígenas no Brasil. Instituto Socioambiental (ISA). Disponível em: <https://pib.socioambiental.org/pt/povo/ticuna/1349>. Acesso em: 15 fev. 2022.

Kadiwéu

Os finos desenhos corporais realizados pelos Kadiwéu constituem-se em uma forma notável da expressão de sua arte. Hábeis desenhistas estampam rostos com desenhos minuciosos e simétricos, traçados com a tinta obtida da mistura de suco de jenipapo com pó de carvão, aplicada com uma fina lasca de madeira ou taquara. No passado, a pintura corporal marcava a diferença entre nobres, guerreiros e cativos.

Kadiwéu. Povos Indígenas no Brasil. Instituto Socioambiental (ISA). Disponível em: <https://pib.socioambiental.org/pt/povo/kadiweu/266>. Acesso em: 15 fev. 2022.

76

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

Extração dos corantes naturais

A extração dos corantes naturais foi realizada com o objetivo de aproximar a química [...] [do] cotidiano dos estudantes, além de permitir que eles percebam que estes materiais são fontes de corantes empregados constantemente na indústria de alimentos, bem como oportunizá-los a adquirir conhecimento com relação à constituição (elementos químicos presentes nas fórmulas dos compostos naturais, tipos de ligações, etc.), [à] solubilidade e [às] propriedades químicas (caráter ácido ou básico) dos corantes extraídos.

Materiais: couve; beterraba; cenoura; açafrão; urucum; álcool.

Procedimentos:

a) Extração de clorofila: Em um copo de becker colocar 25 gramas de couve picada, adicionar 100 mL de álcool comercial e deixar em repouso por 24 horas.

b) Extração de β -caroteno: Em um copo de becker pesar 25 gramas de cenoura ralada, adicionar 50 mL de álcool comercial e deixar em repouso por 24 horas.

c) Extração de betalaínas: Em um copo de becker pesar 25 gramas de beterraba ralada, adicionar 50 mL de álcool comercial e deixar em repouso por 24 horas.

d) Extração de curcumina: Pesar num copo de becker 25 gramas de açafrão, adicionar

Nawa

Alguns recursos naturais são usados para os adornos corporais e artesanato em geral. As sementes do urucum costumam ser machucadas junto com água até virar uma massa, sendo a tinta resultante utilizada para a pintura corporal e como corante de alimentos. O jenipapo é cortado ao meio e colocado na

água aquecida, até adquirir a coloração azul. O cipó-titica é usado para confeccionar cestaria e diversos adornos, os quais são pintados com urucum e jenipapo. A cinza da casca do caripé é utilizada na fabricação de cerâmicas para dar liga ao barro, com o qual fazem diversos objetos.

Nawa. Povos Indígenas no Brasil. Instituto Socioambiental (ISA). Disponível em: <https://pib.socioambiental.org/pt/povo/nawa/821>. Acesso em: 15 fev. 2022.

Nambiquara

[...] Os índios do Alto Xingu pintam a pele do corpo com desenhos de animais, pássaros e peixes. Estes desenhos, além de servirem para identificar o grupo social ao qual pertencem, são uma maneira de uni-los aos espíritos, aos quais creditam sua felicidade.

A tinta usada por esses índios é preparada com sementes de urucu, que se colhe nos

meses de maio e junho. As sementes são raladas em peneiras finas e fervidas em água para formar uma pasta. Com esta pasta são feitas bolas que são envolvidas em folhas, e guardadas durante o ano todo para as cerimônias de tatuagem. A tinta extraída do urucu também é usada para tingir os cabelos e na confecção de máscaras faciais. [...]

Corantes naturais e culturas indígenas. Disponível em: <https://www.yumpu.com/pt/document/view/12750724/corantes-naturais-e-culturas-indigenas-sociedade-brasileira-de->. Acesso em: 15 fev. 2022.

Para refletir

Responda sempre no caderno.

- Segundo a Constituição brasileira, “são reconhecidos aos índios sua organização social, costumes, línguas, crenças e tradições, e os direitos originários sobre as terras que tradicionalmente ocupam, competindo à União demarcá-las, proteger e fazer respeitar todos os seus bens”. **a), b) e c) Veja respostas em Respostas e comentários.**
 - Identifique nos textos apresentados alguns costumes e tradições indígenas relacionados ao uso de corantes.
 - Os usos que você identificou podem ser considerados semelhantes aos usos que as sociedades ocidentais fazem dessas substâncias? Comente e cite exemplos.
 - Em sua opinião, as culturas indígenas são respeitadas da mesma forma que a cultura das sociedades ocidentais, conforme prevê a Constituição brasileira? Comente.
- O domínio global da ciência moderna como referência de conhecimento pode acarretar na desvalorização de muitas formas de saber, especialmente aquelas próprias dos povos que passaram pelo processo de colonização ocidental. **a) e b) Veja respostas em Respostas e comentários.**
 - As pesquisas científicas e o conhecimento sobre substâncias corantes, por exemplo, permitiram o desenvolvimento e o uso de corantes sintéticos (obtidos de derivados de petróleo e de carvão mineral), os quais, sabe-se hoje, causam muitos prejuízos ao ambiente e à saúde e tendem a ser novamente substituídos por corantes naturais. De que maneira a cultura indígena pode ser valorizada nesse contexto?
 - Em sua opinião, um conhecimento só deve ser respeitado quando possui respaldo científico ou apresenta alguma utilidade?

77

30 mL de álcool comercial e deixar em repouso por 24 horas.

e) Extração de urucum: Pesar 5 gramas de sementes de urucum num copo de becker, adicionar 30 mL de álcool comercial e deixar em repouso por 24 horas.

Após 24 horas procede-se à filtração para obtenção da solução alcoólica dos corantes naturais respectivos.

TONIAL, Ivane Benedetti; SILVA, Expedito Leite. A química dos corantes naturais: uma alternativa para o ensino de química. Dia a Dia Educação – Portal Educacional do Estado do Paraná. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/2160-8.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2022.

OUTRAS FONTES

MEDINA, Gabriel; POKORNY, Benno. O uso da floresta por comunidades amazônicas. *Ciência Hoje*, 1º dez. 2007. Disponível em: <https://cienciahoje.org.br/artigo/o-uso-da-floresta-por-comunidades-amazonicas/>. Acesso em: 11 fev. 2022.

O texto aborda, entre outras informações, as iniciativas de manejo florestal por comunidades amazônicas. Após a leitura do texto, caso julgue oportuno, compartilhe-o com os estudantes e utilize-o como motivador, a fim de promover uma discussão sobre a necessidade de investir em pesquisas e de buscar novas opções de obtenção de pigmentos que minimizem os danos ambientais e otimizem o uso dos recursos naturais.

PARA REFLETIR

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

1. **a)** Alguns usos que podem ser mencionados pelos estudantes são: tingir fios para confeccionar bolsas e redes ou pintar entrecascas, esculturas, cestos, etc.; pintar o corpo (para festas; para identificar a nação de cada pessoa; para diferenciar nobres, guerreiros e cativos; para demonstrar cuidado; etc.); colorir alimentos; fazer pinturas faciais; tingir cabelos; promover a espiritualidade; entre outros.

b) Os estudantes podem encontrar semelhanças nos usos de corantes por diferentes sociedades e concordar que exemplos de povos indígenas e sociedades ocidentais podem ser comparados. Entre as semelhanças estão o uso de corantes em alimentos, em tinta para o cabelo, na maquiagem para o rosto e em tatuagens e a utilização de diversos tipos de tinta para pintar objetos, utensílios, obras de arte, etc.

c) Resposta pessoal. Trabalhe com os estudantes a questão do preconceito e da violência que os povos indígenas sofreram ao longo da história. Comente que práticas similares aos círculos restaurativos para a construção de paz são realizadas por povos indígenas com o mesmo propósito e têm origem parecida na maioria das sociedades humanas.

2. **a)** Nas culturas indígenas, os corantes são extraídos de plantas, de animais e de outros recursos naturais, o que atende à “nova” tendência que busca reverter os danos ambientais decorrentes da fabricação e do uso de corantes sintéticos. Assim, é provável que muitos elementos do conhecimento indígena sejam incorporados a essa “nova” tendência. Também é necessário destacar que a extração de corantes é feita de forma sustentável pelos indígenas. A substituição em larga escala dos corantes artificiais exige o manejo responsável dos recursos de onde são extraídos os corantes naturais. Deve-se avaliar se é possível fazer a extração de forma sustentável ou se a melhor solução é desenvolver corantes sintéticos cujo uso e descarte provoque baixo impacto ambiental. É possível que os estudantes relacionem isso a essas culturas.

b) Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes discordem dessa afirmação. Aproveite o momento para incentivá-los a refletir sobre os próprios valores.

HABILIDADE DESENVOLVIDA NO CAPÍTULO

(EF09CI02) Comparar quantidades de reagentes e produtos envolvidos em transformações químicas, estabelecendo a proporção entre as suas massas.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Retome o modelo atômico de Dalton escrevendo, por exemplo, a equação da síntese da água:
$$2 \text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\ell)$$
Represente essa equação usando as esferas de Dalton e destaque aos estudantes que, em uma transformação, o rearranjo de átomos está associado à quebra de ligações nos reagentes e à formação de novas ligações nos produtos.
- Pergunte aos estudantes: “Como podemos definir uma transformação? Como as transformações podem ser descritas? Como vocês descreveriam uma transformação para que um ouvinte pudesse imaginá-la sem presenciar a ocorrência do fenômeno?”. Durante a discussão, destaque, na fala dos estudantes, o que é fenômeno e o que é modelo.
- Chame a atenção da turma para a importância dos equipamentos de segurança.
- Explique aos estudantes que a ocorrência de uma reação química nem sempre é facilmente notada. Muitas vezes, é necessário realizar uma análise detalhada das propriedades do material obtido como produto.

DE OLHO NA BASE

O conteúdo das páginas 78 e 79 desenvolve as competências específicas 2 e 3 (compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza). Na página 79, também são promovidas as competências específicas 1 (compreender o conhecimento científico como construção humana e como algo histórico), 2 (contexto da indústria no mundo do trabalho) e 4 (aplicações tecnológicas e mundo do trabalho).

PARA COMEÇAR

As reações químicas envolvem transformações nas estruturas dos materiais. Você consegue citar alguma reação química presente em seu dia a dia?

Resposta pessoal. É comum que os estudantes associem as mudanças de estado físico e a dissolução de sólidos com reações químicas. Ressalte que, nesses casos, não há formação de novas substâncias. Portanto, não são reações químicas.

A IMPORTÂNCIA DAS REAÇÕES QUÍMICAS

As reações químicas são processos nos quais ocorre a transformação dos reagentes iniciais em produtos. No nível microscópico, uma reação química é explicada como um processo resultante da quebra de ligações químicas nos agregados atômicos das substâncias reagentes e da formação de novas ligações nos produtos. Esse fenômeno ocorre o tempo todo dentro de nós e ao nosso redor e, muitas vezes, nem percebemos.

Conhecer como as reações químicas ocorrem contribui não só para o desenvolvimento de novos materiais, como medicamentos, vacinas, combustíveis, eletrônicos, etc., mas também para a percepção do impacto causado por determinadas indústrias ao meio ambiente. Esse entendimento permite que a sociedade cobre um posicionamento dessas indústrias e também soluções para os problemas gerados por elas.

← Em um laboratório de pesquisa, profissionais observam e executam experimentos e registram suas observações. O uso de equipamentos de segurança nesses espaços é indispensável.



78

OUTRAS FONTES

PIATTI, Tania Maria; RODRIGUES, Reinaldo Augusto Ferreira. *Plásticos: características, usos, produção e impactos ambientais*. Maceió: Edufal, 2005 (Conversando sobre Ciências em Alagoas). Disponível em: https://usinaciencia.ufal.br/multimedia/livros-digitais-cadernos-tematicos/plasticos_caracteristicas_usos_producao_e_impactos_ambientais.pdf/view. Acesso em: 11 fev. 2022.

Distribuída pela Universidade Federal de Alagoas, a série *Conversando sobre Ciências em Alagoas* é composta de cadernos que tratam de temáticas atuais sobre ciências e é destinada a professores do componente curricular Ciências.

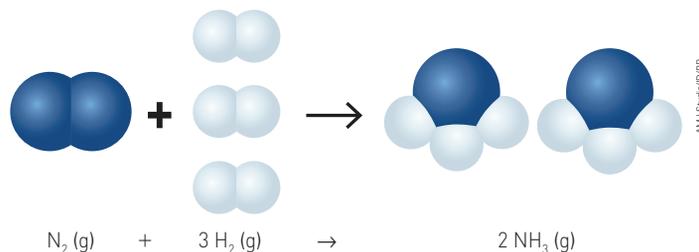
REAÇÕES QUÍMICAS NA INDÚSTRIA

As reações químicas possuem um papel relevante na história humana. A seguir, você vai conhecer algumas reações químicas relacionadas a processos industriais dos últimos dois séculos.

A PRODUÇÃO DA AMÔNIA

A **síntese da amônia**, também chamada de síntese de **Haber-Bosch**, refere-se a um processo hoje largamente utilizado na indústria e consiste na reação química entre os gases nitrogênio (N_2) e oxigênio (O_2), de acordo com a equação representada a seguir.

O processo foi desenvolvido em escala laboratorial pelo químico alemão Fritz Haber (1868-1934) e aprimorado industrialmente pelo químico industrial alemão Carl Bosch (1874-1940).



A representação das esferas segue os pressupostos do modelo atômico de Dalton. Analisando as estruturas de reagentes e produtos, é possível perceber o rearranjo de átomos. Para que esse rearranjo ocorra, as ligações químicas entre os átomos que formam os reagentes são quebradas e novas ligações são formadas nos produtos.

Observe ainda que, durante a transformação, há conservação de átomos, portanto, a massa do sistema também deve se conservar.

Como a amônia é matéria-prima fundamental para a obtenção de fertilizantes agrícolas, sua síntese está associada à produção de alimentos em quantidade suficiente para alimentar a população global. Contudo, durante a Primeira Guerra Mundial (1914-1918), a amônia também foi utilizada na produção de explosivos.

PROCESSOS DE OBTENÇÃO DE ALGUNS METAIS

Para obter o ferro e outros metais, é necessário, inicialmente, separar da rocha apenas o mineral em que o elemento metálico está presente. Esse processo reduz o volume de material que será transportado e facilita a extração do metal.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Ressalte que a química é a ciência que tem como objeto de estudo a matéria. Os químicos procuram investigar as propriedades, a estrutura e as transformações da matéria. Tais estudos estão intimamente correlacionados e se complementam. Não há como prever as transformações da matéria sem um estudo prévio de suas propriedades e de sua estrutura, por exemplo.
- Chame a atenção da turma para a representação do modelo de Dalton, como forma de ilustrar a síntese da amônia. É importante que os estudantes compreendam que, embora tenha sido substituído, esse modelo é apropriado para explicar o rearranjo de átomos, a conservação de massa e as proporções fixas e constantes entre as massas de reagentes e as de produtos nas transformações da matéria. Por isso, ainda hoje, é muitas vezes utilizado na representação de transformações.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Promova uma discussão com os estudantes sobre a importância, na história da humanidade, do desenvolvimento de técnicas de obtenção de metais a partir da transformação de seus minérios.
- Discuta com a turma as etapas envolvidas na produção industrial do ferro-gusa. Destaque a formação de escória nesse processo.
- Relembre à turma que o minério de ferro é uma mistura, ou seja, é constituído de inúmeras substâncias presentes em seu interior, e que sua composição depende da região de onde é extraído. Pergunte aos estudantes como seria a obtenção do ferro como substância pura.

DE OLHO NA BASE

O conteúdo das páginas 80 e 81 contribui para o desenvolvimento da habilidade **EF09CI02**, ao evidenciar reagentes e produtos em uma reação química. Além disso, a abordagem da obtenção de metais permite aos estudantes entrar em contato com processos da metalurgia, os quais demonstram a aplicabilidade do que foi analisado ao longo dos estudos de Ciências. Nesse contexto, dá-se continuidade ao desenvolvimento das competências específicas de Ciências da Natureza **2 e 3** (compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza) e das competências específicas **2 e 4**, no âmbito da indústria, do mundo do trabalho e das inovações tecnológicas. Por fim, o boxe *Valor*, na página 81, promove as competências gerais **1 e 6** (valorizar experiências culturais e a diversidade de saberes), ao tratar da preservação do patrimônio cultural e do acesso ao patrimônio construído ao longo dos séculos.

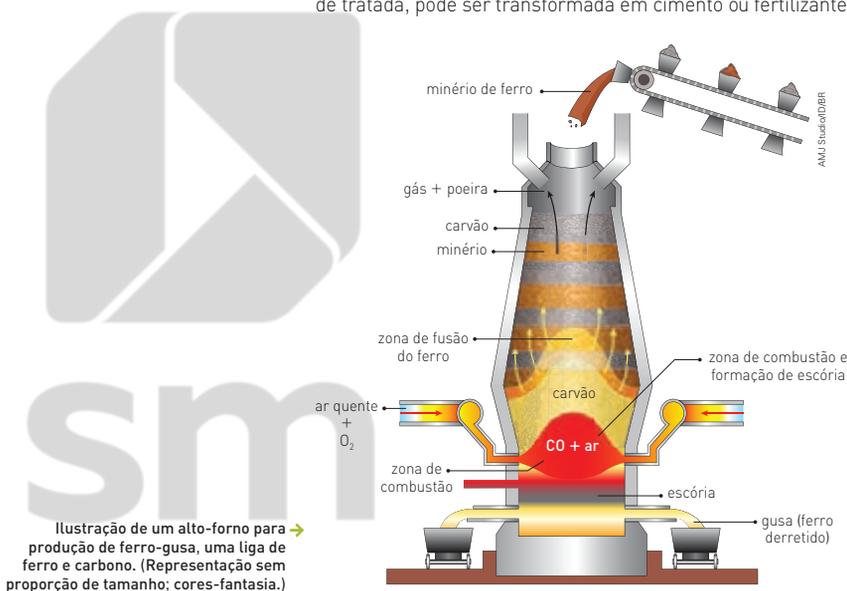
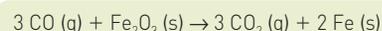
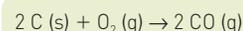


Ilustração de um alto-forno para produção de ferro-gusa, uma liga de ferro e carbono. (Representação sem proporção de tamanho; cores-fantasia.)

Obtenção do ferro

A matéria-prima para obtenção do ferro é o minério de ferro. O ferro está presente no minério de ferro de diferentes formas. Esse metal pode, por exemplo, estar ligado a átomos de oxigênio (Fe_2O_3). No processo de produção do metal, o minério passa por uma série de reações químicas em altas temperaturas.

No caso da extração industrial do ferro a partir da hematita, minério rico em Fe_2O_3 , as **reações químicas em altas temperaturas** ocorrem em fornos industriais (altos-fornos). De forma simplificada, o carvão (C) reage com o oxigênio (O_2) do ar em um processo denominado combustão incompleta, formando monóxido de carbono (CO). Este último reage com o óxido de ferro (III) (Fe_2O_3), presente no minério, levando à formação de ferro metálico (Fe) e de dióxido de carbono (CO_2). As equações a seguir mostram essas duas reações:



Como os minerais apresentam outras substâncias em sua constituição, durante o processo é comum ocorrer a formação de resíduos, que são chamados de **escória**. A escória de ferro, depois de tratada, pode ser transformada em cimento ou fertilizantes.

80

(IN)FORMAÇÃO

Obtenção do alumínio

A bauxita, rocha que deu nome ao minério de alumínio, foi identificada pela primeira vez em 1821, na localidade de Les Baux, no sul da França, por Berthier. Nessa época o metal alumínio ainda não era conhecido.

O alumínio é o mais abundante elemento metálico da Terra, sendo o mais moderno dos metais comuns, tendo sido isolado em 1825 e introduzido ao público em 1855. O seu desconhecimento, ao longo do tempo, deve-se ao fato de que, ao contrário de outros elementos metálicos (cobre ou ferro), ele não ocorre naturalmente em sua forma metálica, existindo sempre em combinação com outros elementos, principalmente o oxigênio, com o qual forma um óxido extremamente duro, conhecido como alumina.

[...]

Em 1808, Humphrey Davy conseguiu provar a existência do alumínio, dando-lhe este nome. Após este fato, em 1825, o físico alemão Hans Christian Örsted isolou pela primeira vez o metal, enquanto a primeira obtenção industrial do alumínio por via química foi realizada por Sainte-Claire Deville, em 1854.

[...]

Atualmente, para a obtenção do alumínio em escala industrial, a bauxita passa por um processo de moagem e, misturada a uma solução de soda cáustica, dá como resultado uma pasta que, aquecida sob pressão e recebendo uma nova adição de soda cáustica, se dissolve formando uma solução que passa por processos de sedimentação e filtração, que eliminam as impurezas.

Observa-se, então, que a alumina é o resultado do processamento químico da bauxita [...].

Obtenção do cobre

O cobre, assim como o ouro, pode ser encontrado na natureza em sua forma nativa, isto é, na forma de metal (Cu) não combinado com átomos de outros elementos químicos. No entanto, ele é encontrado principalmente na forma de minérios. A obtenção do metal cobre a partir do minério envolve reações denominadas reações de ustulação.

A **reação de ustulação** é aquela cujos reagentes obrigatórios são o gás oxigênio (O₂) e um sulfeto qualquer. Essa reação ocorre no interior de um forno especial, que faz passar uma corrente de ar quente na mistura. O sulfeto, nesse caso, está presente no próprio minério de interesse, a calcosita, cujo principal componente é o sulfeto de cobre (I), Cu₂S. Observe a reação que representa esse processo:

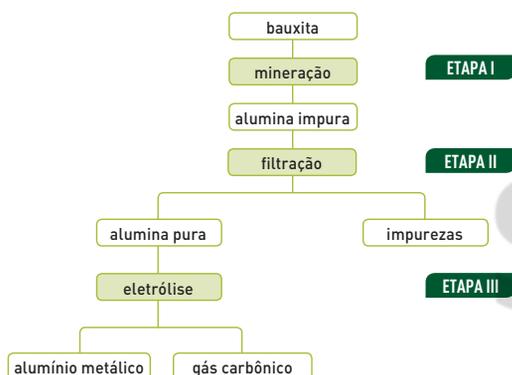


Após a reação de ustulação, o cobre ainda tem de passar por um processo de refino até atingir 99,9% de pureza.

O cobre é amplamente utilizado em sua forma pura, principalmente em equipamentos elétricos. Além disso, ele costuma ser usado na composição de ligas metálicas bastante empregadas pelo ser humano.

Obtenção do alumínio

O alumínio pode ser obtido do mineral bauxita, do qual se extrai o óxido de alumínio, chamado **alumina**. A alumina é transformada em alumínio metálico por meio de um processo denominado eletrólise. Depois, o alumínio metálico é purificado. O processo de produção do metal pode ser explicado pelo esquema a seguir.



PATRIMÔNIO CULTURAL

O patrimônio cultural de uma comunidade é constituído dos bens pertencentes a ela, que podem ser desde prédios até aspectos humanos, como a língua, as crenças e os costumes.

Desde seus primórdios, a humanidade utiliza diversos materiais para a confecção de objetos, como ferramentas, utensílios, armas e peças decorativas. Os metais e as ligas metálicas estão entre as matérias-primas empregadas na confecção desses objetos.

A restauração de objetos antigos revela dados importantes para a compreensão de como vivia certa comunidade em determinada época. Por meio desse método, é possível obter também informações sobre os processos usados para a confecção dos materiais, o que revela um pouco mais sobre os hábitos das pessoas que trabalharam com esses artefatos.

- Qual é a importância das técnicas de restauro e de preservação para a conservação do patrimônio cultural da humanidade?

Veja resposta em *Respostas e comentários*.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Explique aos estudantes que o cobre, por exemplo, pode ser encontrado na forma de substância simples, como metal ou combinado com átomos de outros elementos químicos. Isso pode ter contribuído para que o cobre tenha sido um dos primeiros metais a ser utilizado pelo ser humano. Solicite aos estudantes que pesquisem em livros ou em *sites* confiáveis a temperatura de fusão do cobre e a comparem com a de outros metais, como ferro, ouro, alumínio e chumbo. Pergunte à turma se há alguma relação entre a temperatura de fusão e a facilidade de moldar os metais. Espera-se que os estudantes apontem que sim e que, quanto maior a temperatura de fusão, mais difícil será moldar a peça.
- Comente com os estudantes que a produção de alumínio tem custo elevado, por exigir alto consumo de energia. Pergunte a eles onde é possível encontrar o alumínio no dia a dia e o porquê da importância da reciclagem desse metal.
- O texto da seção *(In)formação*, nas páginas 80 e 81 deste manual, traz mais informações sobre a produção industrial do alumínio.

Respeito às culturas

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

- Essas técnicas permitem que o patrimônio cultural seja preservado para as gerações futuras. Discuta com os estudantes sobre a importância da preservação de objetos para a construção da identidade cultural da humanidade.
- Peça aos estudantes, caso julgue oportuno, que façam uma breve pesquisa sobre os patrimônios culturais do Brasil.

Essa operação se realiza na refinaria, onde o minério é transformado em alumina calcinada, a qual posteriormente será utilizada no processo eletrolítico. Através de uma reação química, a alumina será precipitada através do processo de cristalização por semente. O material cristalizado é lavado e secado através de aquecimento para que o primeiro produto do processo de produção do alumínio, o óxido de alumínio de alta pureza, ou alumina (um pó branco e refinado), seja obtido.

[...]

O consumo de eletricidade para a produção de alumínio é altamente intensivo, porém vem decrescendo sistematicamente (enquanto, em 1940, a indústria consumia 24 000 KWh/t, as modernas fundições de hoje consomem 13 000 KWh/t).

Em termos dos volumes utilizados na sequência de obtenção do alumínio, são necessárias aproxi-

madamente 2,3 t de bauxita para a produção de 1 t de alumina, e 1,95 toneladas de alumina são necessárias para produzir 1 tonelada de alumínio no processo de redução.

MÁRTIRES, Raimundo A. C. Alumínio. *Balanço Mineral Brasileiro 2001*, Agência Nacional de Mineração, 2001. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/dnpm/publicacoes-economia-mineral/arquivos/balanco-mineral-brasileiro-2001-aluminio.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2022.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Destaque aos estudantes que as transformações químicas podem receber nomes distintos, dependendo do critério que se deseja enfatizar. Os termos eletrólise e fotólise se relacionam, respectivamente, à energia elétrica e à energia luminosa.
- Para a decomposição da água, é possível correlacionar os diferentes volumes de gases oxigênio e hidrogênio, observados na parte superior dos dois tubos de ensaio da foto do Livro do Estudante, à estequiometria da reação.

DE OLHO NA BASE

O conteúdo das páginas 82 e 83 dá continuidade à apresentação de processos que promovem o desenvolvimento da habilidade **EF09CI02**, evidenciando reagentes e produtos de reações químicas. Também promove as competências específicas de Ciências da Natureza **2 e 3** (compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza).



↑ A água oxigenada comercializada em farmácias contém, em sua composição, o peróxido de hidrogênio (H₂O₂). Para evitar ou reduzir a decomposição dessa substância, o líquido geralmente é armazenado em frascos escuros ou que dificultam a passagem de luz.



↑ Antes da eletrólise, os tubos de ensaio estão completamente cheios de água. Quando a bateria é conectada aos fios, ocorre a passagem de corrente elétrica pelo sistema e a energia fornecida pela bateria promove a decomposição da água nos gases oxigênio (à esquerda) e hidrogênio (à direita).

CLASSIFICAÇÃO DAS REAÇÕES

Para facilitar o estudo das reações químicas, os cientistas agruparam-nas, utilizando diferentes critérios. Um desses critérios diz respeito à produção (síntese) ou à decomposição dos materiais.

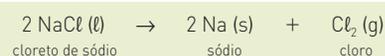
REAÇÕES DE SÍNTESE

Nas **reações de síntese**, duas ou mais substâncias reagem produzindo uma única substância. Observe os exemplos a seguir.



REAÇÕES DE DECOMPOSIÇÃO

Nas **reações de decomposição**, uma substância se decompõe formando duas ou mais substâncias. Observe os exemplos.



Dependendo do aspecto a ser enfatizado, as transformações podem receber outros nomes. Uma reação que ocorre pela ação da luz, como a decomposição do peróxido de hidrogênio, por exemplo, pode ser chamada de fotólise. Já a decomposição da água, que necessita de energia elétrica para ocorrer, é frequentemente conhecida como eletrólise da água.

A eletrólise da água

A água pode ser decomposta pela passagem de uma corrente elétrica através do sistema. Esse processo é chamado eletrólise. A imagem ilustra a aparelhagem utilizada para realizar esse processo.

Perceba que, para ocorrer a eletrólise da água, é necessário uma fonte de energia elétrica – no caso, a bateria.

Durante o processo, há formação dos gases oxigênio, em menor volume, e hidrogênio, em maior volume. A formação desses gases é evidenciada pelo surgimento de bolhas.

A decomposição da água e a formação de hidrogênio e oxigênio é representada pela equação química a seguir.



REAÇÕES EXOTÉRMICAS E ENDOTÉRMICAS

Certas classificações de reações químicas consideram a energia térmica absorvida ou liberada. Nesse caso, as transformações químicas podem ser classificadas em dois grupos: as reações que liberam energia, chamadas de **exotérmicas**, e as que absorvem energia, denominadas **endotérmicas**.

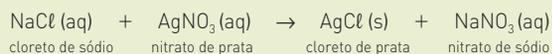


← A queima de madeira (A) é um exemplo de reação exotérmica, enquanto o cozimento de alimentos (B) é um exemplo de reação endotérmica.

REAÇÕES DE PRECIPITAÇÃO

Quando duas substâncias reagem formando um **precipitado**, ou seja, uma substância insolúvel em solvente, dizemos que ocorreu uma **reação de precipitação**.

A reação entre o cloreto de sódio e o nitrato de prata forma um sólido branco insolúvel em água, o cloreto de prata (AgCl).



As reações de precipitação apresentam muitas aplicações industriais, como no tratamento de efluentes. O sólido gerado pode ser coletado utilizando algum método de separação de misturas, como a filtração, a decantação ou a centrifugação.

REAÇÕES DE OXIRREDUÇÃO

As **reações de oxirredução**, também chamadas de redox, envolvem transferência de elétrons do átomo que sofre **oxidação** para aquele que sofre **redução**, ou seja, a substância que ganhou elétrons passou por uma reação de redução, e a substância que cedeu os elétrons passou por uma reação de oxidação.

Essas reações estão envolvidas em uma grande variedade de processos importantes, incluindo a respiração dos animais, a ação de alvejantes e a corrosão e a produção de metais.

Em qualquer reação de oxirredução, tanto a redução quanto a oxidação devem ocorrer simultaneamente.

A transferência de elétrons que ocorre durante as reações redox pode ser utilizada para produzir energia na forma de eletricidade.



↑ A bateria de níquel-cádmio utiliza esses dois reagentes para gerar eletricidade. Essa foi uma das primeiras baterias recarregáveis a serem desenvolvidas para os celulares. Atualmente, utiliza-se a bateria de íon-lítio.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Relembre os estudantes de que calor se refere ao fluxo de energia térmica ou à energia em movimento. Pergunte a eles qual é a sensação que eles têm ao aproximar as mãos de uma reação que libera energia (exotérmica) e de uma reação que absorve energia (endotérmica).
- Apresente aos estudantes alguns exemplos de reação de combustão e, com base nas evidências destacadas nos exemplos, comente que toda combustão é classificada como exotérmica.
- O texto da seção *(In)formação*, nesta página do manual, discute a espontaneidade dos processos de oxidação e de redução de metais.
- Ao tratar de uma reação de oxirredução, cite aos estudantes o processo de enferrujamento do ferro. Pergunte-lhes como é uma estrutura de ferro antes e depois da oxidação.
- Problematize a conservação de massa em uma reação de precipitação. Pergunte aos estudantes: “Há conservação de massa em uma reação de precipitação?”. É comum haver estudantes que tendem a pensar que a formação de um sólido aumenta a massa.

(IN)FORMAÇÃO

Corrosão × metalurgia

É fato conhecido que vários metais tendem a sofrer, com o passar do tempo, o fenômeno da corrosão. O ferro é, sem dúvida, o exemplo mais conhecido. Uma amostra desse metal, na forma de palha de aço, enferruja de um dia para o outro quando umedecida. Os químicos perceberam que o processo de corrosão de metais consiste essencialmente em uma reação química onde ocorre a oxidação do metal, processo em que a carga dos átomos do ferro é aumentada (oposto da redução).

A corrosão é, portanto, um processo natural que tende a oxidar os metais; exatamente o oposto da metalurgia, que visa reduzi-los. Os diversos metais conhecidos apresentam diferentes tendências para sofrer corrosão. Isso, por sua vez, se

acha estreitamente relacionado com a facilidade de reduzi-los a partir dos minérios.

Al Zn Fe Ni Sn Pb Cu Hg Ag Pt Au

← aumenta a facilidade de sofrer oxidação

[...] De fato, no caso do ferro, por exemplo, é como se a natureza preferisse que ele sofresse oxidação e, dessa forma, encontra-se na crosta terrestre com carga positiva. [...] O ser humano por sua vez utiliza processos para conseguir forçar sua redução, obtendo o ferro metálico. Uma vez obtido, devem ser tomadas as devidas providências para que ele não volte a se oxidar, ou seja, para não enferrujar.

CANTO, Eduardo Leite do. *Minerais, minérios, metais: de onde vêm? Para onde vão?* São Paulo: Moderna, 1996.

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

1. As reações podem ser classificadas, de acordo com diversos critérios, em reações de síntese, de decomposição, endotérmicas, exotérmicas, de precipitação ou de oxirredução. Podem ainda fazer referência ao tipo de energia envolvido, por exemplo, eletrólise (energia elétrica) ou fotólise (energia luminosa).
2. **a)** $4 \text{Ag} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{Ag}_2\text{O}$ – reação de síntese; reação redox ou de oxirredução.
b) $2 \text{KClO}_3 \rightarrow 3 \text{O}_2 + 2 \text{KCl}$ – reação de decomposição.
c) $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$ – reação de síntese.
d) $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{CaO}$ – reação de decomposição.
3. Compressa fria: transformações endotérmicas, pois a sensação de frio corresponde ao fluxo de energia térmica do meio para a reação; compressa quente: transformações exotérmicas, pois a sensação de calor corresponde ao fluxo de energia térmica liberado pela reação.
4. Retome os processos de produção de metais descritos nas páginas 80 e 81 do Livro do Estudante.
5. Entre as vantagens podemos citar: utilização de menor quantidade de energia; geração de empregos e de renda para inúmeros trabalhadores; redução da quantidade de bauxita explorada, o que, conseqüentemente, contribui para a preservação do ambiente.
6. Comente com os estudantes que a reação entre um ácido e uma base é chamada de neutralização. Esse é um exemplo de reação química em que não há evidência visual da sua ocorrência.

ATIVIDADES

1. Como as reações podem ser classificadas?
Veja resposta em Respostas e comentários.
2. Escreva as equações químicas balanceadas que representam os fenômenos descritos a seguir e classifique-as em reação de síntese ou de decomposição. **a), b), c) e d) Veja respostas em Respostas e comentários.**
 - a) Oxidação da prata (Ag), provocada pela reação do metal com o oxigênio do ar (O_2), levando à formação de óxido de prata (Ag_2O).
 - b) Clorato de potássio (KClO_3), quando aquecido, transforma-se em cloreto de potássio (KCl) e em oxigênio (O_2).
 - c) Formação de água, a partir da reação entre os gases hidrogênio e oxigênio.
 - d) Aquecimento do carbonato de cálcio (CaCO_3), levando à formação de óxido de cálcio (CaO) e de dióxido de carbono (CO_2).
3. Leia o texto a seguir e faça o que se pede.
Na falta de gelo ou de água quente, muitos atletas, quando sofrem contusões, recorrem a bolsas térmicas para evitar complicações mais sérias. Elas são, em geral, embalagens contendo em seu interior dois reagentes em compartimentos separados. Tensionando a embalagem, provoca-se o rompimento do compartimento que separa os dois reagentes e, dependendo do processo, observa-se aquecimento ou esfriamento do sistema.



- Classifique as transformações que ocorrem nessas bolsas em endotérmicas ou exotérmicas. Justifique sua resposta.
Veja resposta em Respostas e comentários.
4. A seguir, estão representadas as etapas do processo de obtenção de um metal. Ordene-as no caderno.
 - I. Dissolução em solventes apropriados.
 - II. Reações químicas a altas temperaturas.

III. Isolamento da substância que contém o metal de interesse.

IV. Separação do mineral contido nas rochas.

IV, I, II, III.

5. O alumínio é um dos materiais mais reciclados no Brasil. Com o metal reciclado, é possível compor diferentes objetos, como utensílios, latas e revestimentos de estruturas (aviões e navios).
 - Por que a reciclagem do alumínio é vantajosa em relação a seu processo de produção a partir da bauxita? Justifique sua resposta.
Veja respostas em Respostas e comentários.
6. Leia a descrição de uma transformação química e faça o que se pede.

Quando uma solução aquosa de ácido clorídrico (HCl) é adicionada a outra contendo hidróxido de sódio (NaOH), não são observados indicativos da ocorrência de transformação química no sistema, apesar de ocorrer a formação de cloreto de sódio (NaCl) e de água como produtos.

Contudo, se um termômetro for mergulhado no sistema, observaremos alteração na temperatura do sistema durante a transformação.



↑ (A) Temperatura no início da reação, após adição do reagente. (B) Temperatura depois de transcorrido certo tempo de reação.

ESTRATÉGIAS DE APOIO

Realize uma avaliação reguladora com o suporte da seção *Atividades*, a fim de analisar o conhecimento dos estudantes sobre o que foi trabalhado.

Caso eles apresentem dificuldade em relação às reações químicas abordadas no capítulo que têm aplicação na indústria, é interessante pesquisar e exibir vídeos ou documentários que reforcem o que foi estudado. Sobre as reações, é interessante traduzir para a linguagem química os processos mostrados em vídeos ou em animações. Depois, pode-se mostrar equações químicas de diferentes reações e pedir aos estudantes que as interpretem.

Avalie, então, se houve melhora na aprendizagem deles.

6. a) À medida que se adiciona HCl à solução básica, há aumento da temperatura.

b) $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl(aq)}$

a) Que tipo de mudança ocorre com a temperatura do sistema durante o processo?

b) Escreva a equação química que ocorre entre ácido clorídrico e hidróxido de sódio.

c) Classifique o processo em endotérmico ou em exotérmico. Justifique. **Processo exotérmico, pois libera calor.**

d) O que você imagina que deve ocorrer com a temperatura do sistema algum tempo depois do final da reação? Explique. **O sistema terá sua**

temperatura igualada à temperatura ambiente, ou seja, entrará em equilíbrio térmico.

7. A sequência de fotos a seguir ilustra o que ocorre quando o sulfato de cobre penta-hidratado, um sal cuja fórmula é representada por $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$, é aquecido.

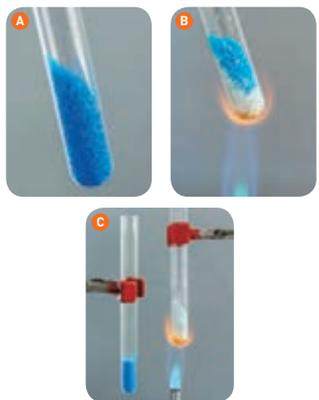
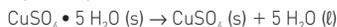


Foto: J. D. B. R.

O fenômeno é representado pela seguinte equação química:



No entanto, quando se adiciona água ao sólido branco obtido, este adquire novamente a coloração azul. Se colocarmos o sistema onde a reação está ocorrendo em contato com a palma de nossas mãos, detectaremos a elevação da temperatura.



Foto: J. D. B. R.

a) Elabore uma legenda para cada imagem apresentada na questão. **Veja resposta em**

Respostas e comentários.

b) Classifique o processo de aquecimento do sulfato de cobre penta-hidratado em endotérmico ou exotérmico. **Endotérmico.**

c) Escreva a equação química que representa o que ocorre quando água é adicionada ao produto do aquecimento. $\text{CuSO}_4 \text{ (s)} + 5 \text{H}_2\text{O (l)} \rightarrow \text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O (s)}$

d) O processo de adição de água ao sólido branco é classificado em endotérmico ou exotérmico? Justifique. **Exotérmico, pois ocasiona a elevação da temperatura.**

8. Leia o texto a seguir e faça o que se pede.

Quando uma tira de magnésio metálico é aproximada de uma chama acesa, é possível observar, quase que instantaneamente, um brilho intenso sendo liberado do sistema.



Foto: J. D. B. R.

Trata-se da combustão do magnésio (Mg), transformação em que o metal reage com o gás oxigênio (O_2), formando óxido de magnésio (MgO). Durante o processo, além de energia luminosa, ocorre liberação de grande quantidade de calor, o que resulta na elevação da temperatura do sistema.

a) Escreva a equação química balanceada que representa a combustão do magnésio.

b) Classifique a transformação em endotérmica ou exotérmica. **a) $2 \text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{MgO}$**

b) Exotérmica, pois libera calor.

7. a) Resposta pessoal. Exemplo: **A.** Sólido azul em tubo de ensaio. **B.** Durante o aquecimento, a cor do sólido passa de azul para branco. **C.** Mudança de cor do sólido ao final do aquecimento. **D.** Com a adição de água, o sólido branco adquire novamente a cor azul.

Comente com os estudantes que também existem sais cuja dissolução é um processo endotérmico.

8. Comente com os estudantes que a luz branca verificada na queima do magnésio emite luz ultravioleta, que pode danificar permanentemente a visão. Além disso, não se pode apagar as chamas da queima do magnésio com água, pois ela reagirá com o metal, formando gás hidrogênio, o que aumenta ainda mais a combustão. Para apagar a chama, deve-se usar areia.

DE OLHO NA BASE

As atividades desta seção promovem competências inerentes ao estudo da química, como a análise e a interpretação das transformações da matéria, as quais estão relacionadas às competências específicas de Ciências da Natureza **2** e **3**. A atividade **5** possibilita avaliar implicações na produção do alumínio e entender a reciclagem como processo sustentável e uma forma de promoção da consciência socioambiental, trabalhando a competência específica **5**.

HABILIDADE DESENVOLVIDA NO CAPÍTULO

(EF09CI02) Comparar quantidades de reagentes e produtos envolvidos em transformações químicas, estabelecendo a proporção entre as suas massas.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Antes de iniciar o capítulo, comente com os estudantes a imagem da abertura. Explore o fato de que o amadurecimento dos frutos é uma transformação química cuja rapidez é observável.
- Explique aos estudantes que os frutos liberam um gás denominado etileno, que está relacionado ao seu amadurecimento. Com base nesse fato, questione-os sobre a relação entre embalar frutos em papel-jornal e a aceleração de seu amadurecimento.
- Comente com os estudantes que o termo “rapidez” no texto desta página não se relaciona com o fato de as reações serem rápidas.
- Aproveite a questão de abertura do capítulo para estimular o protagonismo dos estudantes, incentivando a capacidade de reflexão e de argumentação deles.

DE OLHO NA BASE

O conteúdo das páginas 86 e 87 trabalha as competências específicas 2 e 3, em relação aos conceitos fundamentais e às estruturas explicativas das Ciências da Natureza.

Capítulo

3

CINÉTICA QUÍMICA

*Conhecer o tempo que os reagentes levam para se converterem em produtos é importante, por exemplo, nos processos industriais e no cálculo da validade de um produto alimentício.

PARA COMEÇAR

*Algumas transformações ocorrem muito rapidamente, outras podem levar séculos para ocorrer. Qual é a importância de investigar o tempo que os reagentes levam para que se convertam em produtos? **

↓ O amadurecimento de frutos, como o café, mostrado na foto, é um conjunto de reações químicas que pode ser observado em determinado intervalo de tempo. A rapidez com que cada amadurecimento ocorre pode ser alterada e influenciada por diferentes fatores.

comprimento (fruto): 1,5 cm



86

(IN)FORMAÇÃO

Prazo de validade

O que determina em quanto tempo o alimento deve ser consumido com segurança, ou seja, antes de causar problema de saúde ou ter seu gosto ou textura alterados, são os chamados “testes de vida de prateleira”.

Este estudo, que é feito em laboratório e a partir de pequenas amostras do produto, avalia sob que condições e em quanto tempo ele se deteriorará. Os testes são feitos em um ambiente com temperatura e umidade controladas, e as amostras são checadas regularmente.

[...]

Geralmente, os laboratórios já têm uma ideia da validade de determinado alimento utilizando como base produtos semelhantes, como o de um concorrente. O que eles precisam fazer é

checar, através desses testes, se a “previsão” é realmente verdadeira.

[...]

Durante os testes, os produtos não refrigerados são submetidos à temperatura mais alta que a registrada na cidade mais quente em que eles serão vendidos, por exemplo. Isso ajuda o fabricante a ter uma ideia de como o seu produto se comportará em condições extremas.

[...]

“Depois do prazo, não é mais possível garantir a integridade do alimento, mesmo que seja apenas um dia depois da data. Assim, não recomendamos o consumo”, diz Roger Barbosa, coordenador do curso de Engenharia de Alimentos da Unesp.

Quando se fala em integridade, não significa apenas que ele fará mal. Em alguns casos, o

COMO OCORREM AS REAÇÕES

Compreender como uma reação química ocorre é um importante campo de estudo das ciências e pode ter desdobramentos e aplicações práticas no cotidiano.

As transformações químicas, que acontecem a todo momento ao nosso redor, ocorrem em intervalos de tempo variados. Algumas são muito rápidas, como as reações de neutralização; outras, mais lentas, como a formação de ferrugem sobre a superfície de objetos metálicos ou, até mesmo, a formação do petróleo.

Com base no estudo da rapidez das reações, é possível compreender o que ocorre entre os estados inicial e final em uma transformação química. Para entender melhor o fenômeno, é preciso investigar os fatores que alteram a velocidade de determinada reação.

A **cinética química** é a área do conhecimento da Química que investiga a rapidez com que as transformações se processam, ou seja, observa-se um processo químico, discute-se por que ele ocorre tão rápido ou tão devagar, elaboram-se experimentos e realizam-se medidas, com o objetivo de elaborar modelos que possam explicar as taxas com que reagentes são convertidos em produtos sob determinadas condições.

alimento ainda se mantém dentro dos limites permitidos de microrganismos, mas sua textura já não é a mesma.

Como funciona o prazo de validade dos alimentos? *Tilt UOL*, 25 maio 2021. Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/ciencia/ultimas-noticias/redacao/2016/03/08/clique-ciencia-como-funciona-o-prazo-de-validade-dos-alimentos.htm?> Acesso em: 15 fev. 2022.

A RAPIDEZ DAS REAÇÕES QUÍMICAS

Ao longo da história, o ser humano, ainda que intuitivamente, tem executado procedimentos para intervir na rapidez das transformações químicas. Desde a Antiguidade, por exemplo, já se fazia uso de substâncias para preservar os alimentos: adicionavam-se sal à carne e vinagre a pepinos e a outros vegetais.

Com o desenvolvimento científico e tecnológico, inúmeros outros aditivos alimentares – substâncias adicionadas aos alimentos com o objetivo de preservá-los e de melhorar sua qualidade – foram produzidos e comercializados. Aqueles destinados à preservação são utilizados com o objetivo de retardar as transformações químicas que levam à deterioração dos alimentos.

Para poder interferir na rapidez das transformações, seja para acelerá-las, seja para retardá-las, é preciso investigar como as reações se processam, ou seja, o que ocorre entre o estado inicial e o estado final de uma transformação. As transformações pelas quais nosso organismo passa até chegar ao envelhecimento decorrem de reações químicas. Além dos exemplos já citados, a compreensão de diversos processos tem ajudado o ser humano a retardar o aparecimento de doenças associadas ao envelhecimento, aumentando, assim, a qualidade de vida da população.

Nesta obra, adotou-se a expressão **rapidez de reação** para indicar a quantidade de reagente consumido ou de produto formado em determinado intervalo de tempo.

REAÇÕES EXPLOSIVAS

Uma explosão é provocada por uma reação química que ocorre com grande rapidez. Em geral, as reações explosivas liberam grande quantidade de energia e dão origem a produtos gasosos. A rápida expansão de gases e o calor liberado na reação são responsáveis pela explosão.

As reações explosivas são utilizadas, por exemplo, na construção civil para implodir prédios.

foto: Shutterstock.com/DAER



87

OUTRAS FONTES

ZAPPE, Janessa Aline; SAUERWEIN, Inés Prieto Schmidt. O ensino de cinética química nos periódicos nacionais. *In: XVII Encontro Nacional de Ensino de Química (Eneq)*, 2016, Florianópolis. Anais [...]. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Química, 2016. Disponível em: <https://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R1385-1.pdf>. Acesso em: 11 fev. 2022.

Nesse artigo, as autoras propõem uma revisão bibliográfica de artigos relacionados à cinética química.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Estabeleça relações entre o conteúdo destas páginas com os conhecimentos prévios dos estudantes, questionando-os sobre as reações que eles já conhecem e com que rapidez elas ocorrem. O estudo da rapidez das reações químicas é importante nos processos industriais, na compreensão das reações que ocorrem nos seres vivos e dos problemas ambientais e na conservação dos alimentos.
- Você pode usar o texto sobre o prazo de validade dos alimentos, da seção *(In)formação* na página 86 deste manual, para contextualizar o estudo da rapidez das reações químicas.
- Aproveite a menção ao processo de envelhecimento humano para abordar a importância do respeito ao idoso e de sua valorização.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Retome com os estudantes o modelo de constituição da matéria, enfatizando que os materiais são constituídos de partículas e espaços vazios, que as partículas têm movimento (energia cinética) e que a esse movimento associamos uma energia: a energia térmica.
- Pergunte aos estudantes: “Como vocês relacionam o aumento da temperatura ao movimento das partículas?”.
- Antes de comentar a respeito da superfície de contato, solicite aos estudantes que pesquisem o prazo de validade de uma peça inteira de frios e o comparem com o prazo de validade de uma peça fatiada. Pergunte a eles quais seriam as razões para as diferenças encontradas.

DE OLHO NA BASE

O conteúdo das páginas 88, 89 e 90 dá continuidade ao desenvolvimento das competências específicas 2 e 3 (compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza). Na página 89, por exemplo, há o estudo da influência da concentração das substâncias na rapidez de uma reação.

FATORES QUE ALTERAM A RAPIDEZ DAS REAÇÕES QUÍMICAS

Para investigar a rapidez das reações, utiliza-se um modelo denominado **teoria das colisões**, cujo princípio básico, como o próprio nome diz, é o de que as partículas precisam colidir umas com as outras para uma reação química ocorrer.

Porém, para que os reagentes sejam convertidos em produtos, é necessário que haja quebras de ligações nos reagentes e formação de novas ligações nos produtos. Isso significa que não basta a simples colisão entre as partículas; é preciso que ocorra a colisão efetiva, ou seja, a colisão que leva à formação de produtos.

Então, podemos concluir que, quanto maior o número de colisões efetivas, maior a rapidez de determinada reação química.

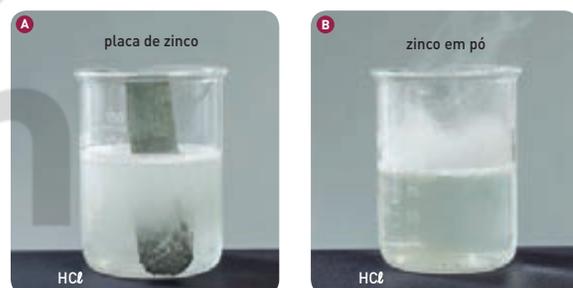
Acompanhe, a seguir, os fatores que podem aumentar o número de colisões efetivas e, conseqüentemente, a rapidez das transformações da matéria.



Superfície de contato

Quando modificamos o formato de um material, alteramos sua **superfície de contato**. Quanto maior for a superfície de contato, mais átomos ou moléculas estarão disponíveis para reagir, o que resultará em um aumento na rapidez da reação. Esse fenômeno é bastante comum no dia a dia e acontece, por exemplo, quando uma pessoa faz churrasco em casa: os grandes pedaços de carvão são quebrados para que a reação de combustão ocorra mais rapidamente. Outro exemplo é o do sabão utilizado em máquinas de lavar, vendido na forma de pequenos grãos, o que possibilita maior eficiência na limpeza das roupas, em relação ao sabão vendido em formato de barra.

Placa de zinco (A) e zinco em pó (B) adicionados, ao mesmo tempo, a uma solução aquosa de ácido clorídrico de mesma concentração. Note que a produção de gás e o consumo do metal são mais intensos na reação em que foi adicionado zinco em pó (B) do que naquela em que ele está em forma de placa.



Concentração dos reagentes

O termo **concentração** expressa a razão entre as quantidades de soluto e de solução.

Se adicionarmos duas peças de ferro a duas soluções aquosas de ácido clorídrico (HCl) de mesmo volume, porém com diferentes quantidades de ácido, observaremos que a reação ocorrerá mais rapidamente na solução que contiver maior quantidade de ácido, já que, em geral, quanto maior a concentração dos reagentes, maior a rapidez das transformações.

Segundo a teoria das colisões, o aumento da quantidade de reagentes, mantendo-se constante o volume de solução, deve contribuir para um maior número de colisões efetivas e, conseqüentemente, reduzir o tempo de reação.

Observe o experimento a seguir.



↑ Dois pregos são mergulhados, ao mesmo tempo, em soluções de sulfato de cobre (II) (fotos A e C). Após algum tempo, eles são retirados, também ao mesmo tempo. Observe a formação de cobre metálico na superfície dos pregos (fotos B e D). Perceba que o prego da solução mais concentrada apresenta uma quantidade maior de cobre metálico formado.

Apesar de as duas soluções de sulfato de cobre (II) terem praticamente o mesmo volume, na solução com menos sulfato de cobre (II) por volume de solução, ou seja, na solução mais diluída, há uma quantidade menor de partículas que constituem um dos reagentes da reação. Como a reação depende da interação entre as partículas reagentes, quanto menor a concentração da solução de sulfato de cobre (II), mais lentamente a reação ocorrerá.

Em geral, o aumento da concentração de um dos reagentes propicia que a reação química aconteça mais rapidamente. No entanto, existem situações em que a rapidez de uma reação não depende da concentração dos reagentes.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Pergunte aos estudantes o que eles entendem por concentração. É provável que eles expliquem usando como exemplo a concentração de sucos em pó. Se possível, traga embalagens de suco em pó para a sala de aula e coloque porções distintas do soluto em diferentes copos. Em seguida, complete o volume dos recipientes com água, de forma que todos os copos contenham o mesmo volume de solução. Discuta com os estudantes as diferentes colorações observadas em cada um dos copos. Espera-se que eles associem as intensidades das colorações observadas às concentrações do soluto distintas em cada um dos copos.
- Utilize as fotos apresentadas nesta página do Livro do Estudante para perguntar à turma qual solução azul é a mais concentrada.
- As fotos B e D devem ser comparadas de modo que os estudantes entendam que a quantidade de produto formado ao mesmo tempo é maior na situação retratada na foto B do que na situação retratada na foto D. Questione-os: “Se a quantidade formada fosse a mesma em ambas as situações, em qual delas o produto (cobre metálico) se formaria antes?”.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Promova uma discussão sobre a validade de produtos. Pergunte aos estudantes se eles costumam reparar na diferença do tempo de validade de alimentos prontos, dependendo do local de conservação (geladeira, freezer, etc.).
- Explique aos estudantes a importância da catálise, isto é, a quebra de substâncias no organismo, e comente que, no ser humano, ela ocorre por meio de enzimas.
- Existem inibidores que, em vez de acelerar uma reação, a retardam. Um exemplo disso é o uso de sucos ácidos para diminuir a oxidação das frutas abertas.
- Ao comentar com os estudantes o catalisador automotivo, aproveite para abordar o tema da educação para o trânsito, mencionando que o Código de Trânsito Brasileiro (CTB) dispõe, no artigo 103, que os veículos só poderão transitar atendendo aos requisitos e às condições de segurança estabelecidos no CTB e em normas do Conselho Nacional de Trânsito, o que inclui o dispositivo destinado ao controle de emissão de gases poluentes.
- Na *Atividade complementar*, nesta página do manual, espera-se que os estudantes relacionem a maior rapidez da dissolução ao aumento da temperatura.



↑ Para prolongar ao máximo a conservação de alimentos, é recomendável acondicioná-los no freezer ou, então, na prateleira mais alta da geladeira, onde a temperatura é mais baixa. Para frutas e verduras, porém, as prateleiras inferiores são as mais indicadas para acondicioná-las, pois nelas a temperatura é mais elevada, o que ajuda a preservar as propriedades naturais desses alimentos.



↑ Modelo de conversor catalítico de aço inoxidável utilizado em automóveis. O conversor contém os catalisadores que promovem a transformação de gases nocivos em outros gases.

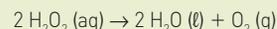
Temperatura

O processo de cozinhar um alimento ocorre mais rapidamente na panela de pressão, porque a água utilizada para cozinhar o alimento atinge temperatura superior à de uma panela convencional. Isso demonstra que a temperatura influencia a rapidez de uma reação, uma vez que o aumento da temperatura causa um aumento na agitação das partículas, permitindo maior número de colisões entre elas.

Para reduzir a velocidade de uma reação – por exemplo, nas reações envolvidas na decomposição de alimentos –, pode-se diminuir a temperatura colocando o alimento na geladeira ou no freezer.

Catalisadores

A água oxigenada comercializada em farmácias é uma solução aquosa de peróxido de hidrogênio, H_2O_2 . Na ausência de luz e de impurezas, o H_2O_2 decompõe-se lentamente, segundo a equação:



Contudo, se adicionarmos iodeto de potássio ao sistema, a decomposição ocorrerá com maior rapidez, evidenciada pela formação de bolhas. Ao final do processo, é possível recuperar o iodeto de potássio adicionado.

Substâncias com atuação semelhante à do iodeto de potássio, que alteram a rapidez de uma reação e podem ser recuperadas ao final do processo, são denominadas **catalisadores**. O processo que envolve um catalisador recebe o nome de **catálise**.

Como o catalisador é recuperado ao final do processo, parece que ele não participa da reação, o que não é verdade, uma vez que ele altera a rapidez da reação. Na realidade, os catalisadores sofrem transformações, mas são regenerados ao final do processo.

Catalisador de automóveis une tecnologia e preocupação ambiental

O catalisador automotivo [...] pode reduzir a emissão de gases poluentes em cerca de 95% a 98%.

[...]

Sem o uso dos catalisadores, a população estará exposta a uma enorme quantidade de gases poluentes, como o monóxido de carbono (CO), e terá uma incidência maior de problemas de saúde, principalmente relacionados ao sistema respiratório. [...]

“[...] Ao atravessar o catalisador automotivo instalado no escapamento do veículo, esses gases tóxicos são convertidos em vapores não tóxicos: nitrogênio (N_2), dióxido de carbono (CO_2) e vapor d'água” [...].

Stephanie Manchado. Catalisador de automóveis une tecnologia e preocupação ambiental. Revista *Meio filtrante*, n. 100, set./out. 2019. Disponível em: <https://www.meiofiltrante.com.br/Artigo/1744/catalisador-de-automoveis-une-tecnologia-e-preocupacao-ambiental>. Acesso em: 15 fev. 2022.

90

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

A INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NAS REAÇÕES QUÍMICAS

O experimento é simples e pode ser realizado em sala de aula. Inicie o assunto da influência da temperatura nas reações químicas com esse experimento. Reforce aos estudantes os cuidados necessários ao manipular água quente.

Objetivo

Estudar e demonstrar a influência da temperatura nas reações químicas.

Material

- 3 comprimidos efervescentes
- copos médios
- relógio ou cronômetro

- água levemente aquecida
- água à temperatura ambiente
- água gelada

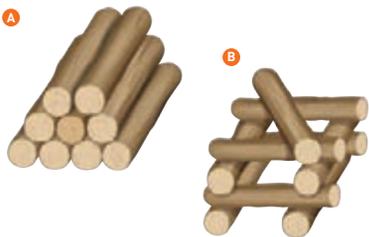
Como fazer

1. Adicione um comprimido efervescente a um copo com água levemente aquecida e registre no caderno o tempo que o comprimido leva para “desaparecer”.
2. Adicione o segundo comprimido efervescente a um copo com água à temperatura ambiente e registre no caderno o tempo que ele leva para “desaparecer”.
3. Adicione o terceiro comprimido efervescente a um copo com água gelada e registre no caderno o tempo que ele leva para “desaparecer”.

Questão para discussão

- Como você explica os resultados obtidos?

- Quais são os fatores que alteram a velocidade de uma reação química?
Veja resposta em Respostas e comentários.
- Um estudante adicionou uma placa de zinco a uma solução aquosa de ácido muriático (ácido clorídrico diluído em água) e observou um leve borbulhamento e desgaste da placa metálica.
 - Como esse estudante poderia acelerar o processo? **Veja resposta em Respostas e comentários.**
- Considere as ilustrações a seguir. As madeiras estão dispostas de forma a serem feitas duas fogueiras, lado a lado, e cada uma tem a mesma quantidade e o mesmo tipo de lenha.



Ilustrações: Renaldo Vignati/IDBR

- Em qual delas a rapidez da combustão da lenha será maior? Justifique sua resposta. **Veja resposta em Respostas e comentários.**
- Ao nível do mar, a água ferve a 100 °C. Nessas condições, um ovo é cozido em aproximadamente 5 minutos. No pico do monte Everest (8848 m), a água ferve a 70 °C.
 - Em qual situação o tempo de cozimento do mesmo ovo será maior, considerando que a quantidade de calor fornecida é a mesma? Explique seu raciocínio. **Veja resposta em Respostas e comentários.**
 - Leia o texto a seguir e faça o que se pede.

Para evitar a deterioração dos alimentos, muitas embalagens são hermeticamente fechadas sob nitrogênio ou uma quantidade de ar muito pequena. Além disso, nos rótulos de diversos produtos alimentícios embalados dessa forma encontramos, frequentemente, as seguintes informações:

 - Validade – 30 dias a contar da data de fabricação, se não for aberto.
 - Após aberto, deve ser guardado em geladeira e consumido em até 5 dias.
 - Contém antioxidante.

Pode-se dizer que o antioxidante é uma substância, colocada no produto alimentício, que reage “rapidamente” com o oxigênio.

- Explique a utilização de antioxidantes nesses alimentos.
 - Por que o prazo de validade diminui tanto depois da abertura da embalagem?
 - Por que se recomenda guardar o alimento em geladeira depois de aberto?
- a), b) e c) Veja respostas em Respostas e comentários.**
- Um comprimido efervescente foi adicionado a um copo contendo água a 25 °C. Observou-se efervescência (liberação de gás CO₂) durante aproximadamente 5 minutos após a adição do comprimido à água.
 - Caso a temperatura da água fosse 45 °C, a liberação de gás duraria mais ou menos tempo? Explique sua resposta.
 - Se o comprimido fosse triturado antes de ser adicionado à água, a rapidez do processo seria maior ou menor? Explique sua resposta.**a) e b) Veja respostas em Respostas e comentários.**
 - Leia o texto e, depois, faça o que se pede.

Um estudante dividiu um pedaço de palha de aço em três partes iguais e colocou-as em três tubos de ensaio distintos: 1, 2 e 3. Em seguida, adicionou:

- 20 mL de solução aquosa de ácido clorídrico no tubo 1;
- 10 mL de solução aquosa de ácido clorídrico e 10 mL de água no tubo 2;
- 5 mL de solução aquosa de ácido clorídrico e 15 mL de água no tubo 3.

Em todos os casos, ele acompanhou a reação pela formação de bolhas no sistema, decorrente da liberação de gás hidrogênio (H₂), e pelo aparecimento de coloração esverdeada na mistura reacional, indicativo da formação de cloreto de ferro (III) (FeCl₃).

- Sabendo que a palha de aço é constituída principalmente de ferro (Fe), escreva a equação química processada.
- Que observações o estudante deve ter registrado depois desses experimentos? Qual é a explicação para tais observações?
- Sugira dois procedimentos que possam resultar no aumento da rapidez da reação no tubo 3.

a), b) e c) Veja respostas em Respostas e comentários.

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

- Os fatores que alteram a velocidade de uma reação química são temperatura, superfície de contato, concentração dos reagentes e uso de catalisador.
- Aumentando a temperatura da solução ácida; aumentando a concentração do ácido (quantidade de ácido no mesmo volume de solução); quebrando a placa de zinco em pedaços (aumento da superfície de contato); utilizando um catalisador adequado ao processo.
- Na fogueira **B**, porque a disposição das toras oferece uma superfície de contato maior com a atmosfera.
- No Everest, o ovo levará mais tempo para cozinhar, pois a temperatura máxima atingida pela água é inferior àquela no nível do mar. Quanto maior a temperatura, maior a rapidez da reação (cozimento do ovo).
- a)** Os antioxidantes reagem com o O₂ do ar, evitando que esse gás deteriore o alimento. Quando todo o antioxidante reage, passa a ocorrer a reação entre o oxigênio e o alimento.

b) Quando a embalagem é aberta, o alimento entra em contato com o gás oxigênio do ar e com microrganismos responsáveis por sua deterioração.

c) Porque, em baixas temperaturas, as reações químicas que causam deterioração ocorrem com menor rapidez.
- a)** Menos tempo, pois a rapidez da reação é maior em temperaturas mais altas.

b) Maior, pois no comprimido triturado há maior superfície de contato entre os materiais reagentes.
- a)** $\text{Fe(s)} + 2\text{HCl(aq)} \rightarrow \text{FeCl}_2\text{(aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$. Ressalte que, ao equacionar uma reação química, é importante representar os estados físicos dos reagentes e dos produtos.

b) A rapidez da reação será tubo 1 > tubo 2 > tubo 3, porque a adição de água provoca a diminuição da concentração do ácido e, conseqüentemente, a redução na velocidade da reação.

c) 1: aquecer o sistema; 2: expandir a superfície da palha de aço, permitindo maior contato com a solução ácida.

91

ESTRATÉGIAS DE APOIO

Utilize as atividades para realizar uma avaliação reguladora do processo desenvolvido ao longo do estudo deste capítulo.

Com os estudantes que apresentarem dificuldade, refaça o experimento com os comprimidos efervescentes usando comprimidos triturados e comprimidos inteiros, de modo que eles possam analisar a influência da superfície de contato na rapidez de uma reação. Peça a eles que expliquem esse resultado oralmente, com base no modelo de choque de partículas.

Depois, avalie se houve ganho no aprendizado dos estudantes e se ainda há pontos a ser trabalhados.

DE OLHO NA BASE

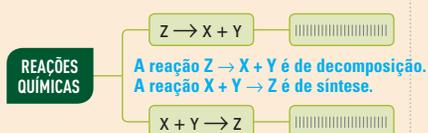
A seção *Atividades* desenvolve as competências específicas de Ciências da Natureza **2** e **3**, ao tratar de conceitos fundamentais e estruturas explicativas da Química. A atividade **5**, por exemplo, promove o protagonismo dos estudantes, constante da competência específica **3**, na medida em que propõe uma situação-problema para a qual eles precisam analisar, compreender e explicar fenômenos. A atividade **7**, por sua vez, promove a habilidade **EF09CI02**, ao solicitar aos estudantes que escrevam a equação balanceada, identificando reagentes e produtos em uma reação química.

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

1. Reforce que essa classificação é feita com base na quantidade de substâncias que são reagentes ou produtos.
2. a) No processo I ocorre a decomposição da água e no II, a vaporização.
b) Em I, em que ocorre uma transformação química.
c) Ambos são endotérmicos. Comente que a reação I é uma eletrólise, que só ocorre com fornecimento de energia elétrica, e a reação II é de evaporação.
3. a) Sódio e gás cloro: substâncias simples; cloreto de sódio: substância composta.
c) Para fazer o cálculo deve ser aplicada a lei de Proust. A quantidade de sódio equivale a 2,48 vezes a quantidade inicial, e a quantidade de cloro equivale a 3 vezes a quantidade inicial. Como deve ser usado o reagente limitante, a quantidade de cloreto de sódio obtida é de $2,48 \cdot 117 = 290$ g.
4. a) Caso queira demonstrar essa reação em laboratório, faça isso em uma capela, pois a reação produz gases tóxicos.
c) A massa deve diminuir no tubo, pois o sistema é aberto e ocorre formação de gases como produtos da reação.
5. a) A cal virgem é um óxido, o qual, na presença de água, sofre uma reação, deixando o meio básico. Assim, as hortênsias ficarão cor-de-rosa.
b) A acidez do solo do canteiro poderia ser maior que a acidez do solo de onde as hortênsias foram retiradas ou a área está sujeita à forte ação de chuva ácida.
6. Resposta pessoal. Incentive os estudantes a desenhar os átomos como uma representação do modelo de Dalton (bolas): ao representar a temperatura, que a associem a um grau de agitação maior; ao representar a concentração, que desenhem muitas bolas; ao representar a superfície de contato, alerte-os para que não representem moléculas menores, pois elas não diminuem de tamanho.
7. Um óxido básico é classificado como a substância que, na presença de água, sofre uma reação, deixando o meio básico.
8. Comente com os estudantes que todo ácido libera íons H^+ em solução.

ATIVIDADES INTEGRADAS

1. Copie o esquema no caderno e classifique as reações químicas.



2. As equações I e II a seguir representam processos distintos.
I. $2 H_2O(l) \rightarrow 2 H_2(g) + O_2(g)$
II. $H_2O(l) \rightarrow H_2O(g)$
a) Explique os processos representados.
b) Em qual dos processos ocorre quebra de ligações químicas e rearranjo de átomos?
c) Classifique os processos em endotérmicos ou exotérmicos.
a), b) e c) Veja respostas em Respostas e comentários.
3. Cloreto de sódio ($NaCl$) pode ser obtido a partir da reação entre sódio metálico (Na) e gás cloro (Cl_2), em um processo que ocorre com liberação de energia térmica e pode ser representado como: **a) Veja resposta em Respostas e comentários.**
 $2 Na(s) + Cl_2(g) \rightarrow 2 NaCl(s)$
a) Classifique as substâncias envolvidas no processo em simples ou compostas.
b) Como essa reação pode ser classificada?
c) Para a obtenção de 117 g de cloreto de sódio, são necessários 46 g de sódio e 71 g de gás cloro. Determine a massa de cloreto de sódio que pode ser obtida da reação entre 114 g de sódio e 213 g de cloro. **290 g**
3. b) Reação de síntese, exotérmica.
4. Observe a ilustração e faça o que se pede.



4. a) **Endotérmico, pois absorve a energia térmica proveniente da chama.**

- a) Classifique o processo representado em endotérmico ou exotérmico.
 - b) Sabendo que, além dos gases ilustrados no esquema, ao final do processo restará no tubo de ensaio óxido de ferro (III) (Fe_2O_3), escreva a equação química que representa o fenômeno: **$2 FeSO_4 \rightarrow Fe_2O_3 + SO_2 + SO_3$; reação de decomposição.**
 - c) A massa de sólido no tubo de ensaio deve variar ou permanecer constante durante a transformação? Justifique.
Veja resposta em Respostas e comentários.
5. As flores de algumas plantas apresentam colorações distintas, de acordo com o pH do solo em que são cultivadas. As hortênsias (*Hydrangea macrophylla*) apresentam flores em tons de rosa em solos alcalinos e azuis em solos ácidos.



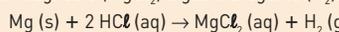
- a) Um jardineiro adicionou cal virgem (óxido de cálcio) ao canteiro de um jardim. Que coloração as hortênsias cultivadas nesse jardim devem apresentar? Justifique sua resposta.
 - b) Uma pessoa transferiu hortênsias em tons de rosa de um vaso para o canteiro de sua casa. Observou, após algumas semanas, que as flores haviam se tornado azuis. Como se pode explicar esse fenômeno?
a) e b) Veja respostas em Respostas e comentários.
6. Utilize desenhos para representar três fatores que influenciam a rapidez das reações químicas. **Veja resposta em Respostas e comentários.**
 7. O que determina que uma substância seja classificada em um óxido básico?
Veja resposta em Respostas e comentários.
 8. Ao analisar uma solução, um estudante constatou que ela apresentava uma quantidade considerável de íons H^+ e Cl^- .
 - Nessa condição, a solução é classificada em ácida, básica ou neutra? Justifique sua resposta.
A solução terá caráter ácido, pelo excesso de H^+ .

92

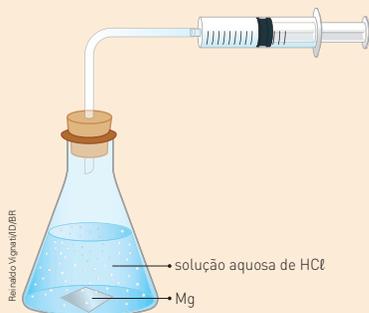
DE OLHO NA BASE

Nesta seção, as atividades 3, 4 e 9 promovem a habilidade **EF09CI02** (comparar reagentes e produtos em uma reação química). Em relação às competências, essas atividades promovem as competências específicas 2 e 3, ao tratar de conceitos fundamentais e estruturas explicativas das ciências. A atividade 6 promove a utilização de diferentes linguagens (nesse caso, as representações não verbais), constante da competência geral 4 e da competência específica 6. Por fim, a atividade 13 promove a consciência socioambiental, trabalhando a competência específica 5, e a atividade 14 desenvolve as competências gerais 3, 6 e 9, no sentido da valorização cultural.

9. Magnésio (Mg) reage com solução aquosa de ácido clorídrico (HCl), formando cloreto de magnésio (MgCl₂) e gás hidrogênio (H₂).



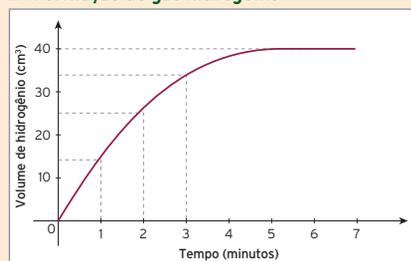
É possível medir a rapidez de formação do gás resultante, utilizando um equipamento como o representado a seguir.



O gás formado desloca o êmbolo da seringa, sendo o volume de gás registrado de tempos em tempos.

Um estudante, ao investigar essa reação específica, utilizando um equipamento como o representado, esboçou o seguinte gráfico:

Formação de gás hidrogênio



Qual seria o aspecto da curva caso o estudante:

- utilizasse solução aquosa ácida de menor concentração?
 - substituísse a placa de magnésio por raspas do metal? **a) e b) Veja respostas em Respostas e comentários.**
10. Descreva com suas palavras como ocorre o processo de obtenção do ferro.
Veja resposta em Respostas e comentários.

11. Uma solução que contém uma quantidade considerável de íons OH⁻ e Na⁺ pode ser classificada em ácida, básica ou neutra? Justifique sua resposta. **O meio pode ser classificado como básico, pois há excesso de OH⁻.**

12. Leia o texto a seguir e responda à questão. Atualmente, existe muita pesquisa para utilizar troncos de árvore como matéria-prima na produção de plásticos e de outros compostos que são, geralmente, provenientes do petróleo.

Para isso, a madeira é cozida em uma mistura de água e álcool a elevadas temperatura e pressão, até que a madeira seja quebrada em seus componentes primários, lignina e celulose.

A lignina fica dissolvida no caldo, sendo extraída em momento posterior, enquanto a celulose permanece sólida. Cada um desses materiais é depois destinado a outras rotas, gerando produtos diversos.

- Qual é o método utilizado para separar a lignina da celulose? **A lignina será separada da celulose por filtração.**

13. Leia o texto a seguir e responda à questão.

Emissão de poluentes no ar diminuiu 7% por causa de pandemia

[...] Segundo levantamento do Projeto Carbono Global, organizado pelas Nações Unidas, a emissão de dióxido de carbono diminuiu 7% mundialmente. Essa foi a maior queda já registrada.

Juliana Faddul. Emissão de poluentes no ar diminuiu 7% por causa de pandemia. *CNN Brasil*, 11 dez. 2020. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/internacional/emissao-de-poluente-no-ar-diminuiu-7-por-cao-de-pandemia/>. Acesso em: 25 mar. 2022.

- A menor concentração desses gases na atmosfera contribui para a diminuição de um grave problema ambiental. Que problema é esse? **Veja resposta em Respostas e comentários.**

14. Vimos que a química pode ser utilizada como ferramenta para a preservação de objetos e de monumentos de valor cultural.

- Em sua opinião, qual é o papel da química no respeito às culturas?

Veja resposta em Respostas e comentários.

9. a) A diminuição da concentração de ácido faria a reação se processar mais lentamente. A curva toda seria deslocada para a direita, de modo que o tempo decorrido seria maior.

b) Com o aumento da superfície de contato, a reação ocorreria mais rapidamente. A curva seria deslocada para a esquerda, de modo que o volume máximo de 40 cm³ de hidrogênio seria atingido em menor intervalo de tempo.

10. Resposta pessoal. Os estudantes devem rever o texto sobre produção do ferro nas siderúrgicas e citar que:

- o minério é extraído das rochas;
- o processo ocorre a altas temperaturas em equipamentos denominados altos-fornos;
- os altos-fornos são alimentados com carvão e a transformação ocorre em duas etapas: combustão incompleta do carvão e reação entre monóxido de carbono e óxido de ferro, produzindo ferro metálico e dióxido de carbono.

11. Comente com os estudantes que toda base libera íons OH⁻ em solução.

12. Comente com os estudantes que os principais componentes da madeira são a celulose, usada para fabricar papel, e a lignina.

13. O problema ambiental que será diminuído é a chuva ácida, decorrente do aumento da concentração de SO₂. O aumento das concentrações de CO₂ está associado ao aquecimento global.

Respeito às culturas

14. Resposta pessoal. Espera-se que o estudo da Química possibilite aos estudantes uma visão crítica do mundo que os cerca, a fim de que possam analisar, compreender e utilizar esse conhecimento no cotidiano, tendo condições de perceber situações que contribuam para a preservação de bens e de patrimônios culturais e interferir, em caso de desrespeito a eles.

ESTRATÉGIAS DE APOIO

A seção *Atividades integradas* serve de apoio à realização de uma avaliação final dos estudantes para o conteúdo desta unidade.

Avalie se os estudantes efetivamente estabelecem relações entre os três capítulos da unidade, associando os conceitos de classificação de substâncias, reações químicas e fatores que influenciam a rapidez de uma reação química.

Para estudantes que apresentarem dificuldade de assimilação do conteúdo, sugere-se a seguinte atividade, de modo que eles a efetuem com consulta ao livro-texto: peça a eles que esquematizem a ionização do ácido clorídrico e a dissociação do hidróxido de sódio. Na sequência, solicite que desenhem uma solução de ácido clorídrico mais concentrada e uma menos concentrada.

Por fim, peça que ilustrem a reação de neutralização entre as espécies citadas: ácido clorídrico mais concentrado + hidróxido de sódio; ácido clorídrico diluído + hidróxido de sódio. Questione em qual esquema a reação ocorreria mais rapidamente e se haveria diferença na quantidade de produto formado.

Retome os pontos frágeis identificados e avalie se foram equacionados.



Capítulo 1 – Classificação das substâncias

- Reconheço a necessidade de classificação das substâncias?
- Identifico as principais características de substâncias classificadas em ácidos, bases, sais e óxidos?
- Sou capaz de identificar soluções ácidas e básicas com a utilização de indicadores ácido-base?
- Sou capaz de prever quando ocorre uma reação de neutralização?
- Aplico o conhecimento sobre soluções ácidas e básicas no meu dia a dia?
- Reconheço a relação entre reações químicas e expressões culturais de povos tradicionais?

Capítulo 2 – A química das reações

- Defino corretamente transformações químicas?
- Reconheço a importância da compreensão das transformações químicas?
- Compreendo os processos de obtenção dos metais ferro, cobre e alumínio?
- Diferencio equações de síntese e de decomposição?
- Diferencio reações endotérmicas e exotérmicas?
- Reconheço o que caracteriza as reações de precipitação e de oxirredução?
- Reconheço que o entendimento sobre as reações químicas mudou ao longo da história da ciência?
- Reflito sobre a importância da preservação e da conservação do patrimônio cultural da humanidade?

Capítulo 3 – Cinética química

- Compreendo o modelo que busca explicações para a rapidez das transformações químicas?
- Explico a influência da temperatura, da superfície de contato e da concentração de reagentes na rapidez das reações químicas?
- Compreendo como os catalisadores influenciam a rapidez das transformações químicas?



OBJETIVOS

Capítulo 1 – Introdução ao estudo das ondas

- Entender o conceito de onda e perceber a propagação de energia como sua principal característica.
- Compreender algumas propriedades das ondas.
- Analisar o espectro eletromagnético, percebendo as diferentes aplicações das ondas eletromagnéticas.
- Relacionar ondas mecânicas com o transporte de energia mecânica.
- Perceber a importância de ser solidário com pessoas com algum tipo de limitação.

Capítulo 2 – Som

- Entender que a onda sonora é uma onda mecânica.
- Diferenciar ultrassom de infrassom.
- Compreender o que é intensidade, timbre e altura de uma onda sonora.
- Perceber que a poluição sonora pode causar problemas de saúde.
- Estudar as características das ondas sonoras por meio de experimento.

Capítulo 3 – Luz

- Reconhecer a luz como uma onda eletromagnética.
- Identificar os princípios de propagação da luz.
- Analisar fenômenos ópticos cotidianos: reflexão, refração, dispersão e absorção.
- Relacionar luz e cor.
- Reconhecer o desenvolvimento científico como um processo contínuo em que diversas pessoas colaboram.

JUSTIFICATIVA

O capítulo 1 visa desenvolver aspectos introdutórios conceituais e algumas propriedades das ondas e contextualizá-los por meio de exemplos práticos do cotidiano, a fim de contribuir para que os estudantes reconheçam a relevância das ondas. O capítulo 2, por sua vez, enfatiza a importância das ondas sonoras e suas características, propiciando aos estudantes, por exemplo, que relacionem a intensidade da energia das ondas aos impactos da poluição sonora na saúde das pessoas. Por fim, o capítulo 3 destaca o fenômeno da luz como onda eletromagnética e aborda os princípios pelos quais a luz se propaga, possibilitando aos estudantes considerar a importância desse fenômeno tanto no âmbito individual quanto no social. Ao ressaltar experimentos históricos envolvidos na construção do conhecimento sobre a luz, os estudantes reconhecem a relevância da colaboração humana na produção científica.

SOBRE A UNIDADE

Os princípios físicos estudados nesta unidade estão relacionados a diferentes fenômenos do dia a dia: tudo o que ouvimos e enxergamos se deve à percepção de ondas sonoras e luminosas, respectivamente. O funcionamento de aparelhos utilizados no cotidiano, como os fornos de micro-ondas, os controles remotos e os celulares, também depende das ondas. Esta unidade se dedica, como mencionado nos objetivos e na justificativa, ao estudo das ondas e, tendo em vista a habilidade **EF09CI06**, discute, entre outros assuntos, as características das ondas, as ondas mecânicas e eletromagnéticas e as aplicações tecnológicas relacionadas ao conhecimento a respeito das ondas. A unidade também trata da relação das ondas sonoras com a nossa comunicação e explica como as percebemos, em um processo que envolve as orelhas e o sistema nervoso. Isso possibilita uma abordagem sobre o impacto da poluição

sonora na saúde. Além disso, são desenvolvidas questões relacionadas à inclusão e à empatia, visando ao exercício da cidadania e ao desenvolvimento integral dos estudantes. A energia luminosa é também objeto de estudo desta unidade. Os princípios de propagação da luz, os fenômenos ópticos e a formação das cores e das sombras são conteúdos que envolvem os princípios básicos da visão e a percepção de formas e cores, e seu estudo propicia o desenvolvimento da habilidade **EF09CI04**. Por fim, a unidade desenvolve as competências gerais da Educação Básica **1, 2, 3, 5, 8, 9 e 10** e as competências específicas de Ciências da Natureza **1, 2, 3, 5, 6, 7 e 8**, no que se refere a conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza, bem como à construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva, à diversidade humana, aos princípios solidários e ao respeito ao outro, com acolhimento e valorização das potencialidades de cada indivíduo e sem preconceitos de qualquer natureza.

MAPA DA UNIDADE

CONTEÚDOS	BOXES/SEÇÕES ESPECIAIS	HABILIDADES	COMPETÊNCIAS	TCTS
CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO AO ESTUDO DAS ONDAS				
<ul style="list-style-type: none"> • Ondas • Pulso de onda e onda periódica • Ondas transversais e ondas longitudinais • Amplitude e velocidade de propagação • Frequência, período e comprimento de onda • Ondas eletromagnéticas • Ondas mecânicas 	BOXE VALOR Dia Nacional do Surdo promove luta pela inclusão dos surdos na sociedade	(EF09CI06)	(CGEB1) (CGEB8) (CGEB9) (CGEB10) (CECN2) (CECN3) (CECN5) (CECN7) (CECN8)	
CAPÍTULO 2 – SOM				
<ul style="list-style-type: none"> • Energia sonora • Infrassom e ultrassom • Velocidade do som • Características da onda sonora • Variação da energia sonora • Eco • Fala e audição 	PRÁTICAS DE CIÊNCIAS Investigando as ondas sonoras numa garrafa		(CGEB2) (CGEB8) (CECN2) (CECN3) (CECN7)	Processo de envelhecimento, respeito e valorização do idoso
CAPÍTULO 3 – LUZ				
<ul style="list-style-type: none"> • Princípios da propagação da luz • Fenômenos ópticos: reflexão, refração, dispersão e absorção • Luz e sombra • Câmara escura de orifício 	PRÁTICAS DE CIÊNCIAS A composição das cores CIÊNCIA DINÂMICA A natureza da luz	(EF09CI04) (EF09CI06)	(CGEB1) (CGEB2) (CGEB3) (CGEB5) (CGEB8) (CGEB9) (CGEB10) (CECN1) (CECN2) (CECN3) (CECN5) (CECN6) (CECN7) (CECN8)	

ONDAS

As ondas podem ser observadas na superfície da água de lagos, rios e oceanos. Existem, porém, outros tipos de onda, essenciais para o mundo atual.

Nesta unidade, você vai aprender um pouco mais sobre as propriedades das ondas e entender suas aplicações.

CAPÍTULO 1
Introdução ao
estudo das ondas

CAPÍTULO 2
Som

CAPÍTULO 3
Luz

PRIMEIRAS IDEIAS

1. Em sua opinião, o que é uma onda? *Resposta pessoal.*
2. De que maneira você imagina que o som se propaga? *Resposta pessoal.*
3. Que fenômenos ópticos podem ocorrer quando a luz atinge um objeto? *Os fenômenos da reflexão, absorção, refração e dispersão.*
4. Como são compostas as diferentes cores que conhecemos? *Cada cor equivale a um comprimento de onda diferente, reconhecido pela visão.*

PRIMEIRAS IDEIAS

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Na atividade 1, note se, entre as respostas dadas pelos estudantes, há a menção de que a onda é uma perturbação no meio em que se desloca, movimentando energia, mas não matéria. Utilize esse momento para realizar uma avaliação inicial sobre o que os estudantes conhecem a respeito do tema desta unidade.
- Na atividade 2, observe se, entre as respostas, os estudantes citam que o som se propaga em forma de ondas e que ele é uma onda mecânica.
- Na atividade 3, é possível que os estudantes mencionem apenas a reflexão da luz, uma vez que esse fenômeno é muito comum.
- Na atividade 4, se julgar pertinente, chame a atenção dos estudantes para o fato de que a resposta deve levar em consideração a faixa visível do espectro eletromagnético, ou seja, a cor-luz que é emitida por objetos como lanternas e monitores, por exemplo.
- Analise as respostas dadas pelos estudantes, a fim de verificar se será necessário realizar atividades que sirvam de base para introduzir o conteúdo desta unidade, dedicar um tempo maior para trabalhar o conteúdo do primeiro capítulo e até mesmo programar mais atividades para aprofundar o conhecimento sobre o conteúdo.

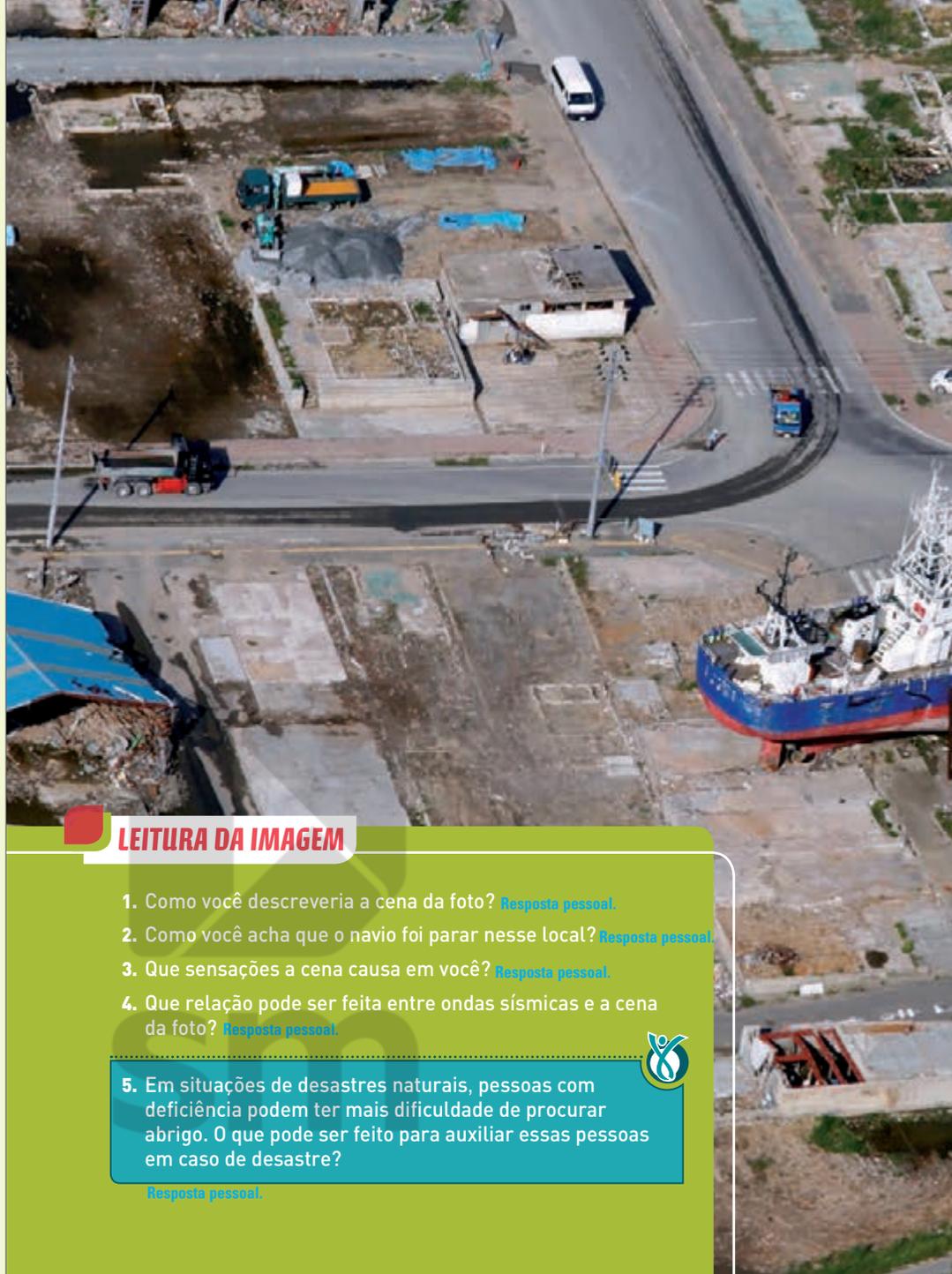
LEITURA DA IMAGEM

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

1. A foto mostra um navio no meio de uma cidade, sem nenhum mar ou rio próximo que justifique como ele chegou ao local. Peça aos estudantes que atentem para os diversos sinais de devastação da cidade, como as fundações de construções aparentes e a ausência de pessoas.
2. É possível que alguns estudantes relacionem a presença do navio ao deslocamento causado por um *tsunami*.
3. Os estudantes podem mencionar sensações de estranhamento, de surpresa, entre outras.
4. Se os estudantes associarem o deslocamento do navio a um *tsunami*, identifique com eles outros efeitos que esse tipo de onda pode provocar. *Tsunamis* geralmente são causados por terremotos submarinos. Essas ondas sísmicas provocam o deslocamento de grandes massas de água e, conseqüentemente, a formação de ondas gigantes que invadem a plataforma continental. O grande volume de água carrega consigo diversas estruturas que estão nos mares, como navios.

Solidariedade com pessoas com algum tipo de limitação

5. É possível citar como exemplos: auxílio nos deslocamentos; criação de uma rede de aviso e resgate; medidas de acessibilidade para rotas de fuga e abrigos.



LEITURA DA IMAGEM

1. Como você descreveria a cena da foto? [Resposta pessoal.](#)
2. Como você acha que o navio foi parar nesse local? [Resposta pessoal.](#)
3. Que sensações a cena causa em você? [Resposta pessoal.](#)
4. Que relação pode ser feita entre ondas sísmicas e a cena da foto? [Resposta pessoal.](#)

5. Em situações de desastres naturais, pessoas com deficiência podem ter mais dificuldade de procurar abrigo. O que pode ser feito para auxiliar essas pessoas em caso de desastre?

[Resposta pessoal.](#)





base: Kirof/Reuters/Popoarena

Paisagem da cidade de Kesennuma, Japão. Foto de 2011.

97

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Destaque aos estudantes que não há nenhum corpo de água no local retratado na foto e que o navio não foi construído nesse local.
- Mostre à turma que o comprimento do navio é aproximadamente o de um quarteirão da área. Assim, destaque o tamanho e a massa do navio, para que os estudantes tenham ideia da intensidade da força necessária para deslocá-lo.
- Explique à turma que o estudo das ondas permite entender o funcionamento de muitos instrumentos e equipamentos que usamos em nosso cotidiano.
- Incentive os estudantes a levantar suposições e a fazer generalizações sobre como seria ficar um dia sem receber ou emitir nenhuma onda.
- Muitas vezes, estudantes que têm algum tipo de deficiência se sentem excluídos de determinadas atividades ou incomodados com certas atitudes dos colegas. Nesse contexto, círculos de conversa podem incentivá-los a expressar seus sentimentos e a dizer como foram afetados, caso se sintam à vontade. A turma poderá desenvolver um plano para reparar os danos e evitar que isso se repita. Restaurar sentimentos e incentivar relacionamentos positivos são duas premissas da cultura de paz.

HABILIDADE DESENVOLVIDA NO CAPÍTULO

(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.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- O conteúdo desta unidade se relaciona com o da unidade 3 do volume 8, bem como com as habilidades EF07CI02 e EF07CI03.
- Verifique se, entre as respostas à pergunta em *Para começar*, os estudantes mencionam a classificação das ondas em mecânicas e eletromagnéticas.

DE OLHO NA BASE

O conteúdo das páginas 98 e 99 promove as competências específicas de Ciências da Natureza **2** e **3**, ao possibilitar a compreensão de conceitos fundamentais dessa área e de características e fenômenos relativos ao mundo natural, como as ondas.

Capítulo

1

INTRODUÇÃO AO ESTUDO DAS ONDAS

PARA COMEÇAR

Quando pensamos em ondas, uma das primeiras imagens que nos vêm à mente são as ondas do mar. Você conhece outros tipos de onda?

Resposta pessoal. É possível que alguns estudantes tenham algum conhecimento de que o som e a luz sejam tipos de onda.

perturbação: nesse caso, ato ou efeito de provocar uma alteração nas características de um meio físico.

↙ Cada gota que cai na superfície da água gera uma onda. Essa onda resulta de uma perturbação na superfície, que se propaga na forma de uma circunferência cada vez maior, até se tornar imperceptível aos nossos olhos.

ONDAS

A energia pode ser transportada e armazenada de diversos modos. A energia química, por exemplo, fica armazenada nos alimentos, nos combustíveis ou nas pilhas e baterias e pode ser transferida para outros corpos.

E no caso da energia solar? Como ela atravessa o espaço e chega à Terra? A energia do Sol é levada de um ponto a outro do espaço sem que seja transportada pela matéria e sem transportar matéria entre esses dois pontos. Esse transporte de energia é realizado por ondas.

Uma **onda** é uma **perturbação** realizada em um ponto qualquer do espaço, que se propaga para outro local transportando energia sem, no entanto, transportar matéria.

As ondas estão muito presentes em nosso cotidiano. Ouvimos música por meio das ondas sonoras; enxergamos os objetos por causa das ondas luminosas; podemos aquecer alimentos e nos comunicar com telefones celulares utilizando micro-ondas; assistimos à TV graças às ondas de rádio.

98

(IN)FORMAÇÃO

Ondas mecânicas

São exemplos de ondas mecânicas, as sonoras, as ondas sísmicas ou ondas se propagando em uma corda. Em todos esses casos o transporte da perturbação no meio acontece sem haver arrastamento do meio junto com a perturbação. Outra característica principal é que a dinâmica dessas propagações é governada pelas leis de Newton.

Quando ondas mecânicas se propagam, as partículas do meio são perturbadas, mas não se movem juntamente com as ondas. [...]

Quando um meio material é perturbado e a direção do movimento provocado nas partículas desse meio for igual à direção de propagação da perturbação, esta onda é classificada, quanto a sua direção de propagação, como longitudinal, como é o caso de uma onda de compressão ao

longo de uma mola ou das ondas sonoras. E quando a direção do movimento das partículas do meio for perpendicular à direção de propagação da perturbação, diz-se que a onda é transversal, como é o caso de um pulso se propagando ao longo de uma corda esticada.

[...]

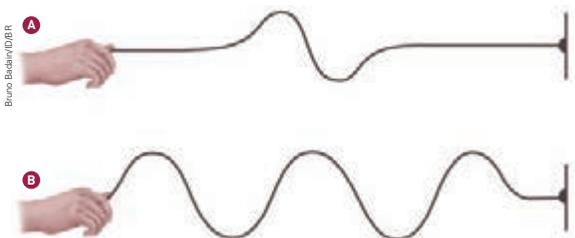
PIUBELLI, Sérgio L. *et al.* Simulador de propagação de ondas mecânicas em meios sólidos para o ensino da Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 32, n. 1, jan./mar. 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/rbepf/a/6RPPFD5LNL95WmWF85DmrCw/?lang=pt>. Acesso em: 11 fev. 2022.

PULSO DE ONDA E ONDA PERIÓDICA

O princípio da conservação de energia diz que a energia não pode ser criada nem destruída, apenas transformada. Assim, poderíamos perguntar: De onde vem a energia que a onda transporta? Em outras palavras, qual é a fonte de energia de uma onda?

Uma pedra ou uma gota de chuva que cai em um lago perturba a superfície da água e funciona como fonte, transferindo energia mecânica (proveniente de sua queda) para a água e produzindo um pulso. É essa energia adquirida pela água que será transportada pela onda. Dessa forma, um **pulso de onda** é uma perturbação de curta duração.

A **onda periódica** é uma sucessão de pulsos regulares resultantes da ação de uma fonte que oscila em intervalos de tempo iguais.

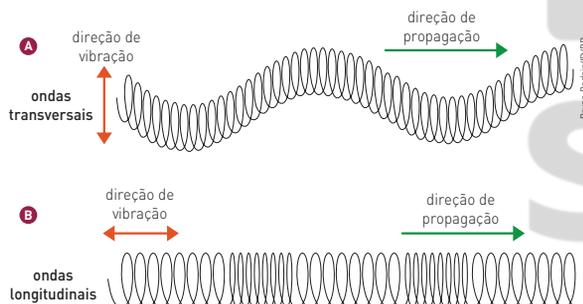


← (A) Se a extremidade de uma corda que tem a outra extremidade presa a um ponto fixo – uma parede, por exemplo – é balançada para cima e para baixo, forma-se um pulso. O movimento da mão produz o pulso e fornece energia para a onda, que, por sua vez, propaga-se ao longo da corda. (B) Se a mão movimentar a corda de forma regular, haverá a formação de uma onda periódica. (Representações sem proporção de tamanho e distância entre os elementos; cores-fantasia.)

ONDAS TRANSVERSAIS E LONGITUDINAIS

Quando uma onda vibra na direção perpendicular de sua propagação, ela é denominada **onda transversal**. São exemplos as ondas produzidas em uma corda, as ondas na superfície da água e as ondas luminosas.

Quando uma onda vibra na mesma direção de sua propagação, ela recebe o nome de **onda longitudinal**. São exemplos as ondas sonoras e as ondas sísmicas primárias (provocadas por terremotos).



← As ondas produzidas em uma mola esticada (como mostrado nas figuras) podem vibrar perpendicularmente à direção de sua propagação (A) ou na mesma direção dela (B). (Representações sem proporção de tamanho e distância; cores-fantasia.)

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Se for possível, traga para a sala de aula uma mola de aproximadamente 4 m. Com ela, é possível demonstrar aos estudantes ondas transversais e longitudinais, pulso e diversos fenômenos ondulatórios (reflexão, formação de padrões estacionários, etc.).

(IN)FORMAÇÃO

Movimento ondulatório

[...]

Uma onda periódica é uma perturbação periódica que se move através de um meio. O meio em si não vai a canto nenhum. Os átomos individuais e as moléculas oscilam em torno das suas posições de equilíbrio, mas a posição média delas não se [altera]. À medida que elas interagem com os vizinhos, elas transferem parte da sua energia para elas. Por sua vez, os átomos vizinhos transferem energia aos próximos vizinhos, em sequência. Desta maneira, a energia é transportada através do meio, sem haver transporte de qualquer matéria. [...]

[...]

Ondas transversas só podem ocorrer em sólido, enquanto [...] ondas longitudinais em

sólidos, líquidos e gases. O movimento transversal requer que cada partícula arraste as partículas adjacentes às quais ela está fortemente ligada. Em um fluido isto é impossível, já que as partículas adjacentes podem se deslocar facilmente pelas outras. O movimento longitudinal somente requer que cada partícula empurre os seus vizinhos, o que pode acontecer também em líquidos ou gases. O fato de que ondas longitudinais originárias de um terremoto passam através do centro da Terra, enquanto [...] as ondas transversas não passam, é uma das razões de acreditarmos que a Terra possui um núcleo líquido.

[...]

BERTULANI, Carlos. Movimento ondulatório. Disponível em: <http://www.if.ufrj.br/~bertu/fis2/ondas1/ondulatorio.html>. Acesso em: 11 fev. 2022.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Converse com os estudantes sobre a relação entre energia e amplitude: em geral, em relação às ondas mecânicas, pode-se dizer que, quanto maior a amplitude, maior a energia transportada pelas ondas. Já nas ondas eletromagnéticas, a energia é proporcional à frequência.
- Explique aos estudantes que a amplitude também pode ser definida como o valor máximo de deslocamento da perturbação em relação à posição de equilíbrio.

DE OLHO NA BASE

O conteúdo das páginas 100 e 101 aborda, por meio de textos, imagens e equações, conceitos importantes para a compreensão de fenômenos do mundo natural, propiciando o desenvolvimento das competências específicas 2 e 3.

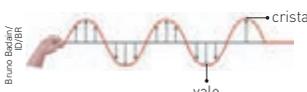
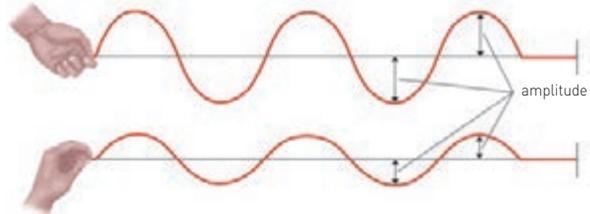
CARACTERÍSTICAS DE UMA ONDA

Duas características comuns a todo tipo de onda são sua amplitude e sua velocidade de propagação.

AMPLITUDE

A **amplitude (A)** é a medida da altura da onda em relação à sua posição de equilíbrio (antes de sua passagem). Ela é determinada pelo movimento da fonte que a produz.

Quanto maior a amplitude, maior a energia transportada pela onda. (Representação sem proporção de tamanho; cores-fantasia.)



↑ Representação de crista e vale em uma onda. (Representação sem proporção de tamanho e distância; cores-fantasia.)

Em uma onda existem pontos em que a amplitude é máxima. Esses pontos podem estar acima ou abaixo da posição de equilíbrio (aquela anterior à passagem da onda). Os pontos mais altos da onda são denominados **cristas**, e os pontos mais baixos da onda (também de amplitude máxima) são chamados **vales**.

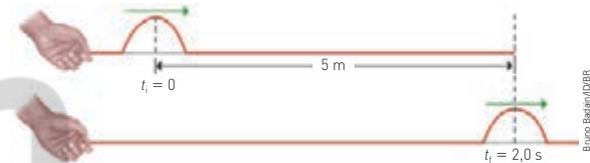
A amplitude está relacionada com a quantidade de energia transportada pela onda: quanto maior a amplitude, maior a energia transportada.

VELOCIDADE DE PROPAGAÇÃO

A **velocidade de propagação** de uma onda coincide com a velocidade de propagação de um de seus pulsos. Para defini-la, divide-se o deslocamento escalar (Δs) do pulso pelo intervalo de tempo (Δt) gasto para o pulso percorrer o trajeto. Isso pode ser representado pela seguinte equação:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

A velocidade de uma onda pode ser calculada com base em um pulso qualquer. No caso mostrado na figura, a velocidade da onda é 2,5 m/s. (Representação sem proporção de tamanho e distância; cores-fantasia.)



vácuo: região do espaço que, por convenção, não contém matéria (o vácuo absoluto não existe; é, na realidade, uma região de gás muito rarefeito e de baixíssima pressão).

A velocidade de propagação de uma onda depende de vários fatores, em especial das características do meio material no qual ela se propaga. No **vácuo**, todas as ondas eletromagnéticas se propagam à velocidade constante de, aproximadamente, 300 000 km/s.

100

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

SIMULANDO UMA ONDA

Proponha aos estudantes a exploração de um simulador de ondas, como o proposto no boxe *Outras fontes*, que permite observar os movimentos das ondas em uma corda com extremidade fixa ou solta e com controles de frequência, amplitude, tensão e perda de energia. Os estudantes deverão anotar suas observações no caderno. Após o trabalho com o conteúdo desta página, esclareça as eventuais dúvidas da turma e promova uma discussão sobre os resultados obtidos.

OUTRAS FONTES

Simulador de onda numa corda. PhET Interactive Simulations, University of Colorado Boulder, 23 set. 2021. Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-on-a-string/latest/wave-on-a-string_pt.html. Acesso em: 11 fev. 2022.

Simulador de ondas *on-line*.

CARACTERÍSTICAS DA ONDA PERIÓDICA

Além da amplitude e da velocidade de propagação, as ondas periódicas também podem ser caracterizadas pela frequência, pelo período e pelo comprimento de onda.

FREQUÊNCIA E PERÍODO

A frequência é estabelecida pelo número de vezes que um fenômeno ocorre em determinado intervalo de tempo. A frequência cardíaca, por exemplo, é determinada pelo número de vezes que o coração bate em certo intervalo de tempo (geralmente o minuto). O intervalo de tempo necessário para um único batimento do coração é denominado período do batimento cardíaco.

No caso das ondas periódicas, a **frequência** (f) de uma onda é a medida do número de pulsos produzidos pela fonte por intervalo de tempo, o que corresponde ao número de cristas ou vales que passam por determinado ponto por segundo. O **período** (T) de uma onda é definido como o intervalo de tempo entre a passagem de duas cristas ou dois vales consecutivos pelo mesmo ponto do espaço.

Tanto a frequência como o período de uma onda periódica são os mesmos da fonte que a produz. No Sistema Internacional de Unidades (SI), o período é medido em segundos (s) e sua frequência, em ciclos por segundo ou, simplesmente, hertz (Hz). Podemos representar o período (T) como o inverso da frequência (f) por meio da equação:

$$T = \frac{1}{f}$$

Assim, se a frequência de uma onda de rádio é 500 kHz (500 000 Hz), então seu período será:

$$T = \frac{1}{500\,000}$$

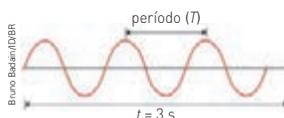
Ou seja, 0,000002 segundo (2 milésimos do milésimo de 1 segundo).

COMPRIMENTO DE ONDA

O **comprimento de onda**, representado pela letra grega λ (lambda), pode ser obtido medindo-se a distância entre duas cristas ou entre dois vales consecutivos de uma mesma onda.

Com base no comprimento de onda (λ) e no período (T) ou na frequência (f), é possível calcular a velocidade de propagação (v) da onda periódica, como segue:

$$v = \frac{\lambda}{T} \text{ ou } v = \lambda \cdot f$$



↑ Nesse exemplo, a frequência (f) é de 1 pulso por segundo. O período (T) é o intervalo de tempo entre duas cristas. (Representação sem proporção de tamanho e distância; cores-fantasia.)



↑ O comprimento de onda pode ser compreendido como a distância entre dois pontos consecutivos de amplitude máxima de uma onda periódica. (Cores-fantasia.)

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

• Caso julgue oportuno, promova uma atividade sobre o movimento pendular. Para isso, faça um pêndulo simples amarrando uma borracha na extremidade de um barbante com cerca de 50 cm. Peça a um estudante que suba em uma cadeira, para que a turma visualize melhor o procedimento. Permaneça próximo, para evitar acidentes. O estudante deve segurar com uma das mãos a extremidade livre do barbante e, com a outra, a borracha, mantendo o braço estendido ao lado do corpo; ele deve, então, soltá-la de diferentes alturas (amplitudes), como um pêndulo. Solicite aos estudantes que contem o número de oscilações em um tempo preestabelecido. Depois de realizar a atividade, explique a eles os conceitos de período e de frequência.

(IN)FORMAÇÃO

Pêndulos e relógios

[...]

Como a medida do tempo com bastante precisão era muito importante para o estudo da Astronomia, o astrônomo, físico e matemático holandês Christian Huygens (1629-1695), em 1657/1658, utilizou o mecanismo do pêndulo para regular os relógios, depois de descobrir, em 1656, que o período de um pêndulo era independente de sua amplitude. [...] Por outro lado, em 1659, Huygens demonstrou que a trajetória cicloidal tornava o período de um pêndulo independente de sua amplitude. Em consequência desse resultado, Huygens passou a construir relógios cada vez mais precisos [...]. Suas pesquisas sobre pêndulo foram reunidas no livro intitulado *Horologium Oscillatorium sive de Motu Pendulorum*, publicado em 1673,

no qual há um tratamento teórico sobre pêndulos simples e composto, bem como uma descrição ilustrada de seu relógio de pêndulo. Nesse relógio, o mecanismo de pêndulo regulava um escape substitutivo da travessa nos relógios de Igreja. Note-se que, antes, em 1670, o relojoeiro inglês William Clement reduziu a oscilação do pêndulo a um pequeno arco, conseguindo, desse modo, construir um relógio bastante preciso, com um pêndulo de cerca de um metro de comprimento, e oscilações em torno de três a quatro graus. Mais tarde, em 1675, o relojoeiro francês Isaac Thuret (c.1630-1706) incorporou ao relógio de pêndulo a mola de balanço (espiral de aço, conhecido depois como “cabelo”) que havia sido inventada, nesse mesmo ano, pelo próprio Huygens e, independentemente, pelo físico inglês Robert Hooke (1635-1703) para ser usada nos relógios portáteis. Desse modo, os relógios passaram a ter uma precisão de

dois minutos por dia. Foi ainda em 1675 que o relógio portátil ganhou a denominação de relógio de bolso graças ao Rei Charles II (1630-1685), na Inglaterra, que introduziu as jaquetas no vestuário e, desse modo, os relógios portáteis passaram a ser usados nos bolsos das jaquetas. Antes, eles eram usados como colar. Em 1680, o ponteiro dos minutos foi definitivamente incorporado ao mecanismo dos relógios [...].

BASSALO, José M. Uma breve história dos relógios. *Seara da Ciência*. Disponível em: <https://seara.ufc.br/wp-content/uploads/2019/03/folclore225.pdf>. Acesso em: 11 fev. 2022.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- O infográfico trabalha as ondas eletromagnéticas e o espectro eletromagnético. Apresente esse tipo de onda aos estudantes e, então, comente sobre o espectro eletromagnético, mostrando que as ondas são classificadas de acordo com sua frequência (energia).
- É importante que os estudantes entendam que as ondas eletromagnéticas se propagam no vácuo e na matéria, enquanto as ondas mecânicas se propagam apenas em meio material. As ondas mecânicas, em geral, aumentam de velocidade em materiais mais densos, enquanto as ondas eletromagnéticas diminuem de velocidade nessa mesma situação.
- Há materiais que as ondas eletromagnéticas praticamente não atravessam. Raios X, por exemplo, não atravessam uma placa de chumbo. É por esse motivo que técnicos de laboratório ficam atrás de uma parede de chumbo quando estão tirando radiografia de uma pessoa. Pelo mesmo motivo, os dentistas, durante uma radiografia, além de se afastarem do local, colocam um avental de chumbo no paciente.

DE OLHO NA BASE

O infográfico das páginas 102 e 103 aborda o processo cognitivo, o objeto de conhecimento e o modificador da habilidade **EF09CI06** (classificar as radiações eletromagnéticas por suas frequências, fontes e aplicações, discutindo e avaliando as implicações de seu uso).

Ondas eletromagnéticas

As **ondas eletromagnéticas** se formam quando um elétron, ou qualquer outra partícula carregada eletricamente, realiza um movimento oscilatório, produzindo, assim, uma onda periódica. Elas se propagam tanto em meios materiais quanto no vácuo.

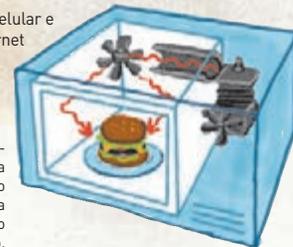
O conjunto formado pelos tipos de onda eletromagnética é chamado de **espectro eletromagnético**.

Quanto maior o comprimento de onda, menos energia a onda transporta e vice-versa. Isso é o que determina as características e as aplicações de uma onda eletromagnética. Enquanto as ondas de rádio podem ter dezenas de metros de comprimento ou mais, como a largura de um grande edifício, os raios gama têm comprimento menor que o de um átomo!

Micro-ondas

São as ondas usadas na telefonia celular e na transferência dos dados de internet móvel. Radares e fornos de micro-ondas também usam ondas dessa faixa do espectro.

As ondas de um forno de micro-ondas vibram na mesma frequência das moléculas de água. O efeito vibratório nas moléculas de água provoca o atrito entre elas, gerando calor e esquentando o alimento.



Ondas de rádio

Os programas de rádio ou de TV são transportados por ondas desse tipo. As ondas de rádio apresentam os maiores comprimentos de onda do espectro, podendo chegar a milhares de quilômetros.



Uma onda de rádio FM tem, aproximadamente, 3 metros de comprimento de onda.

Raios infravermelhos

Devido às suas propriedades térmicas, são utilizados em tratamentos fisioterápicos, que visam relaxar a musculatura pelo calor. Esse tipo de onda é também muito utilizado em sistemas eletrônicos, como internet sem fio, controles remotos e sensores de segurança e presença em portas automáticas.

Todo corpo com temperatura acima de zero Kelvin é um emissor de ondas infravermelhas. A imagem da menina bebendo água mostra as diferenças de emissão de raios infravermelhos: as áreas mais quentes estão em branco e em tons de vermelho e amarelo; as áreas mais frias, em tons de verde e azul.



Luz visível

A luz visível corresponde a um pequeno trecho do espectro eletromagnético que inclui as ondas com comprimento entre 380 e 780 nanômetros*.

* 1 nanômetro é a bilionésima parte de 1 metro.

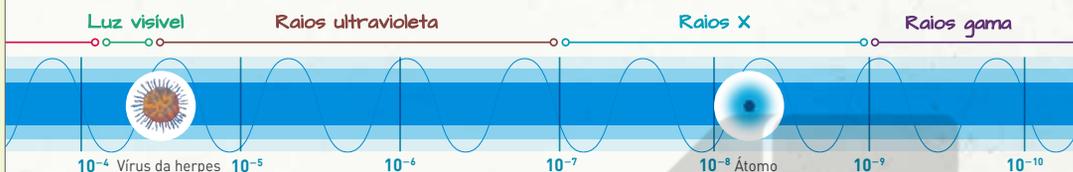


Cada cor que percebemos corresponde a um comprimento de onda do espectro eletromagnético.

Os raios gama são as ondas do espectro que carregam a maior quantidade de energia. Em geral, eles provêm de reações nucleares, como aquelas que ocorrem durante a explosão de uma estrela.

Raios gama

Transportam grande quantidade de energia (10 mil vezes mais que a luz, por exemplo). Por isso, podem causar danos às células dos seres vivos. De forma controlada, são úteis no tratamento de tumores (radioterapia) e na esterilização de frutas e de outros alimentos.



Raios ultravioleta

Constituem parte das ondas eletromagnéticas emitidas pelo Sol. Devido às altas quantidades de energia que transportam, os raios ultravioleta (UV) são utilizados, por exemplo, para eliminar microrganismos que podem estragar frutos.

A atmosfera absorve apenas uma parte dos raios UV, que podem provocar queimaduras e até a formação de tumores. Recomenda-se o uso de protetor solar e de óculos com proteção UV.



Raios X

São ondas curtas com energia suficiente para atravessar vários tipos de material, como os tecidos do corpo humano, sendo, contudo, absorvidas por outros materiais, como os ossos. Por isso, as ondas de raios X são muito utilizadas na medicina para produzir imagens do interior do corpo.



↑ Representações sem proporção de tamanho; cores-fantasia.

Ilustrações: Arthur Duarte/BR, Freepress/Scientific Visuals, Uram/Imaz, Imaz/Imagoflex, Neuron, PhotoShutterstock.com/DJBR, Nasa/Satellite/BRU, Potaraena, iStockphoto.com/DJBR

Fontes de pesquisa: Rebecca Warren (ed.). *Smithsonian knowledge encyclopedia* (tradução nossa: Enciclopédia do conhecimento Smithsonian). New York: Dorling Kindersley/Smithsonian Institution, 2013. p. 222-223; Universidade de Rochester. *The electromagnetic spectrum* (tradução nossa: O espectro eletromagnético). Disponível em: <http://www.pas.rochester.edu/~blackman/ast104/spectrum.html>. Acesso em: 11 fev. 2022.

OUTRAS FONTES

SANTOS, Vanessa Sardinha dos. Importância dos protetores solares. *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/saude-na-escola/importancia-dos-protetores-solares.htm>. Acesso em: 10 fev. 2022.

O artigo mostra a importância do uso dos protetores solares, explicando os riscos que a exposição prolongada ao sol pode trazer para a pele.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Caso julgue oportuno, e se for possível, problematize o tema das ondas mecânicas demonstrando a geração de ondas com o auxílio de um instrumento musical (um violão, por exemplo). Essa demonstração pode ser feita em conjunto com o professor de Arte, promovendo, assim, a aprendizagem do objeto de conhecimento Materialidades.
- Se possível, problematize a propagação da energia em ondas mecânicas fazendo uma demonstração com peças de dominó. Coloque as peças enfileiradas na vertical e a uma pequena distância umas das outras; ao empurrar a primeira peça, ela vai cair e derrubar a seguinte e assim sucessivamente até a última peça, em um processo de transmissão de energia mecânica (energia de movimento).
- Explique aos estudantes que uma perturbação (no caso, um empurrão) na primeira peça pode chegar até a última. É importante eles perceberem que a primeira peça apenas transmitiu a perturbação que recebeu e que essa perturbação foi transmitida até a última peça; ou seja, a energia se transportou por meio do material, mas não levou o material junto.

Solidariedade com pessoas com algum tipo de limitação

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

- Incentive os estudantes a debater as estratégias de comunicação e de aprendizado e a importância da solidariedade em relação ao tema.

DIA NACIONAL DO SURDO PROMOVE LUTA PELA INCLUSÃO DOS SURDOS NA SOCIEDADE

[...] segundo o Censo de 2010 realizado pelo IBGE. [...] 2,1 milhões apresentam deficiência auditiva severa [...].

Com objetivo de comemorar as conquistas dessa comunidade, é celebrado no dia 26 de setembro o Dia Nacional do Surdo. A data [...] e busca promover reflexões sobre questões de acessibilidade e de garantia do direito à cidadania e discutir a construção de políticas públicas voltadas às necessidades e demandas dessa parcela da população.

[...] “O surdo precisa ser compreendido. É preciso entender que o surdo tem força para contribuir com a sociedade e tem direitos como qualquer outro cidadão. Esses direitos, por muito tempo, foram negados e, embora eles estejam sendo ampliados agora, o surdo ainda precisa de muito mais espaço para mostrar seu valor à sociedade”, esclarece [Cristiane Ventura, mãe de uma menina com surdez].

Dia Nacional do Surdo promove luta pela inclusão dos surdos na sociedade. Fundo Nacional de Saúde, 26 set. 2018. Disponível em: <https://portalfns-antigo.saude.gov.br/ultimas-noticias/2251-dia-nacional-do-surdo-promove-luta-pela-inclusao-dos-surdos-na-sociedade>. Acesso em: 11 fev. 2022.

- Com os colegas, converse sobre o texto anterior e reflita sobre ações que poderiam ser realizadas na comunidade onde vocês vivem para inserir e acolher pessoas surdas.

Resposta pessoal.

ONDAS MECÂNICAS

As **ondas mecânicas** transportam principalmente energia mecânica. Elas precisam de um meio material para se propagar e, por isso, não se propagam no vácuo.

Muitos fenômenos naturais e situações do cotidiano têm relação com ondas mecânicas. Um terremoto ocorre quando ondas mecânicas chamadas de **ondas sísmicas** se propagam na crosta terrestre.

Os instrumentos musicais também funcionam graças às ondas mecânicas. É o caso, por exemplo, de um violão. Quando vibramos suas cordas, produzimos ondas mecânicas no ar conhecidas como **ondas sonoras**, que chegam a nossas orelhas e nos permitem identificar as melodias que estão sendo tocadas.



↑ Os sons produzidos pelas cordas de um violão são exemplos de ondas mecânicas.

As ondas formadas na superfície de um lago por gotas de chuva e as ondas do mar também são ondas mecânicas. As ondas do mar, no entanto, deixam de ser consideradas ondas quando quebram, pois nesse momento passam também a transportar massa (a água que se desloca).

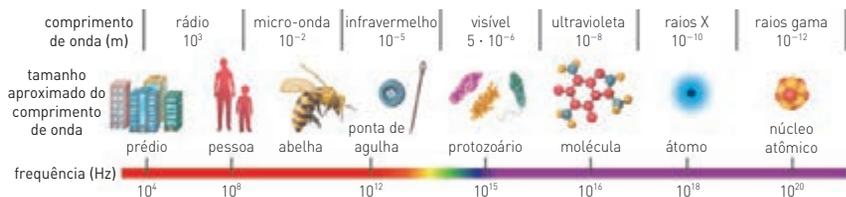


↑ As ondas mecânicas transportam apenas energia. Por isso, na arrebentação usada por um surfista, a onda do mar deixa de ser considerada uma onda mecânica.

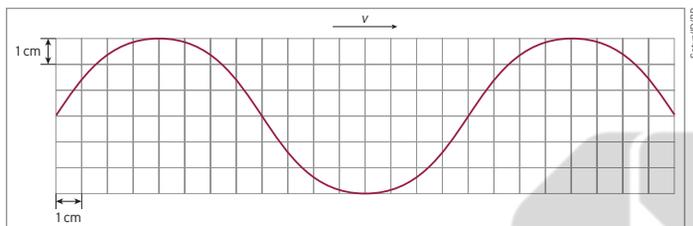
DE OLHO NA BASE

Na página 104, são desenvolvidas as competências específicas de Ciências da Natureza **2** e **3** (compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza e características e fenômenos do mundo natural). O boxe *Valor* promove as competências geral **1** e específica **2** (colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva), bem como as competências gerais **8** e **9** e específicas **5** e **7** (compreender-se na diversidade humana e promover o respeito ao outro, com acolhimento e valorização de suas potencialidades e sem preconceitos de qualquer natureza), além das competências geral **10** e específica **8** (tomar decisões com base em princípios solidários).

1. O esquema a seguir representa o espectro eletromagnético. Analise-o e faça o que se pede.



- Indique a frequência e o tamanho aproximado do comprimento de onda utilizado no funcionamento de telefones celulares. **10^8 Hz; 10^2 m (micro-ondas).**
 - Como as ondas de rádio e as ondas de luz visível podem ser diferenciadas?
- Uma onda de rádio típica apresenta frequência de 100 000 Hz. Sabendo que as ondas eletromagnéticas se propagam no vácuo com velocidade aproximada de 300 000 km/s, determine o período e o comprimento da onda de rádio. **Período: $T = 0,00001$ s
Comprimento da onda: $\lambda = 3$ km**
 - A figura a seguir mostra uma onda em dado momento. Sabendo que ela se desloca com velocidade de 2 cm/s e que o lado de cada quadrado corresponde a 1 cm, determine o que se pede.



- A amplitude da onda. **3 cm.**
 - O comprimento da onda. **16 cm.**
 - O período e a frequência da onda. **Período: 8 s; frequência: 0,125 Hz.**
- No início da pandemia de covid-19, em 2020, alguns estabelecimentos comerciais passaram a medir a temperatura das pessoas, com o intuito de barrar a entrada daquelas que apresentassem estado febril, acima de 37,5 °C. Para essa medição, utilizou-se um termômetro digital infravermelho, que é capaz de indicar a temperatura sem a necessidade de contato físico, e dar o resultado instantaneamente, ao ser apontado para a testa da pessoa. Porém, começaram a ser divulgadas notícias, especialmente em redes sociais e aplicativos de mensagem, de que esse procedimento faria mal a saúde, causando câncer no cérebro.
 - Pesquise o funcionamento desse tipo de termômetro. Em seguida, realize outra pesquisa em sites confiáveis e elabore argumentos com sustentação científica que demonstrem que as notícias que relacionam o uso desse tipo de termômetro ao aparecimento de câncer no cérebro são *fake news*.



↑ Medição de temperatura por meio de termômetro digital infravermelho.

O termômetro digital infravermelho funciona por meio de sensores capazes de inferir a temperatura de corpos e superfícies por meio da radiação infravermelha. Realize pesquisas em sites confiáveis, como os de universidades, por exemplo.

ESTRATÉGIAS DE APOIO

Aproveite a seção *Atividades* para realizar uma avaliação reguladora.

Aos estudantes que apresentarem dificuldade em relação à frequência e ao período, retome o conteúdo da página 101 e procure auxiliá-los na compreensão dos conceitos. Caso seja necessário, apresente outras atividades a eles e peça que demonstrem o raciocínio utilizado na resolução das questões, para que você possa fazer o acompanhamento da aprendizagem deles.

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

- Esta atividade tem como objetivo fazer com que os estudantes percebam as diferenças das características de ondas (frequência e comprimento) entre o conjunto de ondas do espectro eletromagnético.
- Período:

$$T = \frac{1}{f} \rightarrow T = \frac{1}{100\,000} \rightarrow T = 0,00001 \text{ s}$$
 Comprimento de onda:

$$v = \lambda f \rightarrow \lambda = \frac{300\,000}{100\,000} \rightarrow \lambda = 3 \text{ km}$$
- Nesta atividade, os estudantes vão fazer a leitura do gráfico para obter as informações solicitadas e, posteriormente, realizar o cálculo da frequência. Frequência:

$$f = \frac{1}{T} \rightarrow f = 0,125 \text{ Hz.}$$
- Aproveite esta atividade para reforçar a importância do combate às *fake news*, comentando com os estudantes sobre a necessidade de pesquisar informações em sites e fontes de informação confiáveis.

DE OLHO NA BASE

As atividades promovem a habilidade **EF09CI06** e as competências específicas de Ciências da Natureza **2 e 3**.

OUTRAS FONTES

Fake news não Pod #5: termômetros infravermelhos não oferecem riscos à saúde. [Locução de]: Laura Colete Cunha. São Paulo: *Jornal da USP*, 3 mar. 2021. *Podcast*. Disponível em: <https://jornal.usp.br/podcast/fake-news-nao-pod-5-termometros-infravermelhos-nao-oferecem-riscos-a-saude/>. Acesso em: 13 maio 2022.

A radiação da tecnologia 5G faz mal à saúde? *BBC News*, 15 jul. 2019. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-48987729>. Acesso em: 13 maio 2022.

Nesses links, você encontra informações sobre o funcionamento do termômetro infravermelho, bem como sobre a nova tecnologia de comunicação 5G e os riscos à saúde das pessoas expostas a essas ondas eletromagnéticas.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- A questão em *Para começar* trabalha o protagonismo dos estudantes, ao incentivar a reflexão e a argumentação.
- Analise as respostas dos estudantes a essa questão. Caso eles sintam alguma dificuldade em respondê-la, talvez seja interessante retomar o conteúdo do capítulo anterior sobre ondas mecânicas.
- Aproveite este momento para chamar a atenção dos estudantes para o tema contemporâneo transversal **Processo de envelhecimento, respeito e valorização do idoso**, pois a diminuição da capacidade de produzir e ouvir sons é algo natural e faz parte do processo de envelhecimento.

DE OLHO NA BASE

O conteúdo das páginas 106 e 107 trabalha as competências específicas de Ciências da Natureza **2** e **3** (compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza e características e fenômenos do mundo natural). Na página 106, promovem-se as competências geral **8** e específica **7**, em relação à atenção à saúde, no contexto do excesso de ruído.

Capítulo

2 SOM

PARA COMEÇAR

As ondas mecânicas, como as ondas do mar, precisam de um meio material para se propagar. Em que tipo de meio as ondas sonoras se propagam?

Espera-se que os estudantes consigam estabelecer relação com o conteúdo visto no capítulo 1 e respondam que as ondas sonoras se propagam em meios materiais, por se tratar de ondas mecânicas.

↓ **O uso de britadeiras é uma das fontes de poluição sonora em ambientes urbanos.**

ENERGIA SONORA

Conversas, músicas e ruídos em geral são fontes de um tipo bastante familiar de energia: a **energia sonora** ou **som**. A influência dos sons na vida moderna é muito grande. Muitas pessoas se informam ouvindo noticiários no rádio e na televisão. Milhões frequentam espetáculos de música todos os anos. E grande parte das formas de comunicação a distância entre pessoas, como falar ao telefone ou por videochamadas, envolve sons.

Embora a maioria das pessoas já nasça com a capacidade de ouvir, o desenvolvimento da percepção e do reconhecimento do som é um processo biológico e cultural lento e contínuo. À medida que envelhecemos, nossa capacidade de produzir e ouvir sons diminui, dificultando a fala e a audição.

O som também está relacionado a um dos problemas das grandes cidades do mundo: a poluição sonora, resultante do excesso de ruído. Por não deixar resíduos visíveis, esse tipo de poluição é, em muitas situações, negligenciado. Contudo, a exposição repetida ao excesso de ruído pode produzir efeitos prejudiciais à saúde das pessoas.



106

(IN)FORMAÇÃO

Poluição sonora prejudica a saúde e preocupa especialistas

Mal invisível

[...] um ambiente silencioso não é capricho. É questão de saúde. As pessoas começam a perder a audição quando são expostas por períodos prolongados e repetidos a sons a partir de 85 decibéis (o equivalente ao ruído do liquidificador). A morte das células auditivas é lenta e irreversível.

A partir dos 60 decibéis (o mesmo que uma conversa normal), o som já é suficiente para agredir o restante do organismo e também prejudicar o equilíbrio emocional.

[...]

O barulho, mesmo não sendo escandaloso,

é interpretado pelo organismo como prenúncio de perigo. Para que a pessoa tenha energia para se defender, suas reservas de açúcar e gordura são liberadas.

Esgotado o estoque de energia, surgem cansaço, irritabilidade, estresse, ansiedade, insônia, falha de memória, falta de concentração, gripe e até doenças cardíacas, respiratórias, digestivas e mentais.

A falta de concentração pode levar a acidentes no trânsito. A irritabilidade pode desencadear desentendimentos e episódios de violência. O barulho, em suma, tem o poder de reduzir a expectativa de vida.

[...]

Aos poucos, cidades e estados vêm criando “leis do silêncio”. No âmbito federal, a Lei de Contravenções Penais diz que quem perturba o

“sossego alheio” com barulho pode passar até três meses preso e a Lei de Crimes Ambientais pune com até quatro anos de prisão quem causa “poluição de qualquer natureza”, inclusive a sonora, em níveis que possam prejudicar a saúde.

WESTIN, Ricardo. Poluição sonora prejudica a saúde e preocupa especialistas. *Senado Notícias*, 29 maio 2018. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/especiais/especial-cidadania/poluicao-sonora-prejudica-a-saude-e-preocupa-especialistas/>. Acesso em: 11 fev. 2022.

INFRASSOM E ULTRASSOM

O som audível pelo ser humano é uma onda mecânica cuja frequência varia entre 20 Hz (limiar inferior) e 20 000 Hz (limiar superior).

As ondas mecânicas e longitudinais com frequências inferiores a 20 Hz são chamadas de **infrassons** (ou ondas infrassônicas). As ondas que apresentam frequência superior a 20 000 Hz são denominadas **ultrassons** (ou ondas ultrassônicas). Essas ondas não são audíveis pelos seres humanos.

As ondas infrassônicas são produzidas, por exemplo, por um abalo sísmico ou pelos ventos. Morcegos, baleias e golfinhos são exemplos de animais que conseguem produzir e perceber ondas ultrassônicas.

Várias aplicações tecnológicas vêm sendo desenvolvidas para o ultrassom, como os sistemas de localização de embarcações, a detecção de defeitos em peças de máquinas, a aceleração de reações químicas, etc.



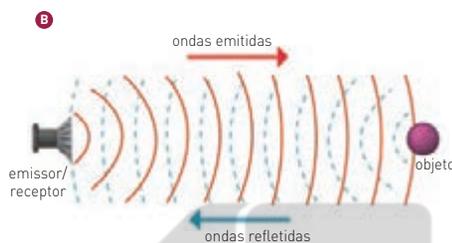
Na medicina, utiliza-se o ultrassom para realizar imagens do interior do corpo por meio de exames de ultrassonografia, muito empregados, por exemplo, para acompanhar o desenvolvimento de fetos.



SOM NO ESPAÇO

Embora o som não se propague no vácuo, é possível conversar com os astronautas no espaço, porque as ondas de rádio, utilizadas na comunicação, são eletromagnéticas (propagam-se no vácuo).

Assim, os astronautas comunicam-se com a Terra de forma semelhante à nossa comunicação com uma estação de rádio: por meio de ondas eletromagnéticas, microfones e alto-falantes conectados entre si.



↑ (A) O ultrassom é utilizado nos sonares de navios e submarinos para detectar obstáculos e outras embarcações (o cone laranja é uma representação do ultrassom, pois ele não é visível na realidade). (B) Esquema simplificado de funcionamento de um sonar: a onda emitida reflete no fundo do oceano ou em obstáculos e retorna ao barco; com isso, é possível saber a que distância do barco eles estão. (Representações sem proporção de tamanho e distância; cores-fantasia.)

← Imagem de feto humano em útero obtida por meio de ultrassom em 3-D (três dimensões). Um aparelho emite ondas ultrassônicas, e as ondas refletidas retornam ao equipamento, onde são gravadas e usadas para a obtenção da imagem do feto no útero. (Imagem colorizada.)

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Comente com os estudantes que muitos animais são capazes de ouvir sons em outras frequências. Os cães, por exemplo, percebem sons em frequências acima de 40 000 Hz. Por isso, alguns adestradores, para realizar seu trabalho, utilizam apitos especiais que emitem sons nessa frequência.
- Informe aos estudantes que alguns animais, como os cães e os gatos, por terem uma audição mais sensível do que a dos seres humanos, sofrem com o barulho de fogos de artifício em dias de jogos de futebol e em festas de fim de ano, por exemplo. Depois, pergunte se algum estudante já presenciou essa situação e o que se pode fazer para solucioná-la. Comente também que a poluição sonora, em níveis que possam prejudicar a saúde, é crime ambiental, da mesma forma que a poluição de qualquer natureza; portanto, existem níveis sonoros a serem respeitados para uma convivência em sociedade.
- Explique aos estudantes sobre o funcionamento do exame de ultrassom, pois o assunto costuma despertar interesse e levantar dúvidas. Lembre-os de que o ultrassom é um som com frequência superior a 20 000 Hz e, por isso, é imperceptível à audição humana. Ressalte também que não é possível ver a onda de ultrassom. As imagens obtidas com esse tipo de aparelho são montadas eletronicamente por equipamentos que identificam as ondas de ultrassom refletidas em obstáculos.

(IN)FORMAÇÃO

Ultrassom e infrassom

As ondas ultrassônicas são ondas mecânicas longitudinais, cujas frequências estão fora do campo de audibilidade dos humanos. Se a frequência de vibração da onda sonora for:

- menos do que 20 Hz, as ondas são denominadas infrassônicas;
- maior do que 20 000 Hz = 20 kHz, as ondas são denominadas ultrassônicas.

As propriedades físicas das ondas acústicas infrassônicas ou ultrassônicas são as mesmas que as das ondas acústicas audíveis pelo humano. Assim, a descrição das interações físicas das ondas com a matéria é feita sem que se tente distinguir o tipo de onda acústica. As ondas infrassônicas se manifestam pelas oscilações de pressão que

elas provocam no meio em que estão se propagando. Já as ondas ultrassônicas se manifestam por produzirem alterações no meio em que estão se propagando.

[...]

Para a geração de ondas ultrassônicas, utilizamos transdutores, que são mecanismos que convertem energia elétrica em energia mecânica.

[...]

A intensidade de uma onda ultrassônica poderá ser:

- baixa, como é o caso das ondas utilizadas para obtermos informações de um meio;
- alta, como é o caso das ondas utilizadas em terapia médica ou para limpeza por cavitação. Essas ondas muito intensas caracterizam-se por produzir alterações no meio em que são

aplicadas, como, por exemplo, a ruptura das células biológicas.

DURÁN, José. E. R. *Biofísica: fundamentos e aplicações*. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003. p. 235.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- A unidade da velocidade do som é comumente apresentada no Sistema Internacional de Unidades (SI) em metros por segundo. Peça aos estudantes que convertam os valores da velocidade do som no ar para km/h, o que resulta em 1 224 km/h. Dessa forma, fica mais fácil entender por que atingir a velocidade do som é tão difícil, mesmo para um avião.
- Sugira aos estudantes que reflitam e respondam à seguinte questão: “Por que primeiro observamos o clarão de um relâmpago e depois ouvimos o som do trovão?”. Espera-se que eles concluam que a velocidade da luz é maior que a do som. Outra questão que pode ser proposta é a comparação entre os tempos de se ouvir o zumbido no trilho do trem e o barulho no ar do transporte que se aproxima.

DE OLHO NA BASE

Nas páginas 108 e 109 dá-se continuidade ao desenvolvimento das competências específicas de Ciências da Natureza 2 e 3 (compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza e características e fenômenos do mundo natural).

VELOCIDADE DO SOM

A **velocidade do som** varia de um meio (sólido, líquido ou gasoso) para outro. Ela também pode sofrer alteração em um mesmo meio, dependendo de fatores como temperatura, pressão e densidade.

Em geral, o som se propaga mais rapidamente nos meios mais densos e mais lentamente nos meios menos densos. Nos sólidos, as moléculas estão mais próximas entre si do que nos líquidos e, nestes, mais próximas do que nos gases, o que favorece a troca de energia cinética entre as moléculas. Por isso, a velocidade do som é, geralmente, maior nos sólidos que nos líquidos e maior nos líquidos que nos gases.

A tabela a seguir mostra a velocidade de propagação do som em diferentes meios.

VELOCIDADE DO SOM EM DIFERENTES MEIOS	
Meio	Velocidade (m/s)
Água (l)	1 450
Alumínio (s)	5 100
Ar	340
Cobre (s)	3 560
Ferro (s)	5 130
Granito	6 000
Hidrogênio (g)	1 286

Fonte de pesquisa: Robert Resnick; David Halliday. *Física*. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1984. v. 2. p. 142.

VELOCIDADE MACH

A velocidade de propagação do som no ar se tornou um padrão de velocidade chamado *mach* (um *mach* = uma vez a velocidade de propagação do som no ar = 340 m/s). O primeiro voo a ultrapassar a velocidade do som no ar ocorreu na década de 1950. Atualmente, o carro mais rápido do mundo pode desenvolver pouco mais de *mach* 1, e um avião supersônico pode voar a *mach* 2,5 (850 m/s).

Avião supersônico quebrando a barreira do som. A nuvem que observamos é formada pela queda na pressão do ar na região, o que provoca a condensação do vapor de água.



Mike V. Shuman/Shutterstock.com/IBBR

108

OUTRAS FONTES

Conheça o avião supersônico silencioso da Nasa. *IstoÉ Dinheiro*, 4 ago. 2021. Disponível em: <https://www.istoedinheiro.com.br/conheca-o-aviao-supersonico-silencioso-da-nasa/>. Acesso em: 9 fev. 2022.

A notícia aborda o desenvolvimento de um avião supersônico que, ao ultrapassar a velocidade do som, não emita grande ruído.

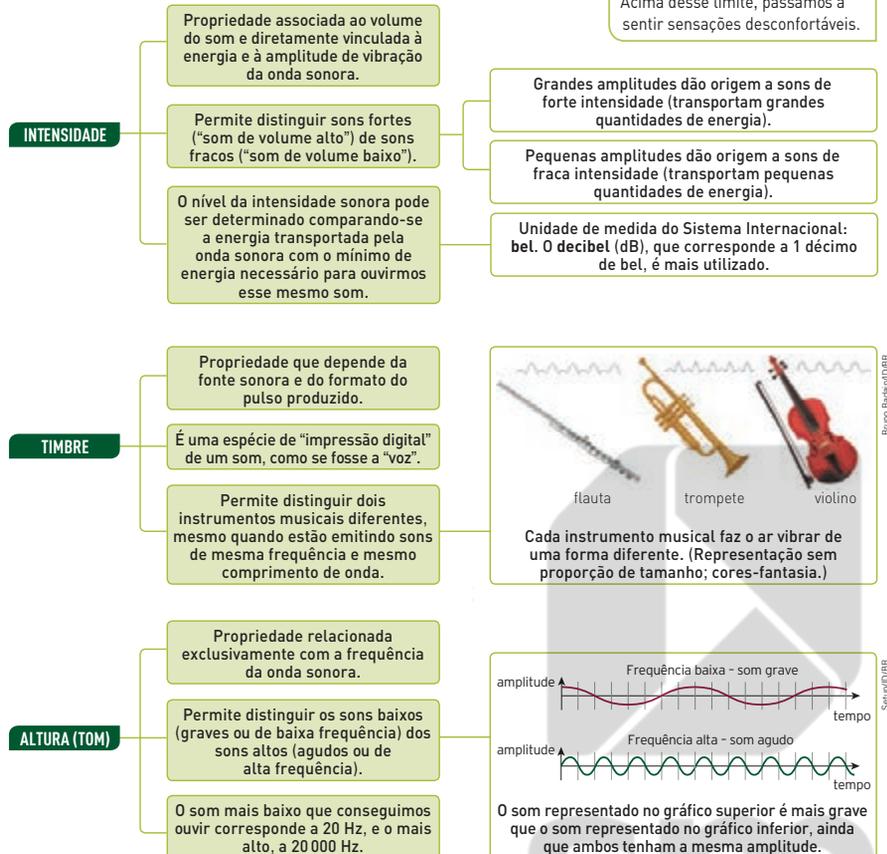
CARACTERÍSTICAS DA ONDA SONORA

As orelhas nos possibilitam ouvir e distinguir muitos tipos de som, que podem ser caracterizados pela intensidade, pelo timbre e pela altura.

Em linhas gerais, a **intensidade** do som permite distinguir sons fortes de fracos, enquanto a **altura** e o **timbre** do som possibilitam identificar a fonte sonora (pessoa, animal ou objeto) e o movimento dessa fonte, entre outros aspectos.

LIMIAR DA AUDIÇÃO E LIMITE DA DOR

É necessária uma energia mínima, denominada limiar da audição, para que o aparelho auditivo seja sensibilizado e vibre. Ele também suporta uma energia máxima, chamada limite da dor. Acima desse limite, passamos a sentir sensações desconfortáveis.



VARIAÇÃO DA ENERGIA SONORA

A energia sonora varia em função da distância da fonte. À medida que a onda sonora se afasta da fonte, sua energia se dispersa no espaço, o que diminui a amplitude da onda. É por isso que escutamos melhor quanto mais perto estamos da fonte.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Promova um levantamento com os estudantes sobre os nomes de instrumentos musicais que eles conhecem. Registre-os na lousa e peça a eles que descrevam como é o som de cada instrumento. Utilize elementos citados por eles nas descrições para introduzir o conceito de timbre.
- Trabalhe com mais exemplos de ondas mecânicas: o som emitido por instrumentos de percussão (tambores e pianos), o som produzido quando se bate uma porta ou quando se arrasta uma cadeira, o estrondo de um trovão, etc.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Ressalte aos estudantes que o eco tem a propriedade de reflexão e que a distância percorrida pelo som é sempre de ida e volta.
- Se possível, ao explorar o boxe “Som e localização”, promova uma atividade prática. Peça a um estudante que fique bem próximo à lousa ou a uma parede e cubra os olhos dele com um lenço, por exemplo. Solicite a outro estudante que bata palmas uma única vez. Pergunte ao estudante que está com os olhos vendados de onde veio o som. Provavelmente, ele mencionará a direção correta. Em seguida, ainda de olhos vendados, esse estudante deve ficar no meio da sala de aula. Alguém deve fazer barulho bem atrás dele (em linha reta). Pergunte-lhe a direção do som. Espera-se que esse estudante tenha dificuldade em apontar a fonte, pois haverá simetria na recepção pelas duas orelhas.
- Alerta os estudantes para a necessidade de proteger as orelhas. Oriente-os sobre o uso de protetores específicos em lugares muito barulhentos, como *shows* e festas com música em forte intensidade, pois esses protetores enfraquecem o som sem comprometer sua qualidade.
- Também alerte os estudantes para o perigo do uso contínuo e exagerado dos fones de ouvido. Além de deixar o som muito intenso, o que pode comprometer a audição a médio e longo prazo, os fones de ouvido geralmente “isolam” a pessoa que os utiliza e esta pode não ouvir um chamado, uma buzina ou um aviso importante, por exemplo.

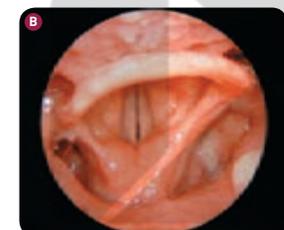
DE OLHO NA BASE

O conteúdo desta página prossegue com o desenvolvimento das competências específicas de Ciências da Natureza 2 e 3 (compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza e características e fenômenos do mundo natural).

SOM E LOCALIZAÇÃO

As orelhas situam-se em posições opostas na cabeça. Quando alguém nos chama, o som alcança a orelha mais próxima da fonte sonora um pouco antes e com intensidade levemente maior. O cérebro, então, localiza a origem do som ao reconhecer as pequenas diferenças de duração e de intensidade sonora entre as orelhas. Essas diferenças são traduzidas pelo cérebro, permitindo o reconhecimento da direção do som.

→ O eco é utilizado pelos morcegos para localizar objetos próximos a ele. (Representação sem proporção de tamanho e distância; cores-fantasia.)



↑ (A) Pregas vocais abertas; (B) pregas vocais fechadas.

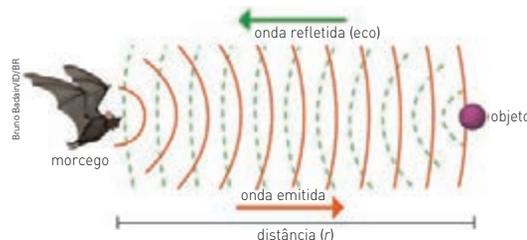
→ Estrutura da orelha humana em corte. (Representação sem proporção de tamanho; cores-fantasia.)

Fonte de pesquisa: Gerard J. Tortora; Sandra R. Grabowski. *Corpo humano: fundamentos de anatomia e fisiologia*. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2012. p. 315.

ECO

O **eco** é um som que pode ser ouvido, por reflexão, após a produção do som original. Como a orelha humana só é capaz de perceber dois sons idênticos distintamente, se o intervalo de tempo entre a recepção dos sons for de, no mínimo, 1 décimo de segundo (0,1 s), o eco só acontece se a distância entre a origem do som e o obstáculo for de, no mínimo, 17 metros.

Alguns animais, como morcegos, utilizam o eco para se localizar no ambiente e detectar obstáculos, presas e predadores.

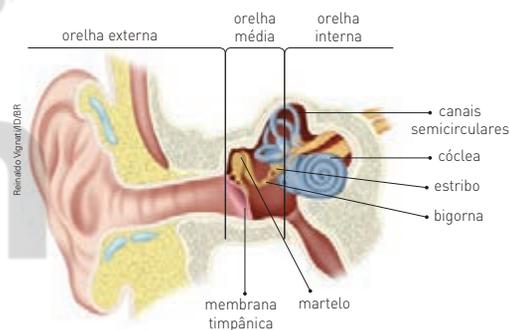


FALA E AUDIÇÃO

A **fala** é um processo complexo que envolve a movimentação de aproximadamente uma dúzia de músculos.

Inicialmente, os pulmões se enchem de ar. Depois, esse ar é forçado a subir pela traqueia até chegar à laringe, onde passa pelas pregas vocais. O fluxo de ar que passa por elas faz com que vibrem e produzam sons. A boca, os lábios, a língua e os dentes completam o aparelho sonoro, modificando o timbre e amplificando os sons. A cavidade nasal contribui para amplificar os sons vindos diretamente da laringe.

Na **audição**, as ondas sonoras entram pela orelha, chegam ao canal auditivo e fazem vibrar a membrana timpânica; as vibrações emitidas por essa membrana são transformadas, na orelha interna, em impulsos nervosos, que são enviados para o cérebro.



(IN)FORMAÇÃO

Que animais enxergam por meio de sons e como eles conseguem fazer isso?

Os grandes especialistas nesta arte – chamada de ecolocalização ou biosonar – são os golfinhos e os morcegos. Ambos possuem uma visão aguçada, que funciona perfeitamente durante o dia, mas normalmente precisam caçar e se locomover em ambientes com pouca luz. Em tais casos, eles conseguem enxergar sem utilizar os olhos, emitindo sons de alta frequência, em geral inaudíveis para o ser humano. “Essas ondas sonoras batem na presa – e nos obstáculos à frente – e retornam na forma de ecos, que, por sua vez, são decodificados como um mapa pelo cérebro do bicho”, diz a bióloga Eliana Morielle,

da Universidade Estadual Paulista (Unesp). Nos morcegos, o grau de precisão é tão elevado que certas espécies conseguem detectar a presença de um fio de apenas 0,5 milímetro de espessura em pleno voo rasante. Nos golfinhos, o sistema é ainda mais preciso, pelo fato de, dentro d’água, o som se propagar a uma velocidade 4,5 vezes maior.

Assim, eles conseguem identificar peixes pequenos a distâncias de até 200 metros. Existem algumas espécies de pássaros que vivem em cavernas, ou têm hábitos noturnos, que também desenvolveram uma ecolocalização rudimentar, que só serve para a locomoção. E até mesmo o ser humano, acredite, pode utilizar a audição

Investigando as ondas sonoras numa garrafa

Você viu que as ondas sonoras possuem diversas características. Algumas delas podem ser estudadas realizando esse **experimento**.

Material

- 1 garrafa PET (de paredes lisas)
- 1 pedaço de madeira com cerca de 10 cm de comprimento (será usado como cabo)
- 1 tampa de qualquer recipiente, com diâmetro adequado para encaixá-la na parte interna da garrafa
- tesoura com pontas arredondadas
- prego e martelo
- fita adesiva (se necessário)

Como fazer

Montando o experimento

- 1 Com o auxílio do professor, corte o fundo da garrafa. Cuidado para não se ferir com as bordas.
- 2 Verifique se a tampa tem bom encaixe na parte interna da garrafa – o encaixe ideal é aquele que não permite a passagem de ar. Caso a tampa fique frouxa, passe a fita adesiva ao redor dela até atingir o ajuste adequado.
- 3 O professor vai pregar o pedaço de madeira na parte central e interna da tampa, como se fosse um cabo. Se for preciso manipular o prego, faça-o com cuidado para evitar ferimentos.
- 4 Encaixe a tampa com o cabo de madeira na parte interna da garrafa.

Executando o experimento

- 1 Assopre perpendicularmente na boca da garrafa até atingir um som claro e nítido.
- 2 Usando o cabo de madeira, varie a posição da tampa dentro da garrafa (para cima e para baixo) enquanto você assopra.
- 3 Compare os sons produzidos com essas variações.

Para concluir

Responda sempre no caderno.

1. Ao assoprar dentro da garrafa, o que acontece com o som à medida que você sobe a tampa? E quando você desce a tampa? **Diminuindo o comprimento do tubo, aumenta-se a frequência. Isso explica o som mais agudo que é produzido ao se deslocar para cima a tampa (que servia de fundo da garrafa), e o som mais grave que é produzido ao se deslocar essa tampa para baixo.**
2. Elabore uma hipótese que explique por que isso acontece. **Resposta variável.**
3. Que características das ondas sonoras você pôde estudar neste experimento? **Amplitude e frequência.**

ATENÇÃO

Cuidado ao manipular o material, a fim de evitar lesões.



↑ Exemplo de experimento montado.

Foto: Helena Sparabato; Marcelo Pavesi

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Procedimentos como esclarecer a tarefa a ser realizada, dar instruções de encaaminhamentos, indicar materiais e fazer correções de rotas (caso seja necessário) permitem que todos possam realizar o experimento de forma organizada, especialmente em turmas numerosas. Porém, é importante criar condições para que os estudantes tomem decisões e resolvam as situações-problema sem ter o processo todo orientado. Se necessário, auxilie-os na montagem do aparato. É importante que a tampa não deixe passar ar quando for encaixada na garrafa.
- Caso considere necessário, passe uma ou mais camadas de fita na lateral da tampa para facilitar o deslizamento dela dentro da garrafa.
- Ajude os estudantes a perceber a variação do som. Essa é uma boa oportunidade para mostrar, na prática, alguns conceitos que foram trabalhados até o momento.

PARA CONCLUIR

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

1. Se julgar pertinente, comente com os estudantes que o aparato montado pode ser comparado a um tubo sonoro fechado.
2. Quando a boca da garrafa é soprada, as moléculas de ar de dentro do tubo se movimentam, ocasionando uma vibração, que é propagada para o interior da garrafa. Essa vibração é refletida no fundo e continua a se propagar pelo tubo. Como o fundo é fechado, a amplitude de vibração das moléculas nele é mínima. À medida que o comprimento do tubo é alterado, modifica-se o espaço para a propagação das ondas sonoras.
3. Nesse experimento, a variação da frequência de onda sempre será nas frequências naturais dos harmônicos ímpares.

DE OLHO NA BASE

A execução desta prática promove a competência geral da Educação Básica **2** e a competência específica de Ciências da Natureza **2** (recorrer à abordagem própria das ciências e dominar processos, práticas e procedimentos da investigação científica).

para localizar objetos ou evitar um obstáculo. “Quem é cego de nascença desenvolve a audição a tal ponto que esse sentido acaba substituindo, em parte, a visão”, afirma o biólogo O’Dell Henson, da Universidade da Carolina do Norte, nos Estados Unidos.

[...]

SANTORO, André. Que animais enxergam por meio de sons e como eles conseguem fazer isso? *Superinteressante*, 30 abr. 2002.

- Lembre aos estudantes que a orelha humana não é sensível a sons de frequências abaixo de 20 Hz.
- Se julgar pertinente, lembre também que ambas as ondas são mecânicas e longitudinais e que uma difere da outra pela frequência.
- O objetivo desta atividade é relacionar características de onda com as propriedade do som.
- e 5. Estas atividades ajudam a sedimentar a diferença entre essas duas características, uma vez que, coloquialmente, as pessoas relacionam volume (intensidade) com altura.
- Aproveite para verificar se os estudantes apresentam dificuldade na leitura e na interpretação de gráficos.
- A velocidade do som no ar é 340 m/s. Portanto, em 0,5 s, o som percorreu a distância de 170 m. A distância percorrida pelo som corresponde a duas vezes a distância entre a pessoa e o obstáculo (percurso da emissão do som até o obstáculo e percurso da volta do som até a pessoa), ou seja, 85 m.
- Se julgar pertinente, comente com os estudantes que alguns insetos emitem ultrassons. A mariposa-tigre (*Bertholdia trigona*), por exemplo, utiliza o ultrassom para confundir o sonar de morcegos, para escapar de ser predada.
- Como a velocidade do som é a mesma nas duas situações (340 m/s), um comprimento de onda maior corresponderá a uma frequência menor e um comprimento de onda menor, a uma frequência maior.
- Esta atividade também trabalha com a diferenciação entre duas características da onda (frequência e amplitude) que são comumente confundidas.
- a) Este item explora a leitura e a interpretação de gráfico de barras.

b)

$$v = \lambda f \rightarrow \lambda = \frac{340}{20} \rightarrow \lambda = 17 \text{ m}$$

$$v = \lambda f \rightarrow \lambda = \frac{340}{20000} \rightarrow \lambda = 0,0017 \text{ m}$$

ATIVIDADES

Responda sempre no caderno.

2. Ultrassom são ondas com frequência superior a 20 000 Hz e infrassom são ondas com frequência inferior a 20 Hz.

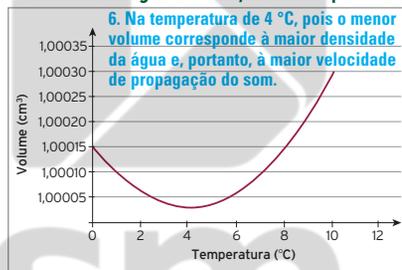
- Qual é a menor frequência que pode ser ouvida pelos seres humanos? **Aproximadamente 20 Hz.**
- Qual é a diferença entre o ultrassom e o infrassom?
- No caderno, relacione adequadamente os itens A, B e C aos itens listados por algarismos romanos. **A – III e IV; B – I; C – II e V.**
 - intensidade **4. Altura sonora é a característica que permite distinguir sons graves de agudos. Refere-se à frequência da onda sonora. Intensidade sonora é a qualidade relacionada com a energia transportada pela onda sonora, que, por sua vez, se relaciona com a amplitude da onda.**
 - timbre **5. A característica envolvida é a intensidade sonora, pois ela permite fazer a distinção entre os sons fortes (volume alto) e os sons fracos (volume baixo).**
 - altura
 - formato do pulso
 - frequência
 - amplitude
 - volume
- Qual é a diferença entre altura e intensidade do som?

- Uma motocicleta com o escapamento em más condições de conservação produz um ruído mais forte que outra com o escapamento bem conservado.

- Qual é a característica do som envolvida nessa diferença? Explique sua resposta.

- O gráfico a seguir mostra a variação do volume de determinada massa de água em função da temperatura.

6. Na temperatura de 4 °C, pois o menor volume corresponde à maior densidade da água e, portanto, à maior velocidade de propagação do som.



Fonte de pesquisa: David R. Lide. *CRC handbook of Chemistry and Physics* (tradução nossa: Manual de Química e Física CRC). 87. ed. Boca Raton: CRC Press, 2007.

- Em qual temperatura indicada no gráfico o som vai se propagar mais rápido? Por quê?

8. Os estudantes devem identificar sons do ambiente (conversas, passos, etc.) e citar exemplos de ultrassons (emitidos por morcegos, por exemplo).

- Imagine um grande obstáculo à sua frente, como um paredão ou uma encosta rochosa. Você dá um grito e ouve o eco dele em um intervalo de tempo 0,5 s após ter emitido o som.
 - A que distância você está do obstáculo? **85 m.**

- Faça uma relação dos diferentes sons que você pode ouvir neste momento. Faça também uma lista de ultrassons que você sabe que estão sendo emitidos, mas não consegue ouvir por estarem em uma frequência superior a 20 000 Hz.

- Qual som apresenta frequência mais alta: o que se propaga no ar com comprimento de onda de 17 m ou de 170 m? Justifique sua resposta. **O som cuja onda tem 17 m de comprimento apresenta frequência maior e, portanto, é mais alto (mais agudo).**

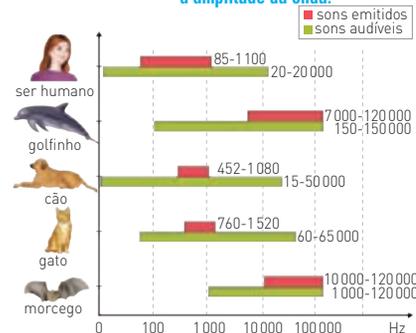
- Imagine o seguinte diálogo:

Pessoa 1: — Esse som está muito alto!

Pessoa 2: — Mas o volume está baixo!

 - Responda: É possível o som estar alto, mesmo com volume baixo? Explique. **Sim, pois a altura está relacionada à frequência, enquanto o volume está relacionado à amplitude da onda.**

- O gráfico a seguir indica algumas faixas de frequência dos sons emitidos e ouvidos por alguns animais.



Fonte de pesquisa: José E. R. Durán. *Biofísica: fundamentos e aplicações*. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003.

Analizando o gráfico, responda:

- Quais desses animais emitem sons que são audíveis pelo ser humano? Justifique.
- Considerando que o som se propaga no ar com velocidade de 340 m/s, determine o maior e o menor comprimento de onda audível pelo ser humano.

- Todos os animais citados no gráfico emitem sons em frequências que os seres humanos conseguem captar.
- Menor comprimento de onda: 0,0017 m; maior comprimento de onda: 17 m.

DE OLHO NA BASE

As atividades desta seção desenvolvem as competências específicas de Ciências da Natureza 2 e 3, ao promover a compreensão e a explicação de fenômenos e processos relativos ao mundo natural, social e tecnológico, dentro de uma abordagem própria das ciências.

ESTRATÉGIAS DE APOIO

Aproveite as questões da seção *Atividades* para realizar uma avaliação reguladora sobre o aprendizado dos estudantes.

Uma estratégia para retomar o conteúdo de forma diferenciada e ajudar os estudantes que tiverem dificuldade em compreender as características das ondas sonoras é sugerir o uso de simuladores de ondas que permitam, por exemplo, a visualização das ondas sonoras e a manipulação das frequências e do volume do som. A realização das atividades em duplas ou em trios também é uma estratégia que pode oferecer ganhos de aprendizagem em eventuais pontos frágeis. Observe, ao final, se as dificuldades foram superadas.

LUZ, UMA ONDA ELETROMAGNÉTICA

A **luz** é um tipo de onda eletromagnética muito importante para os seres vivos, especialmente por causa do sentido da visão. Luz é a energia radiante capaz de sensibilizar os olhos humanos.

O olho humano reconhece ondas eletromagnéticas específicas, em uma faixa do espectro eletromagnético que se situa entre o infravermelho e o ultravioleta.

Comparando com o som, podemos relacionar a cor violeta (cor de maior frequência) aos sons agudos e a cor vermelha (cor de menor frequência) aos sons mais graves. A frequência da luz, entretanto, é muito maior que a do som, e seu comprimento de onda, muito menor. Além disso, diferentemente do som, a luz apresenta propriedades tanto de ondas como de partículas.

Nem todos os objetos que podemos ver são capazes de produzir luz, mas, ainda assim, podemos enxergá-los em ambientes claros porque refletem a luz que incide sobre eles. Podemos, então, dividir os objetos visíveis em dois grupos: os que produzem luz, chamados de **fontes primárias** de luz, e os que não a produzem, denominados **fontes secundárias** de luz.

PARA COMEÇAR

Podemos ver os objetos que nos rodeiam porque a luz que eles refletem sensibiliza nossos olhos. Mas como é possível visualizar corpos muito distantes, como galáxias e estrelas?

Resposta pessoal. É possível que alguns estudantes saibam que galáxias e estrelas emitem luz própria.

↙ A chama da vela é uma fonte primária de luz. Os objetos que enxergamos próximos a ela apenas refletem essa luz, ou seja, são fontes secundárias de luz. Detalhe da obra *Negação de São Pedro*, óleo sobre tela de Gerard van Honthorst, cerca de 1620.



Museu de Belas Artes, Rennes, França. Fotografia: DIBR

113

(IN)FORMAÇÃO

A ilusão da luz

A forma como os artistas usavam a luz a seu favor ditou rumos artísticos desde a Antiguidade. “A representação de figuras ornamentais, até a cultura grega clássica, era chapada. Não havia preocupação com a volumetria, responsável pela sensação de que o espaço pode ser habitado pelo olhar”, esclarece [o diretor e pesquisador do Instituto de Artes e Design (IAD) da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)] Ricardo Cristofaro. Como enganar o olhar e conseguir a impressão de tridimensionalidade em um suporte bidimensional? Segundo o pesquisador, há relatos de que os gregos conseguiam fazer sugestão de volumetria devido a um processo de representação de luz e sombra, mas essa técnica é dominada realmente

no período do Renascimento (séculos XV e XVI). A descoberta da tinta a óleo no século XIII foi importante para esses avanços, já que seu uso facilitava a criação do efeito de profundidade.

Durante o Barroco, no entanto, é que o acentuado contraste entre claro e escuro intensificou esse efeito, ampliando os limites do realismo. A luz é projetada para guiar o olhar do observador até o acontecimento – geralmente dramático – principal da obra.

[...]

“Gradativamente, a partir do final do século XIX, são formadas alianças mais estreitas entre o que ocorre na ciência e o experimentalismo artístico. A partir do século XX, o artista trabalha a possibilidade de fazer o que circulava no mundo mo-

HABILIDADE DESENVOLVIDA NO CAPÍTULO

(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.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Verifique se os estudantes, ao responderem à questão em *Para começar*, mencionam ser possível enxergar galáxias e estrelas pela emissão de luz e calor por estes corpos celestes.

DE OLHO NA BASE

O conteúdo desta página trabalha a competência geral **3** (fruir manifestação artística ou cultural) e as competências específicas de Ciências da Natureza **2** e **3** (compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza e características e fenômenos do mundo natural), no contexto da identificação da luz como onda eletromagnética e das fontes primárias e secundárias de luz.

derno (avanço tecnológico, mecânico, técnico, hidráulico) ser aparato artístico”, afirma Cristofaro. [...]

[...]

Já na década de [19]60, os primeiros experimentos sendo feitos na área da videoarte com a televisão foram refletindo sobre novas formas de trabalhar a percepção e a luz. O interessante é notar como nenhuma das tecnologias – hoje já difundidas na arte – substituiu a usada anteriormente. [...]

Ciência, luz e vida: pesquisadores avaliam tecnologia como linguagem artística. *UFJF Arquivo de Notícias*, 23 out. 2015. Disponível em: <http://www.ufjf.br/secom/2015/10/23/ciencia-luz-e-vida-pesquisadores-avaliam-tecnologia-como-linguagem-artistica>. Acesso em: 11 fev. 2022.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Ressalte aos estudantes que a velocidade da luz no vácuo é sempre a mesma e independe da frequência da onda.
- A fim de problematizar a propagação retilínea da luz, envolva os estudantes na realização do seguinte experimento: pegue varetas de madeira de diferentes comprimentos (50 cm, 30 cm e 20 cm) e fixe-as em um pedaço de isopor, de modo que elas fiquem perpendiculares à base. Leve o conjunto para uma área iluminada pelos raios de sol. Peça aos estudantes que observem e meçam o tamanho das sombras formadas em diferentes horários. Discuta com eles os resultados observados.
- Caso seja oportuno, traga para a aula duas lanternas com foco dirigido. Apague a luz da sala de aula e, se necessário, com a ajuda dos estudantes, cubra as janelas com panos grossos e escuros. Projete dois feixes de luz que se cruzem. Auxilie os estudantes a perceber que a trajetória de um feixe de luz não é alterada pela trajetória de outro feixe de luz.

DE OLHO NA BASE

O conteúdo das páginas 114 e 115 desenvolve as competências específicas **2** e **3**, ao tratar de conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza e de características e fenômenos do mundo natural – nesse caso, a luz e seus fenômenos.

Em situações como a registrada nesta foto, é possível visualizar os raios de luz em propagação retilínea.



André Paulo Shutterstock.com/DBR



↑ Quando feixes de luz dos refletores se interceptam, sua trajetória não se altera.



↑ A reversibilidade dos raios de luz garante que, se o motorista puder ver pelo retrovisor os olhos das pessoas que estão no banco de trás, estas também conseguem ver os olhos do motorista.

PRINCÍPIOS DA PROPAGAÇÃO DA LUZ

Há três princípios relacionados à propagação da luz: o princípio da propagação retilínea da luz, o princípio da independência dos raios luminosos e o princípio da reversibilidade dos raios luminosos.

PRINCÍPIO DA PROPAGAÇÃO RETILÍNEA DA LUZ

De acordo com o **princípio da propagação retilínea da luz**, a luz se propaga em linha reta quando o meio que ela atravessa é transparente e não apresenta alterações, mantendo sua densidade e demais características físicas constantes em todas as direções do espaço. Meios com essas características são chamados de homogêneos e isotrópicos.

Se a luz se propagar em um meio heterogêneo, como um meio líquido com bolhas de gases, ela apresentará desvios na trajetória.

PRINCÍPIO DA INDEPENDÊNCIA DOS RAIOS LUMINOSOS

Um conjunto de raios de luz é chamado de feixe de luz. Quando dois ou mais feixes de luz se interceptam, um feixe de luz não interfere na trajetória do outro. Isso ocorre porque os raios luminosos são independentes entre si. Essa propriedade é conhecida como **princípio da independência dos raios luminosos**.

PRINCÍPIO DA REVERSIBILIDADE DOS RAIOS LUMINOSOS

O **princípio da reversibilidade dos raios luminosos** afirma que a trajetória dos raios de luz independe do sentido em que a luz está se propagando. Quando o sentido de propagação dos raios luminosos se inverte, sua trajetória não se altera, ou seja, eles mantêm sua trajetória até chegar ao destino. Assim, a trajetória de um raio de luz é a mesma quando este troca o sentido do percurso.

114

(IN)FORMAÇÃO

Sombra e penumbra

A formação da sombra, entendida como a formação de uma região destituída de luz, é uma consequência do princípio de propagação retilínea da luz.

Imaginemos um objeto de dimensões muito pequenas e que emita luz (uma lâmpada caseira vista a grande distância).

Quando a luz emitida por um objeto for a única fonte numa certa região do espaço, então um objeto a uma certa altura do chão produzirá uma sombra [nessa região do espaço]. Isso ocorre porque a luz, ao encontrar o objeto, será impedida de prosseguir, produzindo uma região na qual não existe luz (a sombra). Os demais raios, ao se

propagarem pelo espaço em linha reta, atingirão o piso ou outro objeto criando regiões iluminadas e regiões destituídas de luz (onde existe sombra).

Se a fonte de luz for extensa (não for puntiforme), o caso mais comum, então teremos regiões não atingidas pelos raios luminosos (regiões de sombra) e regiões atingidas por alguns raios luminosos (mas não todos). Essas regiões, de diferentes graduações em função da quantidade de luz, são as regiões de penumbra.

[...]

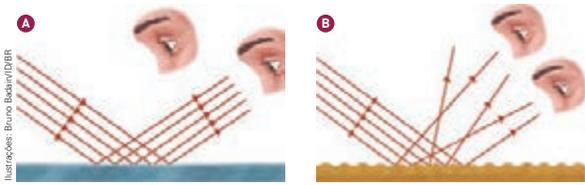
Algumas consequências do princípio da ótica geométrica. *E-Física – ensino de Física on-line*. Disponível em: http://www.cepa.if.usp.br/e-fisica/optica/basico/cap03/cap3_04.php. Acesso em: 9 fev. 2022.

FENÔMENOS ÓPTICOS

Quando a luz atinge um objeto, podem ocorrer quatro fenômenos: a reflexão, a refração, a dispersão e a absorção.

REFLEXÃO

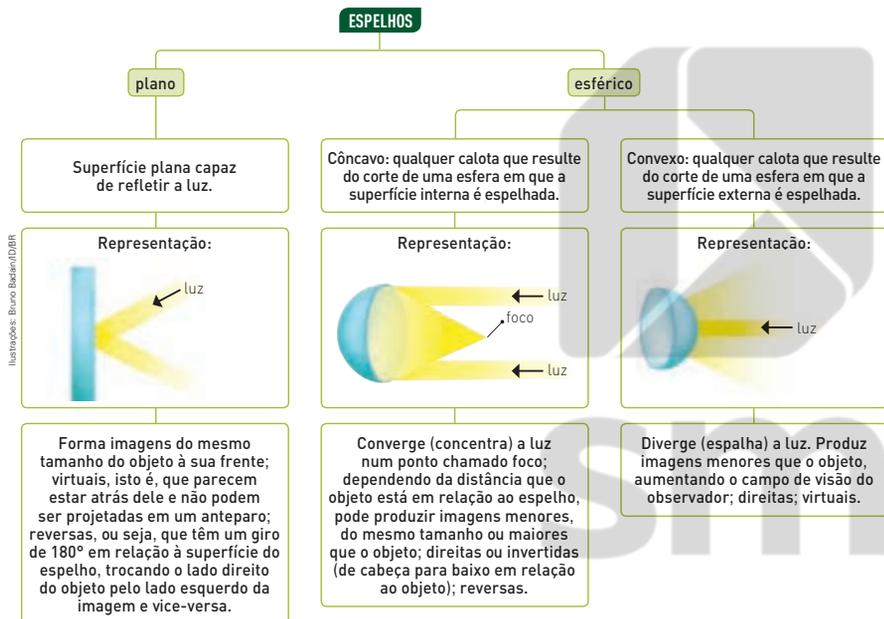
A **reflexão** é um dos fenômenos mais comuns que envolvem a propagação da luz. Ela ocorre quando a luz incide sobre a superfície de separação entre dois meios e não atravessa a superfície, retornando ao meio de onde veio.



Se a superfície na qual a luz incide é lisa (A), ocorre a **reflexão regular**, em que os raios refletidos mantêm a forma do feixe incidente. Se a superfície é rugosa (B), ocorre a **reflexão difusa** ou **difusão**, em que os raios são refletidos de forma desordenada em relação ao formato do feixe incidente. Essa difusão da luz é muito importante no processo de visão, pois permite que um objeto seja visto de ângulos diferentes. (Representações sem proporção de tamanho e distância; cores-fantasia.)

Espelhos

Espelhos são superfícies lisas ou polidas nas quais ocorre a reflexão regular da luz, gerando imagens nítidas. Dependendo da forma geométrica de sua superfície, os espelhos podem ser planos ou esféricos (côncavos ou convexos).



ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Traga espelhos esféricos (côncavos e convexos) para a sala de aula, a fim de comparar as características da imagem formada em cada um deles. Caso não seja possível providenciar esses espelhos, realize a atividade com uma colher ou uma concha metálica nova, que também funcionam como espelhos esféricos. A parte externa da colher comporta-se como um espelho convexo, e a parte interna, como um espelho côncavo.
- Problematize o estudo da reflexão, perguntando aos estudantes sobre a reflexão da luz em diferentes superfícies: “Por que vemos imagens ou reflexos em superfícies metálicas polidas, mas não em paredes aparentemente lisas?”. Depois dessa discussão, faça uma pergunta desafiadora: “Qual ambiente é mais bem iluminado: um quarto com as paredes cobertas por espelhos ou um quarto com as paredes totalmente brancas?”. Há uma tendência a escolher o quarto com as paredes cobertas por espelhos; no entanto, as paredes ásperas pintadas de branco espalham melhor a luz, iluminando mais o ambiente.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Se houver tempo na aula ou mesmo como atividade extraclasse, incentive os estudantes a montar um quadro comparativo entre espelhos e lentes, fazendo analogia de lente convergente com espelho côncavo. Esse quadro poderá ser aprimorado após o estudo das lentes divergentes.
- Ressalte que a formação de imagens advém da captação da luz que chega aos nossos olhos e da interpretação dos impulsos eletroquímicos que chegam ao cérebro.

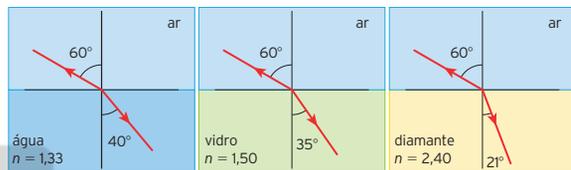
DE OLHO NA BASE

Nas páginas 116 e 117, dá-se continuidade ao desenvolvimento das competências específicas **2** e **3**, no contexto da refração, da dispersão e da absorção de luz. O boxe *Para explorar*, na página 117, promove as competências gerais **5** e específica **6**, ao estimular o uso de tecnologias digitais (simuladores de fenômenos ópticos) no processo de aprendizagem.



↑ A aparência de quebrado do canudo mergulhado no copo com líquido é causada pela refração.

Quando a luz passa de um meio para outro, sua direção de propagação pode mudar. Essa mudança na direção de propagação da luz depende dos pares de materiais que ela atravessa. Na água, a velocidade da luz é 226 000 km/s; no vidro, 200 000 km/s; e no diamante, 125 000 km/s.



DESVIO DA LUZ PODE PRODUZIR MIRAGENS

A miragem é um fenômeno muito comum em dias ensolarados, especialmente em paisagens desérticas ou em rodovias. O aquecimento do ar próximo à superfície da Terra modifica sua densidade, fazendo com que a luz execute uma trajetória não retilínea por meio de sucessivas refrações.

Algumas vezes, o desvio sofrido pela luz é tão grande que ela é refletida, como em um espelho plano. Esse fenômeno, conhecido como reflexão total, explica as miragens.

(A) O olho mágico é um exemplo de lente divergente. (B) As lentes convergentes concentram os raios de luz em seu foco.



REFRAÇÃO

A **refração** é o fenômeno óptico que ocorre quando a luz passa de um meio de propagação para outro com propriedades físicas distintas. O uso de lentes e vidros foscos são exemplos de aplicações ou fenômenos associados à refração.

Em geral, com a refração há mudança na direção da luz e ocorre mudança em sua velocidade de propagação. Em sua trajetória até nossos olhos, a luz muitas vezes atravessa outros meios além do ar, como lentes de óculos ou lentes de contato, a água, o vidro das telas de TV, dos celulares, dos relógios, entre outros. Cada vez que a luz passa de um meio para outro, dizemos que ela sofreu uma refração.

A capacidade de um meio de permitir ou não a passagem da luz é medida por uma grandeza denominada **índice de refração (n)**. Quanto maior for o índice de refração do meio, menor será a velocidade da luz nesse meio e maior será o ângulo de desvio.

A velocidade da luz no ar é praticamente igual à velocidade da luz no vácuo, ou seja, 300 000 km/s. Em materiais como água, vidro e diamante, a luz desloca-se em velocidades menores que 300 000 km/s.

Lentes

As **lentes ópticas** são objetos de material transparente, limitados por duas superfícies, com pelo menos uma delas esférica, e servem para desviar a luz por refração. Muitos aparelhos utilizam lentes, como óculos, telescópios e máquinas fotográficas.

Conforme seu formato, as lentes produzem imagens diferentes de um mesmo objeto. As **lentes divergentes** produzem sempre uma imagem direita e menor que o objeto. As **lentes convergentes**, assim como os espelhos côncavos, produzem diferentes tipos de imagem de acordo com a distância do objeto em relação à lente.

(IN)FORMAÇÃO

A história dos óculos

Três graus de miopia. Hoje, um diagnóstico como esse é bobagem. Afinal, você pode viver normalmente usando um par de óculos. Mas há alguns séculos um problema de visão assim era sinônimo de aposentadoria. O senador romano Marco Túlio Cícero, por exemplo, quase teve que abandonar o emprego quando a idade o impediu de ler sozinho. Como tinha dinheiro, Cícero resolveu o problema do jeito que se fazia na época: comprou escravos que pudessem ler para ele.

As primeiras lentes apareceram no ano 500 a.C. na China – mas, como se acreditava que os problemas de visão eram culpa de espíritos malignos, elas serviam apenas como amuleto. Quase mil anos depois, no século 4, o grego Sêneca, autor de tragédias com fama de ter lido todos os

livros que existiam na época, usava um pote com água para deixar as letras maiores.

Foi apenas pelo ano 1000 que as lentes apareceram na Europa. As primeiras, as pedras de leitura, foram criadas pelos monges católicos, dos poucos alfabetizados na época. Cristais de quartzo, topázio ou berilo eram lapidados em forma de semicírculo e polidos. O resultado era uma lupa primitiva, usada em cima do material que se pretendia ler.

Outras centenas de anos se passaram até que os homens tivessem a ideia de prender a pedra em frente aos olhos. Ou melhor, do olho – os primeiros modelos de óculos, no século 14, eram feitos só para uma vista.

Quando surgiu a versão para dois olhos, tinha o formato de um V invertido. Era preciso segurar as armações com as mãos ou ficar completamente

DISPERSÃO

A luz do sol ou das lâmpadas que iluminam nosso ambiente pode ser decomposta em diferentes cores que, quando recompostas, formam a luz branca. Quando essa luz branca atravessa alguns meios, como prismas, cristais ou superfícies oleosas, é possível separá-la em sete cores, facilmente perceptíveis. Esse fenômeno óptico recebe o nome de **dispersão da luz**.

O arco-íris é um exemplo de dispersão da luz. Mais precisamente, é o resultado da combinação entre dispersão, reflexão e refração da luz nas gotas de água em suspensão na atmosfera. A luz incidente na gota sofre dispersão e reflexão interna antes de refratar-se no ar.



Tales Azor/Photo Imagens

← Gotículas de água suspensas no ar favorecem a formação do arco-íris.

A frequência das cores

A decomposição das cores do espectro de luz se deve à diferença entre as frequências das ondas. Cada cor do espectro está associada a uma frequência e, portanto, a certa energia.

Quanto maior a frequência, maior a energia luminosa transportada pela onda e maior seu desvio em uma refração. É por isso que ocorre a dispersão da luz. A cor vermelha, de menor frequência, transporta menos energia que a cor azul, de alta frequência, e, portanto, sofre menor desvio que a cor azul.

ABSORÇÃO

A **absorção** da luz é um fenômeno fundamental para a manutenção da vida na Terra. As plantas absorvem luz e a transformam, por meio da fotossíntese, em energia química. A água também absorve a luz e a transforma em energia térmica, ajudando a controlar a temperatura do planeta.

Diferentemente da reflexão e da refração, realizadas em condições ideais, nas quais a luz incidente continua como luz após refletir-se ou refratar-se, a absorção da luz envolve sua transformação em outra forma de energia, como química, elétrica ou térmica.



Bruno Badiani/IBBR

↑ Esquema da formação do arco-íris. Dentro das gotículas de água ocorre a dispersão da luz. (Representação sem proporção de tamanho e distância; cores-fantasia.)

PARA EXPLORAR

CienTec

Faça um passeio virtual pelo parque CienTec, onde existem muitas atrações ligadas à natureza e à tecnologia. No passeio virtual, são apresentadas algumas delas. Disponível em: <https://parquecientec.usp.br/passeio-virtual>. Acesso em: 11 fev. 2022.

117

imóvel para que elas permanecessem apoiadas sobre o nariz. Nessa época, óculos eram caríssimos, a ponto de aparecerem listados em testamentos e inventários.

Foi só em 1752 que o inglês James Ayscough criou os óculos com duas hastes laterais. Mas, apesar de terem aberto os olhos de muita gente, os óculos não pegaram de cara. Principalmente na Europa, as pessoas tinham vergonha de aparecer em público usando o acessório. Era considerado coisa de padre que vivia enfiado nos livros – o “nerd” da época. Menos na carola Espanha – lá, as pessoas achavam que ter um objeto de vidro as deixava com um ar mais importante.

Na virada do século, os óculos, principalmente em formas menos utilitárias, como o monóculo e

o *pince-nez*, se tornaram símbolo de pedantismo. Mas a industrialização baratearia e banalizaria o acessório, ao ponto de hoje uma deficiência visual moderada e tratável nem ser mais considerada deficiência de verdade. Gandhi, o ícone da pobreza voluntária, poderia ser eternizado com eles.

SOALHEIRO, Bárbara. Como fazíamos sem... óculos? *Aventuras na História*, 12 maio 2017. Disponível em: <https://aventurasnahistoria.uol.com.br/noticias/almanaque/como-faziamos-sem-oculos.phtml>. Acesso em: 11 fev. 2022.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Aproveite para explicar aos estudantes que a sequência das cores de um arco-íris é sempre a mesma: a vermelha estará sempre na parte de cima e a violeta, sempre na parte de baixo.
- Se for possível, traga um prisma para a sala de aula e mostre aos estudantes que, quando um feixe de luz (de uma lanterna, por exemplo) incide no prisma, a luz é decomposta. Não se esqueça de deixar a sala o mais escura possível, apagando a luz e fechando as cortinas.

OUTRAS FONTES

RAMOS, Maria. *Miragens no deserto*. *Invivo*, Fundação Oswaldo Cruz, 30 nov. 2021. Disponível em: <http://www.invivo.fiocruz.br/cienciaetecnologia/miragens-no-deserto/>. Acesso em: 11 fev. 2022.

O texto explica como se formam as miragens, relacionando-as aos fenômenos ópticos.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- O trabalho desenvolvido nesta seção proporciona o uso de metodologias ativas para verificar a alternância da percepção das cores pelo olho humano.
- Trabalhe o conceito de que as cores também são determinadas pela luz que os objetos refletem. Verifique a compreensão do conceito pela turma, retomando-o sempre que julgar necessário.
- Comente com os estudantes que a visão das cores para o ser humano ocorre pela identificação de três cores de luz – vermelho, verde e azul – e que a mistura dessas cores nos permite enxergar uma variedade de outras diferentes cores.
- Especialmente em turmas numerosas, planeje a atividade para que, ao fim dela, cada grupo tenha a oportunidade de compartilhar os resultados obtidos. Ao relatarem reflexões e descobertas, caminhos utilizados, como e por que optaram por tais caminhos, os estudantes aprendem a ouvir uns aos outros, além de conhecer diferentes estratégias para solucionar problemas semelhantes.

A composição das cores

Você viu que a luz é uma parcela do espectro eletromagnético. Cada cor de luz tem uma frequência e um comprimento associado. Com qual cor será visto um objeto branco se o iluminarmos com luz vermelha? E se o iluminarmos com luz verde? A cor de um objeto é invariável ou depende da cor da luz que o ilumina? Para responder a essas perguntas, você e os colegas, em grupo, realizarão dois experimentos.

Material

- 3 lanternas
- papel-celofane azul
- papel-celofane vermelho
- papel-celofane verde
- 1 cartolina branca
- 1 cartolina azul
- 1 cartolina vermelha
- fita adesiva

Como fazer

Experimento I

- 1 Para cada cor de papel-celofane, recortem um pedaço suficiente para envolver a parte da lanterna que emite luz, como mostra a ilustração ao lado.
- 2 Envolvam cada lanterna com uma cor de papel-celofane, fixando-o com a fita adesiva. Certifiquem-se de que não há luz branca passando. Se necessário, coloquem mais de uma camada de papel-celofane.
- 3 Escureçam a sala e iluminem as cartolinas branca, azul e vermelha com a lanterna envolvida com papel-celofane azul. Copiem no caderno o modelo de tabela a seguir e anotem a cor que vocês observam em cada cartolina.



Ilustrações: Raphael Morant/DBR



(IN)FORMAÇÃO

A composição das cores

Essencialmente, a cor de um objeto se origina da cor da luz que ele emite. Um objeto pode emitir luz própria, luz refletida ou ambas. Para simplificar a abordagem [...], vamos considerar apenas a situação mais simples e comum em que um corpo é iluminado por luz branca, que contém todas as cores do espectro visível. Neste caso a cor do objeto resulta da composição das cores que ele reflete, podendo ocorrer de duas maneiras:

- pela subtração das cores que ele absorve;
- pela soma das cores nele incidentes e não absorvidas.

O primeiro caso, embora mais complexo, é o mais conhecido: um corpo iluminado por luz branca parece azul quando absorve todas as

cores da luz que nele incidem, menos o azul. Se absorver todas as cores menos o verde, o corpo parece verde. Mas se absorver todas as cores menos o ciano (azul esverdeado) e o amarelo estas se combinam e o corpo também parece verde. Absorvendo todas as cores menos o azul, o verde e o vermelho, o corpo parece preto. [...]

[No] segundo caso, [...] não ocorre absorção ou soma de cor, pois o anteparo branco reflete todas as cores que nele incidem. Essa é uma propriedade dos corpos brancos. Como todas as cores são refletidas, a cor emitida depende diretamente da cor da luz incidente: se a luz incidente for verde, vemos o verde, se for o azul, vemos o azul, e assim por diante. Quando nenhuma luz atinge uma região do anteparo e não há luz no ambiente (como no cinema) essa região parece preta.

Se três fontes de luz – vermelha, verde e azul, por exemplo – incidirem simultaneamente na mesma região do anteparo, essa região vai parecer branca. Por isso essas três cores são chamadas cores-luz primárias, em contraposição às cores-pigmento primárias que, somadas, dão o preto [...]. Assim como as cores-pigmento, as cores-luz superpostas produzem as demais cores; por exemplo: o vermelho e o verde produzem o amarelo; o azul e o vermelho, o magenta (carmin); o verde e o azul, o ciano. [...]

GASPAR, Alberto. *Experiências de ciências para o Ensino Fundamental*. São Paulo: Ática, 2009. p. 203-204.

- 4 Repitam o procedimento com as lanternas envolvidas nas cores vermelha e verde.

	Cartolina branca	Cartolina azul	Cartolina vermelha
Luz azul	|||||	|||||	|||||
Luz vermelha	|||||	|||||	|||||
Luz verde	|||||	|||||	|||||

Experimento II

No experimento anterior, vocês projetaram sobre as cartolinas feixes de luz das cores azul, vermelha e verde. Essas são as chamadas cores primárias. Agora, imaginem que feixes de luz de cores primárias sejam sobrepostos. O que vocês imaginam que deve ocorrer?



- 1 Com as lanternas montadas anteriormente, pensem em maneiras de verificar suas hipóteses. Reflitam como realizar os testes de modo a chegar a conclusões seguras. Determinem os materiais necessários e organizem o experimento.
- 2 Lembrem-se também de registrar de forma organizada os resultados observados, para que compreendam a informação ao reler o que escreveram.

Para concluir

Responda sempre no caderno.

1. O que vocês observaram ao iluminar as cartolinas com diferentes cores de luz? **Resposta pessoal.**
2. Que resultados vocês observaram nos experimentos elaborados para verificar o que acontece com a mistura de luzes de cores diferentes? **Resposta variável.**
3. De acordo com os resultados observados nesses experimentos, como você explica as cores que vê nos objetos? Faça um esquema ilustrando sua explicação. **Resposta pessoal.**

PARA CONCLUIR

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

1. Espera-se que os estudantes percebam que as cores da cartolina mudam de acordo com o feixe de luz emitido.
2. Espera-se que os estudantes relatem a formação de novas cores, resultantes da combinação das cores primárias.
3. Se necessário, auxilie os estudantes, sanando eventuais dúvidas durante a elaboração dos esquemas.

DE OLHO NA BASE

Neste momento, promovem-se o processo cognitivo, o objeto de conhecimento e o modificador da habilidade **EF09CI04**. Em relação às competências, são desenvolvidas a competência geral da Educação Básica **2** e a competência específica de Ciências da Natureza **2** (recorrer à abordagem própria das ciências e dominar processos, práticas e procedimentos da investigação científica).

OUTRAS FONTES

Visão de cor. PhET Interactive Simulations, University of Colorado Boulder, 23 set. 2021. Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/color-vision/latest/color-vision_pt_BR.html. Acesso em: 11 fev. 2022.

Os simuladores *on-line* possibilitam interagir com fontes de luz e outras variáveis, mostrando como o cérebro humano interpreta as informações sobre as cores.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Se for possível, traga para a aula uma lanterna de feixe estreito e uma lanterna de feixe largo, além de bolas de diferentes tamanhos (bola de tênis, bola de futebol e bola de basquete). Antes da aula, ajuste a distância entre a parede, a bola menor e a lanterna, para que a zona de penumbra fique evidente. Durante a aula, demonstre aos estudantes as diferenças encontradas ao se iluminar as bolas de vários tamanhos com a lanterna de feixe estreito e a de feixe largo (o feixe de luz mais estreito que o diâmetro da bola não produz penumbra). Peça a eles que levantem hipóteses para explicar as observações feitas e, então, explore com eles as representações e as explicações da página do Livro do Estudante.
- Caso julgue oportuno, aproveitando os recursos das bolas e das lanternas, peça aos estudantes que expliquem o eclipse lunar e o eclipse solar.

DE OLHO NA BASE

O conteúdo desta página trabalha as competências específicas de Ciências da Natureza **2** e **3** (compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza e características e fenômenos do mundo natural), no contexto da formação de sombras e penumbras.

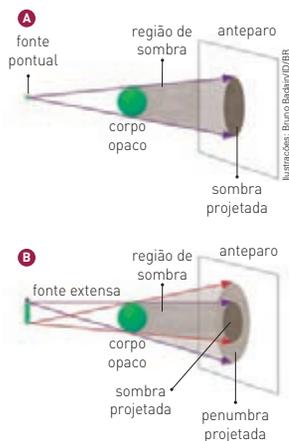
LUZ E SOMBRA

A **sombra** é uma região escura formada atrás de um objeto opaco posicionado na trajetória da luz. A formação da sombra é uma consequência da propagação retilínea da luz.

Se a fonte luminosa for pontual ou puntiforme (muito pequena em relação ao objeto iluminado), só haverá formação de sombra. Se a fonte for extensa, além da sombra, será formada uma região de pouca luz, denominada **penumbra**.

O tamanho das sombras pode ser aplicado para determinar a altura de objetos. Se colocarmos uma haste de altura h em posição vertical próxima a um prédio de altura H , poderemos comparar o tamanho da sombra da haste (s) com a do prédio (S). Aplicando a semelhança de triângulos, teremos a seguinte fórmula:

$$\frac{H}{h} = \frac{S}{s}$$



↑ (A) Representação da sombra projetada de um corpo opaco iluminado por fonte luminosa pontual. (B) Representação da sombra e da penumbra projetadas por uma fonte luminosa extensa.

A projeção da sombra de um prédio → permite o cálculo de sua altura. (Representação sem proporção de tamanho e distância entre os elementos; cores-fantasia.)

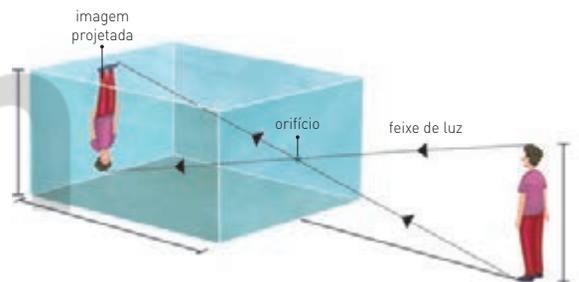


CÂMARA ESCURA DE ORIFÍCIO

A **câmara escura de orifício** é uma caixa quase totalmente fechada, com apenas um pequeno orifício em uma das faces. A luz passa por esse orifício e projeta, na parte interna da face oposta, uma imagem invertida de qualquer objeto que esteja no exterior da caixa e diante do orifício.

A invenção da câmara escura permitiu o surgimento das câmaras de projeção cinematográfica e das máquinas fotográficas.

Esquema de uma câmara escura. → Como a propagação da luz é retilínea, a imagem projetada na face interna da caixa é proporcional e invertida em relação ao objeto. (Representação sem proporção de tamanho e distância; cores-fantasia.)



120

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

CONSTRUÇÃO DE UMA CÂMARA ESCURA DE ORIFÍCIO

Objetivo

Construir uma câmara escura e observar, em seu interior, a imagem projetada da chama de uma vela.

Material

- 1 lata de leite em pó ou similar
- $\frac{1}{2}$ folha de cartolina preta
- 1 folha de papel vegetal cortada em um quadrado de 15 cm de lado
- 1 vela
- 1 prego fino
- tesoura com pontas arredondadas
- martelo

Como fazer

- Forre a parte interna da lata com a cartolina preta.
- Com o prego, o professor deve fazer um pequeno furo no fundo da lata.
- No lugar da tampa da lata, estique e cole o papel vegetal. Ele deve ficar bem esticado, pois a imagem será projetada nesse local.
- Enrole e cole ao redor da lata o restante da cartolina preta, deixando uma sobra do tubo de cartolina na extremidade da lata em que está o papel vegetal, para que a claridade do ambiente não atrapalhe a visualização da imagem.
- Aponte o furo da lata na direção da vela. Aproxime o rosto do tubo de cartolina preta. Faça no caderno um desenho esquemático do experimento, mostrando como a imagem se formou.

Questões para discussão

1. Como a imagem se formou?
2. Qual é o caminho da luz desde a vela até o papel vegetal?
3. Qual é a função do papel vegetal, da cartolina e do furo no experimento?
4. Qual é o princípio do funcionamento da câmara escura?

ATIVIDADES

1. A formação de sombras e de penumbras, além dos eclipses, são consequência da propagação retilínea da luz.

Responda sempre no caderno.

7. Por causa de seu formato, esse tipo de espelho apresenta um campo visual maior, superando, assim, os espelhos planos.

1. Cite dois fenômenos ópticos associados à propagação retilínea da luz.
2. Quando um feixe de luz incide na superfície do mar, que fenômenos ópticos podem ocorrer?
3. Para responder às questões, observe a tabela a seguir, que mostra a velocidade da luz em diferentes meios.

Velocidade da luz em diferentes meios	
Meio	Velocidade (km/s)
água	226 000
vidro	200 000
diamante	125 000

Supondo que a luz se deslocando no ar refrate em cada um desses materiais, responda:

- a) Em qual dos meios o ângulo de refração será maior? **Na água.**
- b) Em qual deles o ângulo de refração será menor? **No diamante.** **c) O ângulo de refração aumenta quando o feixe passa do vidro para a água e diminui quando passa da água para o vidro.**
- c) Se um feixe de luz passar do vidro para a água, o que acontecerá com o ângulo de refração? E o que acontecerá com esse ângulo se o feixe passar da água para o vidro?

4. Leia o texto e, depois, faça o que se pede.

Odontologistas utilizam com frequência espelhos côncavos para obter imagens maiores dos dentes dos pacientes. Essas imagens ampliadas permitem visualizar melhor os dentes para a detecção de cáries. **Veja resposta em Respostas e comentários.**

Os telescópios, utilizados para observar objetos muito distantes, como os corpos celestes, também fazem uso de espelhos côncavos.



- É correto afirmar que, no telescópio, a função dos espelhos também é criar imagens maiores dos corpos observados?

2. Uma parte do feixe de luz é refletida, o que permite enxergarmos a superfície da água; outra é refratada e, quando refletida, permite ver o que há dentro da água (supostamente limpa); e outra parte do feixe de luz é absorvida, fazendo a água se aquecer.

5. Ao desenhar uma menina em frente a um espelho plano, o cartunista cometeu alguns erros.

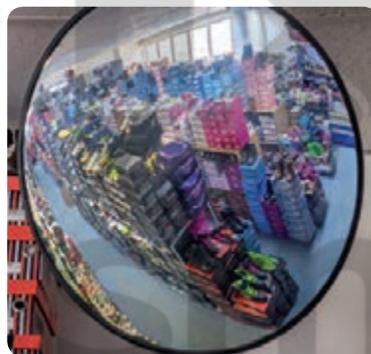


- Identifique na figura três erros relacionados às propriedades das imagens produzidas por espelhos planos. Em seguida, escreva esses erros no caderno e justifique sua resposta. **Veja resposta em Respostas e comentários.**

6. No show de uma banda de rock, o vocalista usou uma roupa de pigmentos puros com listras brancas, azuis e vermelhas. Para criar efeitos especiais, sua roupa era alternadamente iluminada por luzes de cores branca, vermelha e verde. Faça uma pesquisa sobre o tema e responda: De quais cores sua roupa seria vista quando iluminada:

- a) apenas por luz branca?
 - b) apenas por luz vermelha?
 - c) apenas por luz verde?
- a), b) e c) Veja respostas em Respostas e comentários.**

7. Espelhos esféricos convexos são muito utilizados nas portas de garagem e de elevadores, em estabelecimentos comerciais, entre outros.



- Que características desse tipo de espelho favorecem seu uso nessas situações?

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

1. Os estudantes podem citar desde situações cotidianas, como utilizar as mãos para impedir que um feixe de luz incomode os olhos, até fenômenos menos corriqueiros, como um eclipse, em que a Terra ou a Lua obstruem a passagem da luz solar.
2. Observe se os estudantes mencionam os três fenômenos que ocorrem simultaneamente. Pode ser que as respostas dadas mencionem apenas um dos fenômenos.
3. Note se os estudantes relacionam corretamente a velocidade de propagação da luz no meio ao índice de refração nesse meio. Quanto menor a velocidade de propagação da luz no meio, maior é o índice de refração desse meio.
4. Sim. Apesar de os corpos celestes serem de grandes dimensões, eles estão a distâncias muito grandes da Terra. Por isso, nós os vemos em tamanho muito pequeno a olho nu. Assim, o telescópio propicia o aumento necessário, para que possamos observar esses corpos com mais detalhes.
5. Os erros na figura são a posição das pernas da menina, o sinal da placa e a posição da Lua. Esses erros ocorreram porque o cartunista não representou corretamente a imagem reversa desses itens da figura.
6. **a)** As cores não mudariam; portanto, a roupa seria vista em branco, vermelho e azul.
b) Como o branco reflete todas as cores, inclusive o vermelho, a cor branca pareceria vermelha, a cor vermelha refletiria o vermelho e a cor azul, por absorver o vermelho, não teria o que refletir e pareceria preta.
c) Como o branco reflete todas as cores, inclusive o verde, a cor branca pareceria verde e as cores vermelha e azul absorveriam o verde e não teriam o que refletir, tornando-se, então, pretas.
7. Se julgar pertinente, peça aos estudantes que citem outros locais onde se encontram espelhos convexos com o propósito de aumentar o campo visual. Saídas de garagens e portas de ônibus são exemplos.

ESTRATÉGIAS DE APOIO

Como no capítulo anterior, o uso de simuladores constitui importante ferramenta de apoio para os estudantes que eventualmente apresentem dificuldades em compreender o tema do capítulo. A exibição de vídeos também pode auxiliar na compreensão do tema pelos estudantes. Avalie ainda a pertinência de trazer para a sala de aula espelhos, lupas e lentes, a fim de revisar o conteúdo dos fenômenos ópticos.

Após a exibição de vídeos e a exploração de simuladores, pode-se fazer uma roda de conversa com os estudantes e reavaliar se os pontos frágeis do aprendizado obtiveram ganhos.

DE OLHO NA BASE

Por meio das atividades desta seção, são promovidas as competências específicas de Ciências da Natureza **2 e 3** (compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza e características e fenômenos do mundo natural).

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Esta seção possibilita conhecer de maneira um pouco mais aprofundada algumas características do desenvolvimento científico, especificamente como as ideias excludentes para determinado fenômeno são abordadas entre cientistas. Em alguns casos, o prestígio e a influência de certos pesquisadores podem inibir o desenvolvimento de ideias contrárias às deles, mesmo que de maneira involuntária. Isso ajuda a evidenciar o caráter político da ciência, mostrando que as descobertas científicas são influenciadas pelo ambiente econômico e social de uma época.
- É importante ressaltar que mesmo os cientistas famosos e com grande colaboração para a ciência podem errar. Isso não anula a contribuição deles para o avanço científico; por exemplo: tanto Hooke quanto Newton postularam hipóteses que se mostraram falhas, mas ambos foram importantes para o desenvolvimento científico.
- Para dar uma ideia ainda mais dinâmica do desenvolvimento científico, mencione que, mesmo após as ideias de Newton se tornarem dominantes, outros cientistas, como o britânico Thomas Young (1773-1829) e o francês Augustin Jean Fresnel (1788-1827), apresentaram trabalhos que contrariavam alguns fundamentos dessas ideias.

DE OLHO NA BASE

Esta seção apresenta informações importantes para a compreensão do conhecimento científico sobre a natureza da luz, promovendo as competências específicas 2 e 3. Além disso, desenvolve a competência geral da Educação Básica 1 e a competência específica de Ciências da Natureza 1 (valorizar os conhecimentos historicamente construídos e compreender as Ciências da Natureza como empreendimento humano e o conhecimento científico como provisorio, cultural e histórico).

CIÊNCIA DINÂMICA

A natureza da luz

Há muito tempo, o ser humano tem buscado compreender a natureza da luz e interpretar os fenômenos relacionados a ela. Do ponto de vista da história da ciência, as explicações apresentadas têm sido fonte de incessantes experiências e questionamentos.

Os primeiros relatos documentados datam do Período Clássico grego (entre os séculos V a.C. e IV a.C.). Naquela época, considerava-se que a luz solar ou luz branca fosse pura, ou seja, que não fosse composta de uma mistura de raios de diferentes cores. Quando a luz atravessava um prisma, por exemplo, a decomposição da luz observada era reconhecida como um exemplo de transformação, ou seja, considerava-se que o prisma transformava a luz branca em uma série de cores.

Os trabalhos do físico, matemático e astrônomo inglês Isaac Newton (1643-1727) apresentaram outra forma de explicar alguns fenômenos ópticos e a natureza da luz.

Experimentos ópticos de Isaac Newton

[...] Em 1666, Newton começou a estudar o [...] fenômeno das cores usando, para isso, um prisma de vidro que havia comprado na feira de Sturbridge, por volta de 1665. Trancado em seu quarto escuro, Newton fez um pequeno orifício na veneziana da janela e colocou o prisma para receber a luz solar que por ele passava. Ele percebeu que essa luz branca era decomposta nos raios (cores) do arco-íris (fenômeno esse mais tarde conhecido como dispersão da luz). Além disso, observou que essas cores apresentavam uma forma **oblonga**, em vez de ser circular, como se esperava em virtude da lei da refração conhecida [...].

Convencido de que essas cores estavam presentes na própria luz solar branca e que as mesmas não foram criadas no prisma, como se acreditava nessa época, Newton realizou um outro tipo de experiência na qual fez passar essas cores do arco-íris por um segundo prisma invertido em relação ao primeiro, reproduzindo, dessa forma, e em uma tela, a luz branca original. Na continuação dessas experiências, Newton observou que, se apenas uma cor do arco-íris atravessasse o prisma, não haveria mais a decomposição cromática, já que o feixe de luz que emergia do prisma apenas alargava-se ou estreitava-se dependendo do ângulo de incidência inicial, permanecendo, assim, da mesma cor. Em vista dessas experiências, Newton formulou a hipótese de que a luz branca nada mais era do que uma mistura das cores do arco-íris. Para confirmar essa hipótese, Newton fez uma outra experiência na qual usou um disco colorido – o famoso disco de Newton – que, ao ser girado, o mesmo aparecia branco. [...]

José Maria Bassalo. A primeira controvérsia epistolar: Newton e Hooke. *Seara da Ciência*. Disponível em: <https://seara.ufc.br/wp-content/uploads/2019/03/folclore227.pdf>. Acesso em: 11 fev. 2022.

oblongo: alongado.

↓ Gravura do século XIX representando, com algumas imprecisões, o experimento de Newton.



Coleção particular. Fotografia: IDBR

OUTRAS FONTES

BORGES, Dayane. Fóton: história, características e principais aplicações. *Conhecimento Científico*. Disponível em: <https://conhecimentocientifico.com/foton/>. Acesso em: 11 fev. 2022.

FORATO, Thaís C. M. Newton × Hooke. *Biografias Científicas*. Disponível em: <http://www.ghtc.usp.br/Biografias/Newton/Newtonnxx.htm>. Acesso em: 11 fev. 2022.

Nos textos indicados, é possível obter mais informações sobre o assunto abordado na seção e complementá-lo. O primeiro texto discute a história da hipótese da natureza corpuscular da luz, e o segundo texto traça uma breve biografia de Isaac Newton.

Nem toda a comunidade científica concordava com os resultados obtidos e as explicações propostas por Newton. Para ele, a luz era formada de pequenas partículas, chamadas de corpúsculos, o que explicava a propagação retilínea da luz.

Leia o texto a seguir, que trata de outra concepção para a natureza da luz.

Trabalhos de Robert Hooke e Christiaan Huygens

Em 1665, Robert Hooke, outro defensor de uma teoria ondulatória mecânica, publica sua *Micrographia*, em que descreve observações ao microscópio das “cores de lâminas delgadas”, explicadas hoje como um fenômeno [ondulatório] [...]. Para Hooke, a luz seria constituída por pulsos de pequena amplitude, propagando-se em um meio contínuo, e possuiria apenas duas cores básicas, o vermelho e o azul. As demais cores seriam geradas a partir dessas duas [...].

[...] O primeiro trabalho de Newton foi severamente criticado por Flamsteed, Huygens e, sobretudo, por Hooke, que acusava Newton de conceber a luz como uma substância material, ou seja, corpuscular. Talvez por isso [Newton] tenha postergado a publicação de sua *Óptica* até 1704, após a morte de Hooke, ocorrida em 1703.

[...]

O Tratado da Luz de Huygens, de 1690, é dividido em 6 capítulos.

[...]

Com respeito ao caráter ondulatório, ele faz uma analogia com as ondas sonoras no ar, que são mecânicas e longitudinais:

“Sabemos que por meio do ar, que é um corpo invisível e impalpável, o som se propaga em torno do local em que é produzido, por um movimento que passa sucessivamente de uma parte a outra do ar, e que a extensão desse movimento se faz com igual velocidade por todos os lados, formando-se como ondas esféricas que se alargam permanentemente e vêm tocar nosso ouvido. Ora, não há qualquer dúvida que a luz venha também de corpos luminosos até nós por meio de algum movimento impresso à matéria entre os dois, pois já vimos que isso não pode ocorrer pelo transporte de um corpo que passaria de um a outro.”

Fabio W. O. da Silva. A evolução da teoria ondulatória da luz e os livros didáticos. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 29, n. 1, p. 149-159, 2007. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/060207.pdf>. Acesso em: 11 fev. 2022.

Em discussão

Responda sempre no caderno.

- De acordo com o texto, a explicação de Newton sobre a composição da luz era igual à dos gregos antigos? Justifique sua resposta. **Não, pois Newton considerava que a luz branca era formada por luzes coloridas, enquanto os gregos acreditavam que as luzes coloridas eram geradas por transformações na luz branca.**
- A obra *Micrographia*, de Hooke, tinha uma grande aceitação entre os cientistas quando Newton, aos 29 anos de idade, apresentou seu primeiro artigo que tratava de uma nova teoria de luz e cores. Em sua opinião, a influência de um cientista no meio acadêmico pode afetar a aceitação de um modelo ou de uma teoria científica? Justifique sua resposta. **Respostas pessoais.**

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Proponha aos estudantes que façam uma pesquisa sobre a biografia de algum cientista que se envolveu em controvérsias. Oriente a turma a ter como foco da pesquisa uma ou mais controvérsias em que o cientista se envolveu. Se julgar pertinente, indique os textos sugeridos no box *Outras fontes*, na página 122.

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

- Aproveite o momento para comentar com os estudantes sobre o dinamismo do conhecimento científico. Diversas explicações de pensadores da Antiguidade sobre fenômenos da natureza que se mostraram equivocadas foram aprimoradas ou revistas conforme o conhecimento acumulado ao longo do tempo. Esse é um processo comum do fazer científico: muitas ideias que um dia foram aceitas podem ser abandonadas ou substituídas por outras que apresentam um conjunto de evidências teóricas ou experimentais.
- Além de realizar o trabalho de pesquisa, um cientista geralmente ensina outros estudiosos, compartilhando seu conhecimento e alguns pontos de vista e possibilitando que esses conhecimentos e pontos de vista influenciem o meio acadêmico. Além disso, o conhecimento científico não é definitivo, ou seja, ele sempre será submetido a testes. Portanto, um cientista que se oponha a uma ideia pode estar testando determinada linha de raciocínio.

ATIVIDADES INTEGRADAS

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

1. e 6. Aproveite estas atividades para discutir a importância de manter hábitos necessários à saúde auditiva, no que diz respeito às condições do ambiente.
2. e 4. Se julgar pertinente, reforce com os estudantes que apenas as ondas eletromagnéticas se propagam no vácuo e que o espaço entre a estação espacial e a Terra pode ser considerado um vácuo.
3. Pergunte aos estudantes se eles já conheciam esse tipo de cálculo que se faz para estimar a distância que se está do local da queda de um raio. Essa regra serve como uma boa aproximação.
5. Comente com os estudantes que a concentração da energia solar promovida pelo forno pode elevar a temperatura a mais de 3000 °C.
7. Caso julgue necessário, participe da discussão sobre como é possível minimizar os efeitos da poluição sonora, ajudando os estudantes a identificar, no cotidiano, as fontes dessa poluição, bem como os meios para reduzi-la. Incentive a turma a promover uma campanha para a diminuição da poluição sonora, confeccionando cartazes contendo textos e ilustrações. Se possível, espalhem os cartazes pela escola.
8. Esta atividade aborda os fenômenos da reflexão e da absorção da luz e a transformação de energia solar em energia química.
9. a) A onda mecânica, que se propaga na vara e no colchão. Além disso, no momento do salto e da queda, podem ser produzidas ondas sonoras (ondas mecânicas longitudinais que se propagam no ar).
b) A oscilação da vara e a queda do atleta no colchão.
c) Quanto menos elástico (com maior constante elástica) for o material da vara, maiores serão a frequência e a amplitude das ondas produzidas.

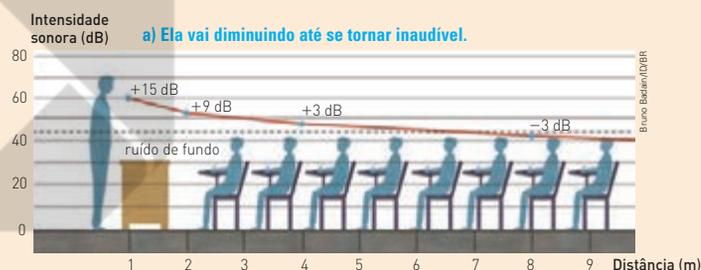
4. A luz é uma onda eletromagnética e se propaga no vácuo. Por ser uma onda mecânica, o som não se propaga no vácuo. Portanto, não se deveria ouvir o som da explosão de uma nave em filmes de ficção científica.

1. Em um show musical, a fiscalização constatou que o nível de intensidade sonora era de 80 dB.
 - Faça uma pesquisa e responda: Essa intensidade sonora é prejudicial ao ser humano? Por quê? **Essa intensidade sonora é prejudicial à saúde do ser humano, pois ruídos de intensidade superior a 50 dB podem causar estresse e mudanças fisiológicas.**
2. Quando os astronautas querem se comunicar com a Terra, utilizam um sistema de transmissão. Que tipo de onda dá suporte a essa comunicação? **Ondas eletromagnéticas.**
3. Em um dia chuvoso, uma pessoa vê um relâmpago e ouve o som do trovão apenas 3 segundos depois. **Como a velocidade do som é aproximadamente 340 m/s, ele percorre 340 m em 1 s e 1020 m em 3 s. Portanto, a distância entre a pessoa e o relâmpago é 1020 m.**
4. Em filmes de ficção científica que apresentam batalhas entre naves espaciais, os efeitos criados pela computação gráfica incluem luzes de tiros e som de explosões.
 - Explique qual desses efeitos especiais não está de acordo com o que você aprendeu sobre ondas. Justifique sua resposta.
5. O forno solar é uma aplicação de espelhos côncavos. Esses espelhos podem ser utilizados para produzir altas temperaturas, ajudando a converter a energia luminosa em energia térmica.
 - Explique como é possível produzir altas temperaturas em um forno solar. **Como concentram luz, os espelhos côncavos podem ser utilizados para produzir altas temperaturas.**



Forno solar na cidade de Odeillo, na França. Foto de 2012.

6. No diagrama a seguir, a linha pontilhada assinala a faixa mínima de clareza para a audição humana. Os pontos no gráfico mostram valores, em decibéis, em relação à faixa mínima de clareza conforme o afastamento da fonte.



- Descreva o que acontece com a intensidade sonora conforme a fonte se afasta.
 - Explique por que isso ocorre. **A energia da onda se dispersa à medida que ela se afasta da fonte, diminuindo sua amplitude.**
 - A partir de qual distância as pessoas deixam de ouvir com clareza o que é dito? **Cerca de 8 m.**
7. Dois fatores são determinantes para a amplitude dos danos da audição: o nível do ruído e o tempo de exposição.
 - Sabendo disso, que atitudes você pode tomar para minimizar os efeitos da poluição sonora? **Resposta pessoal.**

124

ESTRATÉGIAS DE APOIO

As atividades desta seção servem de subsídio para a realização de uma avaliação final, a fim de verificar se há pontos frágeis no aprendizado dos estudantes.

Caso os estudantes apresentem dificuldade, avalie retomar os textos da unidade, realizar pesquisas complementares e utilizar recursos digitais de aprendizagem. A elaboração de um mapa de conteúdos coletivo com os estudantes também é uma estratégia interessante.

Ao final, avalie se os estudantes obtiveram ganhos de aprendizado.

8. a) Não, pois a planta não cria energia, mas, sim, converte a energia luminosa em outro tipo de energia.

8. Leia o texto e, depois, responda às questões.

A maioria das plantas é verde ou apresenta estruturas verdes, como as folhas. Esses organismos absorvem a luz solar para realizar reações químicas, que produzem moléculas utilizadas como fonte de energia pela planta ou por um organismo que se alimente dela.

- a) É correto dizer que a planta criou energia?
 b) A planta utiliza nesse processo toda a luz solar absorvida ou apenas uma parte dela?
 Explique. **Ela não utiliza toda a luz solar, pois parte dela, geralmente a luz verde, é refletida.**

9. Leia o texto, observe a imagem e responda às questões a seguir.

O salto com vara é uma modalidade esportiva que pode ser descrita por meio de muitos fundamentos da Física, entre eles os associados ao conceito de onda.

Observe a fotografia a seguir. Durante o salto, a vara flexiona-se e, depois que a atleta a solta, a vara oscila, produzindo um leve som. Após passar pelo obstáculo, a atleta cai sobre um colchão, que minimiza os impactos da queda. O choque provocado nessa queda também produz som.



↑ Atleta realizando salto com vara.

a), b) e c) Veja respostas em **Respostas e comentários**.

- a) Que tipos de onda são produzidos nessa situação? Em quais meios eles se propagam?
 b) Que perturbações causam essas ondas?
 c) Qual é a relação entre a elasticidade do material de que é feita a vara e as ondas produzidas?

10. Leia o texto e, depois, faça o que se pede.

Filtros solares são loções, cremes ou óleos utilizados para proteger a pele contra a ação da radiação ultravioleta (UV), minimizando a quantidade desse tipo de radiação que atinge nossa pele. Eles podem ser de dois tipos: os físicos (chamados de bloqueadores solares), que refletem e espalham a radiação UV, e os químicos (chamados de protetores solares), que a absorvem. **a) e b) Veja respostas em Respostas e comentários.**

a) Sobre esse assunto, faça uma pesquisa a respeito dos seguintes itens:

- Por quanto tempo podemos nos expor ao sol sem prejudicar a pele?
- Quais são os efeitos nocivos do excesso de bronzeamento e como esses efeitos podem ser evitados?
- Há diferenças entre bronzeador, bloqueador e protetor solar?
- O que é o fator de proteção solar (FPS), que aparece nas embalagens dos filtros solares?

b) Elabore um texto curto, de, no máximo, quatro parágrafos e com as informações pesquisadas, e entregue-o ao professor.

11. Sobre a câmara escura de orifício, responda:

- a) A que princípio da propagação da luz ela pode ser relacionada? **Ao princípio de propagação retilínea da luz.**
 b) Qual foi a importância de sua invenção? **Possibilitou o surgimento das câmaras de projeção cinematográficas e das máquinas fotográficas.**

12. Pessoas com deficiência podem conviver plenamente em sociedade, desde que lhes sejam fornecidos recursos de acessibilidade. No entanto, em caso de eventos excepcionais, como enchentes ou terremotos, as dificuldades para essas pessoas podem ser maiores.

- a) Por que é importante ser solidário com pessoas que têm algum tipo de deficiência?
 b) Você ou pessoas próximas já precisaram oferecer apoio a pessoas com deficiência? Caso isso tenha acontecido, relate a experiência aos colegas.

a) e b) Veja respostas em **Respostas e comentários**.

10. a) Podem ser utilizadas as seguintes informações:

- O tempo de exposição ao sol vai depender das características individuais da pessoa exposta.
- Entre os efeitos nocivos podem ser citados queimaduras, tumores, envelhecimento precoce, entre outros. Diminuir a exposição ao sol e usar filtros solares evitam esses problemas.
- Bronzeador (FPS ≤ 15): não protege a pele da radiação UV; contém substâncias que estimulam a pigmentação da pele.
- Protetor solar: é um tipo de filtro solar que absorve a radiação UV antes que ela penetre na pele; não interfere na produção de vitamina D; apresenta FPS mais baixo do que o dos bloqueadores solares.
- Bloqueador solar (FPS ≥ 30): é um tipo de filtro solar que reflete a radiação UV; pode interferir na produção de vitamina D.
- O FPS indica o nível de proteção do produto contra raios UV.

b) Resposta pessoal. Se necessário, auxilie os estudantes na elaboração do texto.

11. Se julgar necessário, retome o princípio da independência dos raios luminosos, uma vez que a imagem projetada na câmara escura de orifício é invertida, ou seja, os raios se cruzam, mas seguem no mesmo sentido.

Solidariedade com pessoas com algum tipo de limitação

12. a) e b) Respostas pessoais. Se necessário, auxilie os estudantes a compreender que todas as pessoas nascem com direitos iguais, ressaltando a importância da solidariedade como valor humano, em especial no caso de pessoas com algum tipo de limitação.

DE OLHO NA BASE

Nesta seção, as questões 2 e 5 promovem a habilidade **EF09CI06**. De modo geral, promovem-se as competências específicas 2 e 3, no que tange aos conceitos fundamentais e às estruturas explicativas das Ciências da Natureza, e as competências geral 8 e específica 7, em relação à atenção à saúde. A questão 12 mobiliza as competências geral 1 e específica 2 (colaborar para a

construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva) e as competências gerais 8 e 9 e específicas 5 e 7 (compreender-se na diversidade humana e promover o respeito ao outro, com acolhimento e valorização de suas potencialidades e sem preconceitos de qualquer natureza), além das competências geral 10 e específica 8 (tomar decisões com base em princípios solidários).



Capítulo 1 – Introdução ao estudo das ondas

- Identifico os elementos que definem uma onda?
- Diferencio os diferentes tipos de onda?
- Compreendo os fatores que caracterizam uma onda?
- Relaciono comprimento de onda com energia?
- Interpreto um gráfico com diferentes faixas do espectro eletromagnético?
- Descrevo adequadamente uma onda mecânica?
- Reflito sobre ações que promovem a inclusão de pessoas com deficiência?

Capítulo 2 – Som

- Consigo definir o que é o som?
- Compreendo que a velocidade do som varia de acordo com o meio de propagação?
- Descrevo o que são intensidade, timbre e altura do som?
- Relaciono a propriedade da fala e o sentido da audição com as ondas sonoras?
- Realizo experimentos para observar características das ondas sonoras?

Capítulo 3 – Luz

- Consigo definir o que é a luz?
- Compreendo os três princípios de propagação da luz?
- Compreendo os fenômenos ópticos de reflexão, refração, dispersão e absorção?
- Escolho o melhor tipo de espelho para determinado uso?
- Elaboro hipóteses sobre a composição das cores e testo essas hipóteses realizando experimentos?
- Descrevo o funcionamento de uma câmara de orifício?
- Compreendo que a história do estudo da natureza da luz envolveu debates e a proposição de diferentes hipóteses?
- Reconheço a importância da atitude solidária com pessoas com algum tipo de deficiência?



Nelson Peres/DBR

Magnetismo

OBJETIVOS

Capítulo 1 – Magnetismo

- Compreender o conceito de magnetismo.
- Explicar o que são ímãs.
- Conhecer algumas das características dos ímãs.
- Compreender os conceitos de campo magnético e de linhas de campo.
- Conhecer e compreender a diferença entre os polos magnéticos e os polos geográficos.
- Construir um modelo de bússola utilizando materiais simples.

Capítulo 2 – Eletromagnetismo

- Relacionar o conceito de eletromagnetismo a fenômenos elétricos e magnéticos.
- Compreender o conceito de indução magnética por meio dos experimentos de Michael Faraday.
- Compreender o funcionamento de um motor elétrico por meio da experimentação.
- Identificar e reconhecer as aplicações do eletromagnetismo em tecnologias como comunicação, transporte e saúde.
- Reconhecer que a garantia de acesso a inovações e tecnologias na área da saúde, de forma equânime, é um dos meios de se promover a justiça social.

JUSTIFICATIVA

O capítulo 1 trata dos conceitos iniciais do magnetismo, dos ímãs, dos polos e dos campos magnéticos, conteúdos fundamentais para a compreensão do funcionamento de objetos comuns no cotidiano da maioria dos estudantes, como microfones, alto-falantes, motores, entre outros.

O capítulo 2, por sua vez, ressalta a relação entre magnetismo e eletricidade, abordando o tema eletromagnetismo, e propicia um aprendizado mais consolidado dos estudantes sobre esse tema, ao contextualizá-lo por meio de uma prática experimental. Além disso, favorece a identificação das tecnologias integradas ao cotidiano, em especial daquelas que são baseadas em conhecimentos do eletromagnetismo, e leva os estudantes a refletir sobre os direitos e as garantias sociais relacionados ao acesso da população a essas tecnologias.

SOBRE A UNIDADE

O magnetismo e o eletromagnetismo estão presentes em nossas vidas em quase todo momento. Entre os exemplos de objetos de uso cotidiano em que podemos observar propriedades magnéticas estão os alto-falantes, os microfones e os cartões de banco. Além disso, atividades simples e corriqueiras, como ver televisão, ouvir rádio ou nos comunicar ao telefone celular, só são possíveis graças às propriedades eletromagnéticas.

Nesse sentido, o capítulo 1 aborda os conceitos de magnetismo, de polos magnéticos (diferenciando-os dos polos geográficos) e de campos magnéticos, bem como suas aplicações, por exemplo, no desenvolvimento de bússolas.

O capítulo 2 trata do conceito de eletromagnetismo e mostra como a associação entre magnetismo e eletricidade possibilitou avanços tecnológicos aplicados em diversos setores da sociedade, como na geração de energia elétrica por usinas hidrelétricas, nas telecomunicações e na medicina diagnóstica, em aparelhos como o de ressonância magnética.

Assim, além dos objetivos e da justificativa já mencionados, ao contextualizar as aplicações do magnetismo e do eletromagnetismo nos sistemas de comunicação e na medicina, o estudo da unidade permite desenvolver as habilidades **EF09CI05** e **EF09CI07**.

Em relação às competências, os conteúdos desta unidade mobilizam as competências gerais da Educação Básica **1, 2, 5, 7, 9 e 10** e as competências específicas de Ciências da Natureza **1, 2, 3, 4, 5, 7 e 8**, em especial aquelas relacionadas aos processos, às práticas e aos procedimentos da investigação científica e à explicação de fenômenos e de processos naturais e tecnológicos, bem como as que promovem os direitos humanos e a construção de uma sociedade democrática.

MAPA DA UNIDADE

CONTEÚDOS	BOXES/SEÇÕES ESPECIAIS	HABILIDADES	COMPETÊNCIAS	TCTS
CAPÍTULO 1 – MAGNETISMO				
<ul style="list-style-type: none"> O magnetismo na história Polos magnéticos Campo magnético e linhas de campo Bússolas e ímãs 	PRÁTICAS DE CIÊNCIAS Construindo uma bússola		(CGEB1) (CGEB2) (CGEB3) (CGEB5) (CECN1) (CECN2) (CECN3)	
CAPÍTULO 2 – ELETROMAGNETISMO				
<ul style="list-style-type: none"> O eletromagnetismo O experimento de Faraday Aplicações do eletromagnetismo (telecomunicações) Eletromagnetismo no diagnóstico e no tratamento de doenças 	PRÁTICAS DE CIÊNCIAS Motor elétrico BOXE VALOR Acesso a conquistas tecnológicas AMPLIANDO HORIZONTES Tecnologia a serviço de toda a humanidade?	(EF09CI05) (EF09CI07)	(CGEB1) (CGEB2) (CGEB3) (CGEB7) (CGEB9) (CGEB10) (CECN1) (CECN2) (CECN3) (CECN4) (CECN5) (CECN7) (CECN8)	Saúde

MAGNETISMO

Vários povos, como chineses, hindus e persas, já conheciam o magnetismo há milhares de anos. Entre esses povos, os materiais magnéticos eram utilizados em várias práticas místicas e terapêuticas.

Nesta unidade, você vai estudar o magnetismo terrestre e suas propriedades, bem como algumas de suas aplicações atuais.

CAPÍTULO 1
Magnetismo

CAPÍTULO 2
Eletromagnetismo

PRIMEIRAS IDEIAS

1. Respostas pessoais. Alguns estudantes podem relacionar o magnetismo com a propriedade de atração de objetos. Observe as respostas dos estudantes, a fim de realizar uma avaliação inicial dos conhecimentos prévios que eles têm sobre o tema desta unidade.

1. Você conhece o termo magnetismo? Em sua opinião, a que ele se refere?
2. Como utilizar uma bússola para determinar o sentido para o qual você está se deslocando? *Resposta variável. A bússola é um instrumento de orientação que utiliza o campo magnético da Terra. Ela consiste em um ponteiro magnetizado livre que sempre aponta para o norte. Dessa forma, é possível determinar*
3. O que é eletromagnetismo? De que forma esse fenômeno pode ser aplicado para melhorar a qualidade de vida dos seres humanos? *Resposta variável. O eletromagnetismo é o fenômeno relacionado à geração de um campo magnético por uma corrente elétrica. Ele pode ser utilizado de diversas formas para beneficiar os seres humanos (por exemplo, no transporte e na medicina). Esse assunto será abordado com profundidade no capítulo 2 desta unidade.*

PRIMEIRAS IDEIAS

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Verifique quais são os conhecimentos prévios dos estudantes a respeito do magnetismo e quais tipos de fenômeno magnético eles já presenciaram.
- Se julgar pertinente e for possível, traga para a sala de aula alguns ímãs, algumas bússolas ou alguns objetos que utilizam ímãs, como caixa de som, por exemplo.
- Avalie as respostas dos estudantes de modo a auxiliar seu planejamento de aulas com base nos conhecimentos prévios deles. Verifique a necessidade de incluir atividades ou conteúdos complementares ao longo desta unidade, trabalhando-a de modo equilibrado com a turma.

LEITURA DA IMAGEM

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

1. É provável que os estudantes digam que há pregos “grudados” a uma pedra ou apoiados nela.
2. Incentive os estudantes a analisar detalhadamente a foto e a elaborar hipóteses. Neste momento, não é necessário corrigi-los, mas, sim, mediar o raciocínio deles, direcionando-os ao tema magnetismo.
3. As aplicações citadas pelos estudantes podem estar relacionadas às respostas que deram à questão anterior.

Justiça – direito à igualdade

4. Vários avanços tecnológicos dependem da energia elétrica, inclusive alguns que afetam diretamente a saúde das pessoas. Discuta com os estudantes esse e outros pontos. Caso haja necessidade, auxilie-os a perceber que, sem fornecimento de energia elétrica, o acesso a informações e recursos fica comprometido, causando desigualdades entre os cidadãos.



LEITURA DA IMAGEM

1. Como você descreveria essa foto? *Resposta pessoal.*
2. Que explicação pode haver para o fenômeno observado na foto? *Resposta variável.*
3. Esse fenômeno poderia ter aplicações que beneficiassem o ser humano? Em caso afirmativo, quais?
Respostas variáveis.
4. Alguns lugares do Brasil ainda não têm fornecimento de energia elétrica. Em sua opinião, o acesso à energia elétrica deve ser considerado um direito social?

Resposta pessoal.





A foto retrata um fenômeno relacionado às características de um tipo de rocha.

129

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- A foto mostra pregos atraídos por um mineral: a magnetita. Esse mineral, que tem a propriedade de atrair metais, como o ferro presente nos pregos, será abordado no início do capítulo 1 desta unidade. Para mais informações sobre a magnetita, consulte a página indicada no box *Outras fontes* a seguir.

OUTRAS FONTES

Magnetita. Museu de Minerais, Minérios e Rochas Heinz Ebert. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp), campus Rio Claro. Disponível em: <https://museuhe.com.br/mineral/magnetita-magnetite/>. Acesso em: 14 fev. 2022.

A página traz diversas informações sobre a magnetita, como gênese e propriedades, além de um modelo 3D da forma cristalográfica desse mineral, entre outros conteúdos.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Aproveite a questão em *Para começar* para verificar os conhecimentos prévios dos estudantes. Propor a reflexão e a argumentação é uma forma de incentivar o protagonismo deles.
- Explore a imagem apresentada nesta página do Livro do Estudante e discuta com a turma as origens do uso do magnetismo. Aproveite para enfatizar que muitos dos conhecimentos científicos modernos têm origens históricas.
- Questione os estudantes se já tiveram contato com um ímã e em que situação.

DE OLHO NA BASE

O conteúdo das páginas 130 e 131 promove as competências gerais **2** e **3** da Educação Básica e as competências específicas de Ciências da Natureza **2** e **3** (ter conhecimentos do mundo físico e compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza). Na página 130, trabalham-se ainda as competências geral **1** e específica **1** (valorizar os conhecimentos historicamente construídos e compreender as Ciências da Natureza como empreendimento humano e o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico).

Capítulo

1

MAGNETISMO

PARA COMEÇAR

A capacidade que alguns minerais têm de atrair metais é conhecida há milhares de anos. Como essa propriedade passou a ser empregada no dia a dia?

Resposta variável. É possível que os estudantes citem o uso da bússola ou até o uso de ímãs em motores elétricos, relacionando, assim, o magnetismo com o eletromagnetismo mesmo sem saber esses conceitos. Caso isso aconteça, chame a atenção dos estudantes para o fato de que o eletromagnetismo será o tema do próximo capítulo.

↘ **Detalhe de gravura presente na obra *De magnete*, de William Gilbert, publicada em 1600. A gravura mostra a produção de um ímã. Nesse processo, um pedaço de metal, alinhado com o eixo magnético da Terra, é martelado até ficar magnetizado.**

O MAGNETISMO NA HISTÓRIA

Os habitantes de Magnésia, região da Grécia Antiga que hoje pertence à Turquia, sabiam que a magnetita, um mineral existente naquela região, tem a propriedade de atrair pedaços de alguns metais, como o ferro, o cobalto e o níquel. O termo **magnetismo** originou-se do nome desse mineral, sendo usado para indicar o fenômeno de atração que alguns materiais apresentam.

Vários textos antigos indicam que povos como hindus, persas, hebreus e egípcios já conheciam o magnetismo há milhares de anos. Hoje, sabemos que o magnetismo está relacionado ao movimento dos elétrons nos átomos e que, além da magnetita, outros materiais podem adquirir essa propriedade.

A evolução da tecnologia permitiu o desenvolvimento de ímãs artificiais. Eles são usados em motores, alto-falantes, microfones e também como meio de registro magnético em discos rígidos de computador e em cartões bancários de débito e de crédito, entre outros dispositivos.



130

(IN)FORMAÇÃO

A estranha magia do magnetismo

A compreensão dos mistérios da natureza sempre foi um grande desafio para todos nós. Alguns fenômenos que acontecem de forma corriqueira podem parecer, em princípio, produzidos por magia. No ritmo atual de transformações tecnológicas que vivemos, muitos dispositivos presentes em nosso cotidiano seriam verdadeiros artefatos mágicos algumas décadas atrás. Basta compararmos o início do século 20 com os dias atuais.

Muitos dos grandes avanços tecnológicos que temos hoje sequer podiam ser concebidos naquela época, embora certos fenômenos por trás dessas tecnologias já fossem compreendidos. Nascia então a chamada mecânica quântica, ramo da física que estuda os fenômenos na escala do átomo. Em particular, a origem dos

fenômenos magnéticos, tão presentes em nosso dia a dia, começou de fato a ser [...] [mais bem] compreendida naquele momento histórico.

Os fenômenos magnéticos têm despertado a curiosidade humana há milhares de anos. Temos, por exemplo, relatos sobre ímãs pelos gregos já por volta do ano 800 a.C. Coube ao filósofo grego Tales de Mileto (625-556 a.C.) propor uma primeira explicação para os fenômenos magnéticos. Ele atribuía as propriedades de atração e repulsão da magnetita (um ímã natural) ao fato de ela ter “uma alma própria”. Posteriormente, Platão tentou explicar os fenômenos magnéticos admitindo que a atração e a repulsão fossem devidas à “umidade” e à “secura” da magnetita. Entretanto, essas ideias eram apenas especulações e não revelaram a verdadeira origem do magnetismo.

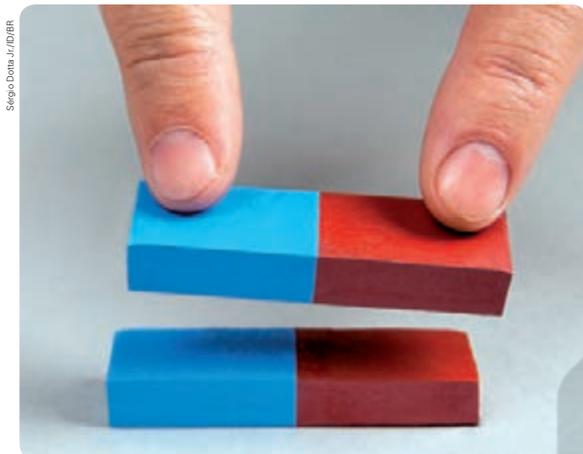
[...]

POLOS MAGNÉTICOS

O **ímã** é um objeto que tem a propriedade de atrair e de repelir metais. Ele apresenta duas regiões bem distintas, nas quais a atração ou a repulsão magnética é mais intensa. Essas regiões são denominadas **polos magnéticos**, chamados de **polo norte** e de **polo sul**.

Quando aproximamos um ímã de outro, eles podem se atrair ou se repelir. A atração ou a repulsão entre dois ímãs depende da posição dos polos: se forem opostos (norte e sul ou sul e norte), eles se atraem, mas, se forem iguais (norte e norte ou sul e sul), eles se repelem.

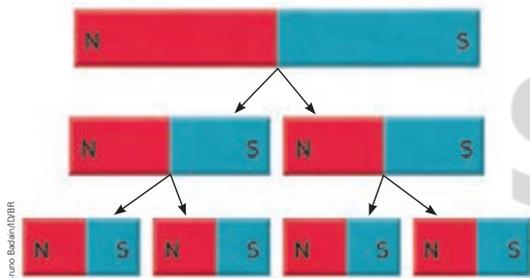
Podemos concluir, portanto, que polos magnéticos iguais se repelem e polos magnéticos opostos se atraem.



↑ Todo ímã tem polos magnéticos norte e sul.

← Ímãs se repelem quando os polos iguais se aproximam.

Os polos magnéticos de um ímã são inseparáveis. Por mais que um ímã seja dividido em pedaços menores, nunca se obterá um único polo: as partes obtidas sempre serão ímãs completos, ou seja, com dois polos distintos.



← O esquema mostra que qualquer fragmento de ímã sempre terá um polo magnético norte e um polo magnético sul.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Explique aos estudantes que as extremidades de um ímã são denominadas polos devido ao fato de que um ímã suspenso e livre alinha-se espontaneamente com a direção norte-sul geográfica local.
- Discuta a atração e a repulsão entre ímãs, destacando que essa interação é mais intensa em regiões próximas aos polos magnéticos.

Quase dois milênios depois, no ano de 1600, uma importante obra foi publicada pelo médico e físico inglês William Gilbert (1544-1603) [...]. Nesse livro, ele explicou por que as bússolas apontam a direção norte-sul. Gilbert afirmou que a Terra era um gigantesco ímã que emitia “eflúvios”, atraindo os outros ímãs. Essa é uma obra de grande importância, considerada um dos primeiros tratados experimentais de física, pois Gilbert chegou a essa explicação a partir da construção de um modelo esférico feito de magnetita para representar a Terra, que ele chamou de “terrela”.

Essa estranha magia da atração que os ímãs (ou materiais magnéticos) exercem entre si fascina muito nosso imaginário. É comum as pessoas associarem uma “certa influência magnética” a forças ou fenômenos que desconhecem. Albert Einstein (1879-1955) conta em suas notas auto-

biográficas que, quando tinha entre 4 ou 5 anos de idade, após se recuperar de uma enfermidade, ganhou do seu pai uma bússola e esse objeto o fascinou. Ele não compreendia como a agulha mudava de posição se nada estava encostando nela. O episódio foi considerado por ele determinante para estimular sua curiosidade científica. [...]

OLIVEIRA, Adilson de. A estranha magia do magnetismo. *Ciência Hoje*, 19 out. 2007. Disponível em: <http://cienciahoje.org.br/coluna/a-estranha-magia-do-magnetismo/>. Acesso em: 14 fev. 2022.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Explore com os estudantes o esquema do campo magnético terrestre presente nesta página do Livro do Estudante. Comente que a Terra funciona como um grande ímã e apresenta dois polos magnéticos; por isso, um ímã ou uma bússola se alinham espontaneamente na direção norte-sul terrestre.
- Se julgar oportuno, utilize a seção *Atividade complementar* nesta página do manual para mostrar aos estudantes e discutir com eles a formação dos campos magnéticos.
- Caso sejam necessárias mais informações relacionadas ao tema abordado nesta parte do capítulo, consulte o texto disponível em <http://lilith.fisica.ufmg.br/~crisrina/climaespacial/2pagvento.html> (acesso em: 17 fev. 2022), que aborda o campo magnético da Terra, as explosões solares, entre outros assuntos.
- Aproveite a *Atividade complementar* nesta página do manual e os esquemas nesta página do Livro do Estudante para discutir o uso de modelos na ciência para representar visualmente fenômenos naturais não percebidos pelos sentidos humanos, como o campo magnético da Terra.

DE OLHO NA BASE

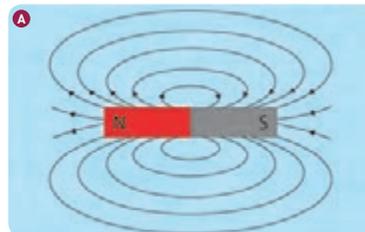
O conteúdo das páginas 132 e 133 explora as competências geral **2** e específica **3**, em relação à compreensão de fenômenos naturais.

CAMPO MAGNÉTICO E LINHAS DE CAMPO

O **campo magnético** se forma nas proximidades de todos os ímãs, e seu alcance varia de acordo com a intensidade do magnetismo e a distância de um ponto até o ímã, ou seja, quanto mais afastado esse ponto estiver do ímã, menor será a intensidade do campo magnético por ele gerado.

Os materiais que têm a propriedade de ser atraídos por ímãs sofrem a influência do campo magnético por meio de uma **força magnética**.

Podemos observar e representar esse campo magnético por meio das **linhas de campo**.



↑ (A) As linhas de campo saem do polo norte do ímã em direção ao polo sul. (B) Espalhando limalha de ferro nas proximidades de um ímã, é possível visualizar as linhas de campo.

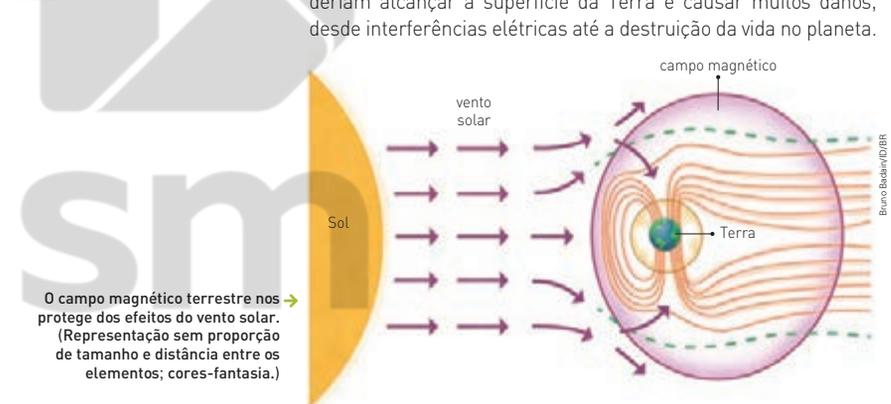
MAGNETISMO TERRESTRE E VENTO SOLAR

Além do campo gravitacional, a Terra apresenta um campo magnético moderado, que nos protege de uma série de perigos do espaço, como as radiações espaciais.

Mas isso não ocorre só na Terra: a maior parte dos astros conhecidos – como a maioria dos planetas do Sistema Solar, o próprio Sol e outras estrelas – também apresenta campo magnético.

O Sol emite constantemente **plasma** e partículas carregadas, principalmente prótons e elétrons, que compõem o **vento solar**. Se não fosse o campo magnético terrestre, essas partículas poderiam alcançar a superfície da Terra e causar muitos danos, desde interferências elétricas até a destruição da vida no planeta.

plasma: um dos estados físicos da matéria, em que uma substância gasosa encontra-se ionizada.



O campo magnético terrestre nos protege dos efeitos do vento solar. (Representação sem proporção de tamanho e distância entre os elementos; cores-fantasia.)

132

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

Mapeamento de campo magnético

[...]

Para verificarmos a existência e a configuração dos campos magnéticos, podemos estudar suas linhas de campo, fazendo um experimento simples usando ímãs e limalha de ferro.

O ferro é um material ferromagnético e, portanto, seus dipolos magnéticos se alinham na presença de um ímã (na presença de um campo magnético externo). Nesse caso, a limalha passa a se comportar como um ímã natural, enquanto estiver na presença de um campo.

Como a limalha de ferro tem pouca massa, ela não apenas alinha seus dipolos magnéticos como também ajusta-se na direção do campo externo, “desenhando” assim sua distribuição e direção

em torno do ímã. Isso ocorre pois o campo magnético é mais forte em alguns pontos do que em outros e uma ponta da limalha é puxada com mais força do que a outra, acabando por alinhá-la com o campo. Além disso, a “cauda” de uma limalha tende a se grudar com a “cabeça” de outra, como dois ímãs normais.

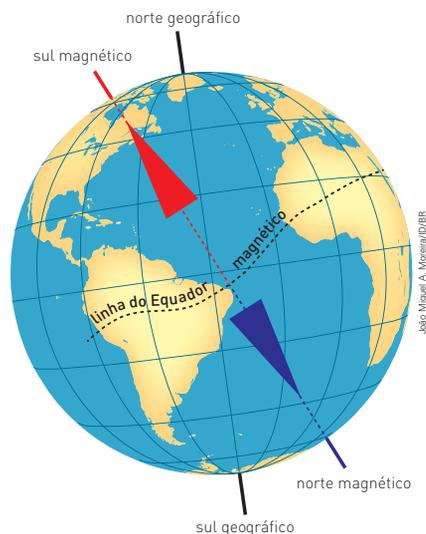
O campo magnético de um ímã pode atravessar alguns materiais, como o papel, o plástico e até mesmo uma tábua de madeira não muito espessa.

Por isso, se colocarmos um ímã sobre um pedaço de papel e sobre ele pulverizarmos limalha de ferro, esta se alinhará com o campo magnético [do ímã], revelando assim o desenho das linhas de campo. Isso também ocorrerá se o ímã estiver sob o papel.

É interessante que se faça o mapeamento de campo magnético de ímãs com formatos diferen-

BÚSSOLAS

Por apresentar um campo magnético, a Terra se comporta aproximadamente como um grande ímã. Observe na imagem a seguir a localização dos polos magnéticos (PM) e dos polos geográficos (PG) terrestres. Note que os polos geográficos coincidem com o eixo imaginário de rotação da Terra, o que não ocorre com os polos magnéticos.



↑ Representação dos eixos terrestres imaginários: o magnético e o de rotação. No eixo magnético, localizam-se os polos magnéticos (PM) e, no eixo de rotação, os polos geográficos (PG). (Cores-fantasia.)

Perceba que próximo ao polo geográfico norte fica o polo magnético sul, enquanto o polo magnético norte fica próximo ao polo geográfico sul.

As **bússolas** são aparelhos de orientação que utilizam o campo magnético da Terra. Elas apontam sempre para o norte, na direção do polo magnético sul.

Atualmente, as bússolas vêm sendo substituídas pelos aparelhos de geolocalização, como os que usam o global positioning system (GPS) ou sistema de posicionamento global, em português. Esses aparelhos informam a localização de modo mais preciso.

→ A bússola é um instrumento de navegação que não necessita de fonte de energia elétrica para funcionar.



133

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Comente que o eixo geográfico e o eixo magnético terrestres não se sobrepõem e que há um ângulo, ou uma declinação, entre eles.
- Aproveite este momento para problematizar com os estudantes a seguinte questão: “Então, de fato, a bússola não aponta para o norte?”. Solicite a eles que justifiquem a resposta.

tes, para que se possa entender que a distribuição espacial do campo magnético depende, entre outras coisas, do formato do ímã.

[...]

Tabela do material

Item	Observações
Ímã	Ímãs são encontrados em alto-falantes, ferro-velho, lojas de materiais elétricos, em alguns brinquedos, em objetos de decoração como os ímãs de geladeira, etc.
Limalha de ferro	Limalha de ferro pode ser conseguida em ferro-velho, serralherias, [etc.]. Caso não seja encontrada nesses lugares, pode-se fabricar limalha de ferro limando um pedaço de ferro ou prego.

Item	Observações
Papel	Uma folha de papel, de preferência da cor branca [...], pois isso ajuda na visualização das linhas. [...]. Pode ser uma folha de caderno, uma folha de papel sulfite ou cartolina, etc.

Montagem

- Coloque um ímã sobre ou sob uma folha de papel.
- Pulverize limalha de ferro levemente sobre o ímã e em torno dele.
- Observe a configuração das linhas de campo. Repita o experimento para outros formatos de ímãs que você tenha conseguido e para mais de um ímã sobre o papel ao mesmo tempo.

Comentários

- Ao pulverizar a limalha de ferro sobre o ímã ou sobre o papel, dê pequenos “petelecos” na folha. Isso faz com que as limalhas se desprendam da folha e se alinhem com o campo, dando melhores resultados. Pode também ser usado um pincel, passando-o levemente sobre as limalhas para que elas se desprendam do papel.

[...]

Mapeamento de campo magnético. Projeto Experimentos de Física com materiais do dia a dia. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp), campus Bauru. Disponível em: <http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/ele13.htm>. Acesso em: 15 fev. 2022.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Após realizar o corte das tampas e entregá-las aos estudantes, peça a eles que construam a bússola individualmente. Acompanhe a montagem, orientando-os, quando necessário.
- Converse com os estudantes sobre a importância da bússola, para indicar o sentido de um deslocamento, e também sobre a substituição desse instrumento por aparelhos que usam sistemas modernos, como o *global positioning system* (GPS), que funciona pela triangulação de satélites espaciais.

PARA CONCLUIR

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

1. Ao girar a tampa, ela tende a voltar à posição inicial. Quando o ímã é aproximado, a agulha é atraída por ele.
2. Verifique se os estudantes concluem, em suas hipóteses, que isso ocorre porque a agulha imantada se alinha aos polos magnéticos da Terra.
3. Incentive os estudantes a elaborar hipóteses. Uma possibilidade é comparar a direção da agulha com uma bússola.

DE OLHO NA BASE

A prática da construção da bússola promove as competências geral 2 e específica 2 (recorrer à abordagem própria das ciências e dominar processos, práticas e procedimentos da investigação científica – como a construção de modelos e a elaboração de hipóteses).

Construindo uma bússola

Você viu que uma bússola é um aparelho que ajuda a localizar os polos norte e sul terrestres. Em geral, as bússolas são adquiridas em lojas especializadas. Mas será que é possível construir uma bússola com materiais simples? Para responder a essa pergunta, construa o **modelo** a seguir.

Material

- 1 copo de plástico
- 1 ímã
- 1 agulha de costura
- 1 faca de serra ou serra pequena
- 1 tampa plástica de garrafa PET
- água

Como fazer

Montando a bússola

- 1 Utilizando a faca ou a serra, o professor vai fazer dois cortes paralelos na borda da tampa de plástico (imagem A). A largura e a profundidade dos cortes devem ser suficientes para encaixar a agulha.
- 2 Encha o copo com água.
- 3 Magnetize a agulha esfregando-a lentamente em um dos polos do ímã, sempre no mesmo sentido (imagem B). Repita esse processo pelo menos trinta vezes.
- 4 Encaixe a agulha imantada nos cortes da tampa, como mostra terceira imagem.
- 5 Coloque a tampa, com a abertura para cima, sobre a água que está no copo. Observe o que acontece.

Explorando a bússola

- 1 Gire a tampa lentamente e solte-a. Observe o que acontece.
- 2 Aproxime o ímã do copo e observe o que acontece.

Para concluir

1. O que ocorreu quando você girou a tampa? E quando aproximou o ímã do copo? **Veja respostas em Respostas e comentários.**
2. Elabore uma hipótese para explicar os resultados obtidos. **Resposta variável.**
3. Como você poderia testar se a agulha realmente está funcionando como uma bússola? **Resposta variável.**

ATENÇÃO
Cuidado ao manipular o material, a fim de evitar lesões.



Ilustrações: Rognael Moura/DIBR

Responda sempre no caderno.

(IN)FORMAÇÃO

GPS, a bússola da era digital

Nos dias de hoje, caso queira se achar com rapidez e segurança em qualquer parte do mundo, basta ter em mãos um equipamento chamado GPS, sigla em inglês para *Global Positioning System*. Seja no celular ou em pequenos aparelhos automotivos, a popularização do GPS tornou a orientação de rotas na primeira década do século XXI mais precisa, sendo empregado em diversos segmentos, desde o rastreamento de veículos [...] [até a] navegação tradicional.

O GPS consiste [em] um equipamento que trabalha a partir de informações transmitidas por uma constelação de 24 satélites na órbita da Terra, permitindo determinar coordenadas em qualquer lugar do mundo, 24 horas por dia e sob

quaisquer condições atmosféricas, com exceção de locais onde os sinais dos satélites sejam obstruídos, como túneis e grutas, por exemplo.

O surgimento da tecnologia foi em 1973, quando o Departamento de Defesa dos Estados Unidos (DOD) unificou dois projetos de sistemas de satélite [...]. O sistema foi projetado para fornecer a posição instantânea, bem como a velocidade de um ponto sobre a superfície terrestre ou próximo a ela, em um referencial tridimensional.

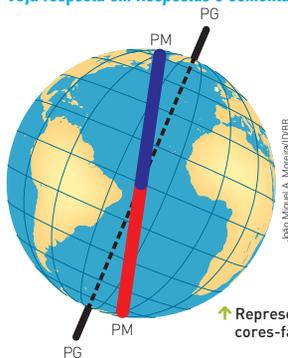
[...]

Explicando a lógica de funcionamento do sistema, Ricardo Elias Cosendey, tenente-coronel da Aeronáutica e chefe da Subdivisão de Planejamento do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (Decea), destaca que o GPS é uma tecnologia que faz uso da triangulação por satélites. Ou seja, o seu princípio está na medição da distância

entre três satélites e o receptor, no caso o aparelho que recebe o sinal em Terra. Para realizar a triangulação, é feita a medição dessas três distâncias com base no tempo em que a onda de rádio, que viaja à velocidade da luz, percorre entre o satélite e o receptor. “O cálculo desse tempo é feito com precisão de milionésimos de segundo. Para isso, um quarto satélite, que possui a bordo um relógio atômico de altíssima precisão, faz a sincronização entre o receptor e os satélites”, explica Cosendey.

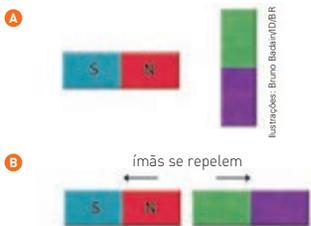
Da bússola ao GPS, entenda como funciona a navegação na era digital. *Globo Ciência*, 29 out. 2011. Disponível em: <http://redgloblo.globo.com/globociencia/noticia/2011/10/da-bussola-ao-gps-entenda-como-funciona-navegacao-na-era-digital.html>. Acesso em: 15 fev. 2022.

1. O que é magnetismo? **É a propriedade que alguns materiais têm de atrair metais, como ferro e níquel.**
2. Sobre os ímãs, responda:
- O que é um ímã? **É um objeto magnetizado, isto é, capaz de atrair certos metais.**
 - Em qual situação dois ímãs se atraem? E em qual situação eles se repelem?
 - Como é possível confirmar que os polos de um ímã são inseparáveis?
- b) e c) Veja respostas em Respostas e comentários.**
3. A ilustração a seguir mostra os polos geográficos e magnéticos da Terra. Com base na imagem, explique como uma bússola em bom funcionamento pode ser usada para se obter uma referência geográfica. **Veja resposta em Respostas e comentários.**



↑ Representação em cores-fantasia.

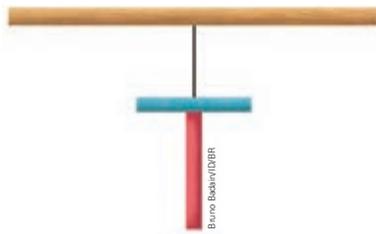
4. A figura A mostra um ímã, cujos polos são conhecidos, colocado ao lado de outro ímã, cujos polos não conhecemos.



- Com base na situação apresentada na figura, determine se o polo pintado de verde corresponde ao polo magnético norte ou ao polo magnético sul. Justifique sua resposta.

O polo pintado de verde é o polo magnético norte, pois as setas representam esse polo sendo repellido pelo polo magnético norte do outro ímã (representado na cor vermelha).

5. Uma estrutura em forma de T foi construída com uma barra de ferro e um ímã. A estrutura foi presa a um suporte de madeira com um fio, como mostra a ilustração a seguir.



- Qual parte da letra T provavelmente é o ímã: a parte azul (horizontal) ou a parte vermelha (vertical)? Justifique sua resposta. **Veja resposta em Respostas e comentários.**
6. Leia o texto a seguir e faça o que se pede.

Os primeiros grandes sistemas de armazenamento magnético, com a finalidade específica de gravar informações, surgiram na Alemanha, no final da década de 1920, com uma fita de plástico recoberta com fina camada de óxido de ferro.

Fitas semelhantes foram usadas para gravação sonora da década de 1950 à de 1990. [...]

João Paulo Sinnecker. Minerais magnéticos armazenam quase toda informação da humanidade. *Folha de S.Paulo*, 12 jan. 2018. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/ilustrissima/2018/01/1949948-os-minerais-magneticos-que-guardam-quase-toda-informacao-da-humanidade.shtml>. Acesso em: 15 fev. 2022.

a), b) e c) Veja respostas em Respostas e comentários.

- Faça uma pesquisa na internet sobre o uso de fitas cassete para gravação de músicas.
- Pergunte a parentes e professores com mais de 30 anos de idade se eles usaram fitas cassete para gravar músicas. Peça a eles que comentem sobre a lembrança afetiva do uso dessas fitas.
- Com base nas informações que você obteve nos itens **a** e **b**, discuta com os colegas sobre o papel do magnetismo na cultura.

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

- Se julgar pertinente, traga pedaços de metais, como o próprio ferro ou níquel, para mostrar aos estudantes que, mesmo sendo atraído por ímã, um metal não atrai o outro.
- Dois ímãs se atraem quando seus polos opostos são aproximados, ou seja, o polo norte de um ímã é aproximado do polo sul de outro ímã. A repulsão entre dois ímãs ocorre quando seus polos iguais são aproximados, seja polo norte com polo norte, seja polo sul com polo sul.
 - Ao dividir qualquer pedaço de ímã, por menor que seja, será possível observar que sempre haverá dois polos: um norte e um sul.
- Os polos geográficos coincidem com o eixo imaginário de rotação da Terra, o que não ocorre com os polos magnéticos terrestres. As bússolas apontam sempre para o norte, na direção do polo magnético sul. Sabendo isso, é possível usar a bússola para estimar uma direção.
- Verifique se os estudantes se recordam da repulsão entre polos semelhantes, da atração entre polos opostos e da inexistência de monopolo magnético. Esta atividade leva os estudantes a recorrer à abordagem das ciências para resolvê-la.
- Como o ímã apresenta ação magnética nas extremidades, mas não no meio, a parte azul (horizontal) não poderia ser o ímã; caso fosse, não seria possível prender a barra vertical no centro dela. Assim, a parte azul corresponde à barra de ferro, que é atraída pela extremidade do ímã, nesse caso, pela parte vermelha (vertical).
- As fitas cassete para gravação de músicas são formadas por uma base coberta por uma superfície de gravação – um polímero, no qual o pigmento magnético (como óxidos de ferro ou de cromo) está disperso.
 - Resposta pessoal. Oriente os estudantes a abordar os entrevistados de maneira respeitosa.
 - Resposta pessoal. Dê oportunidade para que os estudantes exponham suas ideias. Se necessário, oriente-os também a saber ouvir os colegas e a prestar atenção ao que eles falam.

ESTRATÉGIAS DE APOIO

Utilize as atividades desta seção como avaliação reguladora. Proponha aos estudantes que façam uma escala para classificar os conteúdos estudados em níveis de compreensão.

Use essa escala para determinar os pontos a serem retomados ou as atividades que podem ser realizadas coletivamente. Uma sugestão para trabalhar possíveis dificuldades na compreensão do mecanismo de ação de um ímã é trazer para a sala de aula alguns ímãs e pequenos objetos metálicos, como cliques, para que os estudantes possam manuseá-los e observar suas características.

DE OLHO NA BASE

As atividades desta seção promovem as competências gerais **2** e **3** e as competências específicas de Ciências da Natureza **2** e **3**, ao tratar dos conhecimentos do mundo físico e de conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza. A competência geral **5** (utilizar tecnologias digitais de comunicação e informação) é desenvolvida na atividade **6**.

HABILIDADES DESENVOLVIDAS NO CAPÍTULO

(EF09CI05) Investigar os principais mecanismos envolvidos na transmissão e recepção de imagem e som que revolucionaram os sistemas de comunicação humana.

(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.).

DE OLHO NA BASE

O conteúdo das páginas 136 e 137 promove as competências gerais **1** e **3** da Educação Básica e a competência específica de Ciências da Natureza **1** (valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos e compreender o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico), bem como as competências gerais **2** e específicas **2** e **3** (recorrer à abordagem própria das ciências para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas, compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza e analisar, compreender e explicar fenômenos e processos relativos ao mundo natural e tecnológico).

Capítulo

2

ELETROMAGNETISMO

PARA COMEÇAR

A eletricidade e o magnetismo são fenômenos presentes no dia a dia. O que será que acontece quando esses dois fenômenos são associados?

Resposta variável. Espera-se que os estudantes mencionem o fenômeno do eletromagnetismo e talvez citem algumas de suas aplicações, como a corrente elétrica.

↙ **Detalhe de gravura de 1907 representando o experimento de Hans Oersted, que forneceu indícios para estabelecer relação entre eletricidade e magnetismo.**

O ELETROMAGNETISMO

Por muito tempo acreditou-se que não havia relação entre os fenômenos do magnetismo e os da eletricidade, e, por isso, eles eram estudados separadamente.

Essa concepção começou a mudar em 1819, quando, durante uma aula de Física, o professor holandês Hans Christian Oersted (1777-1851) observou que a agulha de uma bússola se movimentava ao ser colocada próxima a um fio metálico pelo qual passava corrente elétrica.

Oersted notou também que, ao inverter o sentido da corrente elétrica, a agulha da bússola se movimentava em sentido contrário.

Essa observação foi um dos primeiros indícios de que existe uma relação entre eletricidade e magnetismo. Atualmente, sabemos que toda carga elétrica em movimento produz um campo magnético e que qualquer variação de um campo magnético produz corrente elétrica. Esse último fenômeno é denominado **indução eletromagnética**.



136

(IN)FORMAÇÃO

Eletromagnetismo: da formação da matéria à aplicação na tecnologia

Pode-se dizer que o eletromagnetismo está presente em toda concepção da vida. Prova disso é que, em nível quântico, não haveria a coesão entre as moléculas sem as forças elétricas, o que impediria a formação da matéria. Partindo para a área tecnológica, o eletromagnetismo está presente em grande parte dos aparelhos eletrônicos de hoje em dia, incluindo de telefones celulares a fornos de micro-ondas. Mas afinal, o que é o eletromagnetismo? A resposta quem nos dá é a professora de física Carla Göbel Burlamaqui, da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio). Doutora em física pelo Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), Carla Göbel, que é colaboradora da Organização Europeia para a

Pesquisa Nuclear (Cern), fala sobre a história dos estudos eletromagnéticos ao longo dos séculos.

[...]

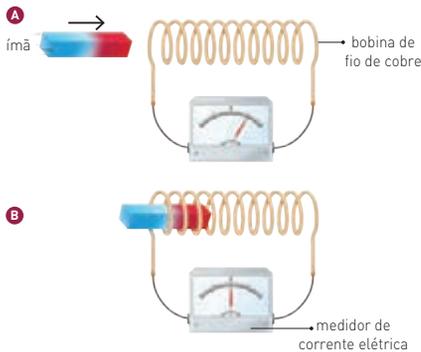
Poderia explicar o que é o eletromagnetismo?

— O eletromagnetismo é a área da física que explica os fenômenos elétricos, magnéticos e também a luz como ondas eletromagnéticas. Até o século XIX acreditava-se que os fenômenos elétricos e magnéticos eram independentes. A força elétrica é conhecida desde a Antiguidade por meio das atrações por contato ou atrito, conhecidas como eletrostática. No século XVIII, começou-se a ter controle sobre a força elétrica quando o francês Charles Augustin de Coulomb passou a estudá-la, percebendo que ela era maior quanto maior a carga dos corpos e diminuía com o quadrado da distância entre eles. Coulomb escreveu, de maneira matemática, uma expressão

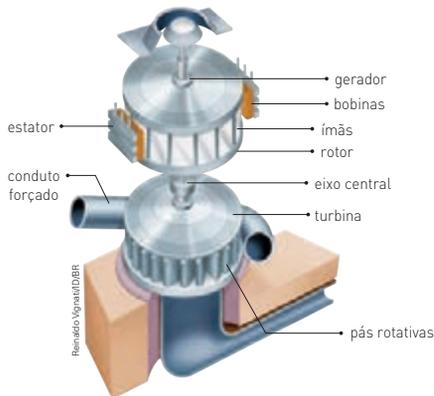
O EXPERIMENTO DE FARADAY

Michael Faraday (1791-1867) foi um cientista inglês que estudou as pesquisas de Hans Christian Oersted referentes ao eletromagnetismo.

Ele demonstrou experimentalmente a ocorrência da indução eletromagnética. Para isso, Faraday montou um aparato experimental formado por uma bobina de fio de cobre, um medidor de corrente elétrica e um ímã. Ao deixar o ímã parado próximo à bobina, ele percebeu que o medidor de corrente não apontava nenhuma corrente passando por ela. Quando, no entanto, ele movimentava o ímã, o medidor de corrente indicava o aparecimento de uma corrente elétrica.



Assim, Faraday mostrou que a variação do campo magnético no interior de uma bobina de cobre gera uma corrente elétrica. Esse princípio é utilizado desde então em usinas hidrelétricas, por exemplo, que utilizam o movimento das águas para mover um ímã no interior de uma bobina e, assim, gerar energia elétrica, que é distribuída aos locais onde é necessária.



PARA EXPLORAR

Faraday e Maxwell – eletromagnetismo: da indução aos dinamos, de Andria Guerra, Marco Braga e José Cláudio Reis. São Paulo: Atual, 2010.

A obra discute os estudos do eletromagnetismo desenvolvidos no século XIX, tendo como base os trabalhos de Faraday e de James Clerk Maxwell (1831-1879). As teorias sobre o eletromagnetismo transformaram o mundo ocidental, promovendo uma segunda Revolução Industrial ao colaborar com a introdução dos motores elétricos nas fábricas e ao possibilitar a geração de energia elétrica a partir do movimento relativo entre ímãs e bobinas.



↑ Esquema do aparato experimental construído por Faraday para demonstrar a indução eletromagnética. Em (A) e em (C) o movimento do ímã provoca o aparecimento da corrente elétrica. O ímã parado (B) não induz o aparecimento da corrente elétrica.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Explore com os estudantes o esquema do experimento de Faraday nesta página do Livro do Estudante, a fim de trabalhar com eles a associação entre eletricidade e magnetismo.
- Solicite aos estudantes que analisem o esquema e destaquem os objetos presentes nele. Peça-lhes também que tentem antecipar os possíveis resultados do experimento.
- Ressalte que a passagem de corrente por um fio condutor produz um fenômeno semelhante ao do ímã, levando os estudantes a entender que os fenômenos elétricos e magnéticos representam partes de um fenômeno maior, o eletromagnetismo, que é a base de funcionamento de equipamentos elétricos.

da força elétrica para dois corpos carregados, que é a famosa lei de Coulomb.

Quais são as aplicações do eletromagnetismo?

— As correntes elétricas foram importantes para o início de toda a revolução tecnológica, como acender uma lâmpada, por exemplo. O eletromagnetismo está presente em praticamente tudo [o] que fazemos. Na vida moderna, por exemplo, quando as pessoas falam ao telefone celular, esse aparelho emite uma onda eletromagnética. O mesmo processo ocorre com o forno de micro-ondas, que emite ondas eletromagnéticas. Em um campo mais abrangente, o eletromagnetismo está na formação da matéria. A vida na Terra depende da coesão das moléculas, que é feita basicamente por meio das forças elétricas.

O que evoluiu nos estudos do eletromagnetismo?

— Com o advento da mecânica quântica, se entendeu que a teoria mais completa para o eletromagnetismo deva ser capaz de descrever os fenômenos na escala quântica, hoje conhecida como a teoria eletrodinâmica quântica, permitindo analisar e entender com excelente precisão a física do átomo.

Eletromagnetismo: da formação da matéria à aplicação na tecnologia. *Globo Ciência*, 29 dez. 2011.

Disponível em: <http://redeglobo.globo.com/globociencia/noticia/2011/12/eletromagnetismo-da-formacao-da-materia-aplicacao-na-tecnologia.html>. Acesso em: 15 fev. 2022.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- É aconselhável que você construa um motor previamente para antecipar as dificuldades e os eventuais problemas.
- Se for possível, traga um pequeno motor aberto para a sala de aula. Esse tipo de motor pode ser encontrado em brinquedos movidos à pilha. Assim, será possível comparar os elementos de um motor industrializado com os de um construído em sala de aula.
- É possível fazer uma base para a pilha prendendo um pedaço de conduíte de 8 cm na base do motor. Coloque uma placa de metal em cada polo da pilha, de modo que ela também fique presa ao conduíte.

DE OLHO NA BASE

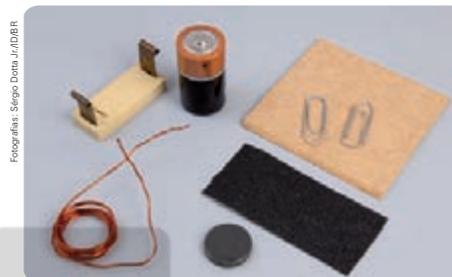
O experimento desta seção desenvolve a competência geral da Educação Básica **2** e a competência específica de Ciências da Natureza **2** (recorrer à abordagem própria das ciências e dominar processos, práticas e procedimentos da investigação científica). Também promove as competências geral **10** e específica **8** (agir pessoal e coletivamente com respeito, autonomia, flexibilidade e determinação).

Motor elétrico

Você sabe como funciona um motor elétrico? Quais seriam as transformações de energia envolvidas em seu funcionamento? Nesta atividade, vamos construir um **modelo** de motor elétrico para responder a essas perguntas.

Material

- suporte para pilha
- base de madeira (pode ser substituída por papel-cartão)
- 2 cliques de papel (ou 2 pedaços de fios grossos com 10 cm cada)
- pilha grande D de 1,5 V
- 1 m de fio de cobre de pequena espessura
- ímã (pode ser o de um alto-falante)
- lixa
- fita isolante



ATENÇÃO
Cuidado ao manipular o material, a fim de evitar lesões.

← Alguns dos materiais necessários para a construção do modelo.

Como fazer

- 1 Formem grupos de até quatro integrantes.
- 2 Para montar a bobina, usem a pilha como suporte e enrolem o fio de cobre em volta dela. Mantenham as voltas umas sobre as outras, formando um anel.
- 3 Deixem pelo menos 3 cm em cada uma das extremidades do fio, de maneira que se forme um prolongamento do diâmetro da bobina.
- 4 Raspem com a lixa as extremidades dos fios da bobina da seguinte forma: retirem todo o esmalte de uma das extremidades do fio e apenas metade do esmalte da outra ponta, conforme mostrado na imagem a seguir.



← Modelo da bobina com as extremidades raspadas de acordo com o previsto no projeto.

(IN)FORMAÇÃO

O motor elétrico

[...]

Em 1820, o cientista dinamarquês Hans Christian Ørsted (1777-1851) [...] passou uma corrente elétrica, gerada por uma pilha, por um fio condutor e depois aproximou desse fio uma bússola; a agulha, que é um ímã (uma barra magnética), mexeu-se e alinhou-se perpendicularmente ao fio. Para o cientista, o fato só poderia dizer uma coisa: em volta do fio havia um campo magnético, que agiu sobre o outro campo, o da agulha.

[...]

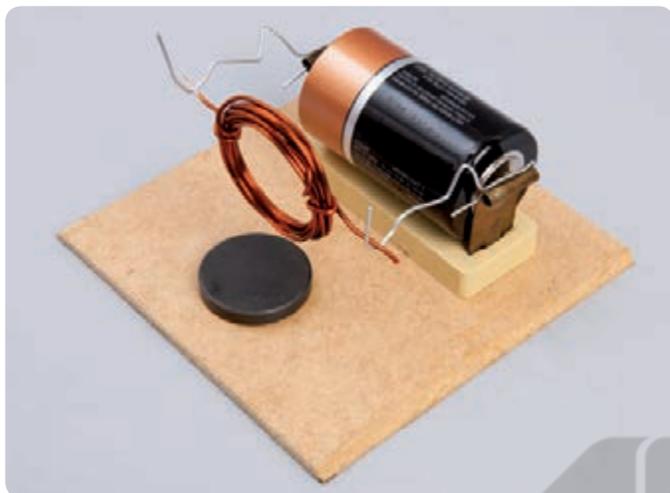
Com isso, estabeleceu-se pela primeira vez a relação entre eletricidade e magnetismo. O físico francês André-Marie Ampère (1775-1836), um gênio da Matemática, após tomar conhecimento

das experiências do dinamarquês, começou a formular uma lei do eletromagnetismo, chegando à conclusão de que as linhas de força criadas pelo fio eletrizado – o campo magnético – são circulares, ou seja, formam uma espécie de cilindro invisível em volta do condutor.

Até então, pensava-se que o campo magnético caminhava apenas em linha reta, de um ímã para outro. Também pesquisando a ligação entre eletricidade e magnetismo, estava o inglês Michael Faraday (1791-1867).

Nascido em Newington, perto de Londres, ele era físico e químico [...]. Graças à sua curiosidade e a metódicas experiências, ele pôde demonstrar em 1822 o campo magnético circular. Faraday encheu com mercúrio – um metal condutor – duas taças especialmente desenhadas, de modo a ter um fio elétrico saindo do seu fundo.

- 5 Preparem os suportes da bobina com os cliques, prendendo-os nos polos da pilha com pedaços de fita isolante.
- 6 Coloquem a bobina sobre o suporte, fazendo os ajustes necessários para que ela gire livremente.
- 7 Encaixem a pilha na base de madeira ou papel-cartão.
- 8 Posicionem o ímã de modo que fique bem abaixo da bobina.



↑ Modelo de motor elétrico simples.

- 9 Deem um pequeno toque na bobina para iniciar o movimento do motor.
- 10 Depois de observar o motor em funcionamento, retirem a pilha do suporte e invertam a sua polaridade, fazendo com que a corrente elétrica percorra o circuito no sentido inverso em relação à montagem anterior. O que acontece com o movimento de rotação da bobina?

Para concluir

Responda sempre no caderno.

1. Quais são as formas de energia envolvidas nesse motor? **Energia elétrica, energia magnética e energia cinética.**
2. Por que a bobina gira? **Veja resposta em Respostas e comentários.**
3. O que aconteceria se a pilha de 1,5 V fosse substituída por uma bateria de 9 V? **3. A corrente elétrica seria maior e, conseqüentemente, a força também seria maior, fazendo a bobina girar mais rapidamente.**
4. Uma bobina girando em diferentes velocidades faz lembrar quais eletrodomésticos? **Faz lembrar, por exemplo, ventiladores, batadeiras, liquidificadores, máquinas de lavar roupa.**
5. Discuta com os colegas as dificuldades na montagem do motor e as soluções encontradas para cada uma delas. **Resposta pessoal. Compartilhe os resultados, anotando na lousa os comentários dos estudantes. Oriente-os a pensar em meios para contornar as dificuldades mencionadas.**

PARA CONCLUIR

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

1. Se julgar pertinente, comente com os estudantes que há também energia térmica dissipada.
2. Quando a extremidade do fio que foi parcialmente raspado entra em contato com um dos cliques, o circuito se fecha e, assim, a corrente elétrica flui pela bobina. A passagem da corrente elétrica cria um campo magnético que interage com o ímã, produzindo o movimento da bobina. Após meia volta, o lado esmaltado do fio abre novamente o circuito, impedindo a passagem da corrente elétrica por ele. O movimento da bobina continua por inércia até o circuito tornar a se fechar, liberando a passagem da corrente elétrica.
3. Caso seja possível, realize o experimento com uma bateria de 9 V, para que os estudantes vejam na prática o que acontece.
4. Verifique se todos os eletrodomésticos mencionados nas respostas dos estudantes realizam a transformação de energia elétrica em cinética.

Numa delas fixou verticalmente uma barra magnetizada. Na outra, deixou frouxo outro magneto. Na primeira taça, quando um fio elétrico pendurado acima da taça tocava o mercúrio, fechando o circuito, esta se punha a girar em volta do ímã. Na outra taça, onde o fio estava frouxo, quando ligado à corrente, o magneto girava em torno do fio central. Este foi o primeiro motor elétrico, o autêntico ancestral das máquinas de hoje.

Nove anos depois, Faraday notou que se colocasse um ímã dentro de uma bobina, em cujo fio passasse energia elétrica, este se moveria de forma a acompanhar as linhas de força da bobina; demonstrou assim que uma bobina eletrizada é também um ímã. Se colocarmos uma bobina entre dois ímãs fixos, sem tocar neles, ela aponta seu polo norte para o polo sul do ímã e vice-versa. Mas, como os polos da bobina são determinados pelo sentido da corren-

te que passa pelo fio, quando o invertemos, os polos também se invertem, o que faz com que a bobina se mova novamente. Se essa inversão da corrente for constante, ela não para de girar. Na época de Faraday, como a única fonte de energia elétrica disponível era a de uma pilha, de corrente contínua, a mudança de sentido da corrente se dava através de um sistema chamado comutador, até hoje usado em brinquedos e outros pequenos motores.

HEYMANN, Gisela. O motor elétrico. *Superinteressante*, 31 ago. 1988. Disponível em: <https://super.abril.com.br/ciencia/o-motor-eletrico/>. Acesso em: 16 fev. 2022.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Após a leitura do texto desta página, solicite aos estudantes que destaquem as diferenças entre um eletroímã, um gerador e um receptor elétrico.
- Aproveite para pedir a eles que deem exemplos desses dispositivos.
- Caso julgue necessário, discuta com os estudantes que, no cotidiano, encontramos os seguintes exemplos de geradores e receptores:
 - Geradores: pilhas, baterias, turbinas e outros equipamentos que transformam energia não elétrica em energia elétrica.
 - Receptores: lâmpadas, ventiladores, aparelhos de ar condicionado, computadores, aparelhos de televisão, rádios, fornos de micro-ondas e demais aparelhos em que ocorre a transformação de energia elétrica em outros tipos de energia.

DE OLHO NA BASE

Nesta página, são trabalhadas as competências geral **2** e específicas **2** e **3** (exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências para investigar causas, compreender conceitos fundamentais e analisar, compreender e explicar fenômenos e processos relativos ao mundo natural e tecnológico).



↑ O ferro pode ser separado de outros tipos de sucata pelos eletroímãs.



↑ Ventiladores e turbinas eólicas realizam funções inversas: os ventiladores transformam energia elétrica em mecânica e, por isso, são receptores; as turbinas eólicas transformam energia mecânica dos ventos em energia elétrica e, por isso, são consideradas geradores.

ELETROÍMÃ

Um **eletroímã** é constituído de uma porção de ferro em torno da qual se enrola um fio condutor de eletricidade. Quando uma corrente elétrica passa pelo fio, forma-se um campo magnético que é amplificado pelo núcleo de ferro. Dessa forma, o eletroímã passa a atrair objetos feitos de metais como ferro, níquel e cobalto.

Esse fenômeno é utilizado, por exemplo, em estações de separação de sucata.

RECEPTORES E GERADORES ELÉTRICOS

Aparelhos como ferros de passar, liquidificadores e ventiladores são capazes de transformar energia elétrica em outros tipos de energia. Esses aparelhos são chamados de **receptores elétricos**.

Outros aparelhos transformam determinados tipos de energia em energia elétrica – por exemplo, pilhas ou baterias, que transformam energia química em energia elétrica. Esses aparelhos são chamados de **geradores elétricos**.

As turbinas de hidrelétricas ou de usinas eólicas são geradores elétricos. Elas utilizam, respectivamente, a energia das águas e dos ventos para causar uma variação no campo magnético e, assim, gerar uma corrente elétrica.



140

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

MONTANDO UM ELETROÍMÃ

Objetivo

Construir um eletroímã com um prego.

Material

- prego
- fio rígido esmaltado
- pilha
- bússola
- pequenos objetos metálicos (clipes, por exemplo)

Como fazer

- Use um prego de aproximadamente 8 cm e dê algumas voltas nele com um fio rígido esmaltado.

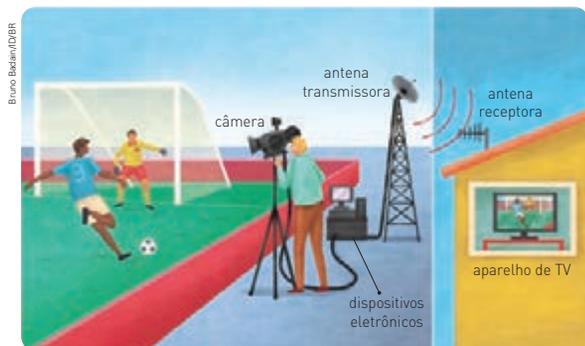
- Ligue as extremidades do fio aos polos de uma pilha; aproxime-o primeiro de uma bússola e, depois, de pequenos objetos metálicos.

Questões para discussão

1. Com qual objeto se assemelha o prego com o fio enrolado e ligado à pilha?
2. O que ocorre se desligarmos os fios da pilha?
3. Ao ligarmos o fio à pilha, isso permite a passagem de quê?
4. Qual seria o efeito se o fio fosse enrolado em torno de um canudo de plástico em vez do prego?

APLICAÇÕES DO ELETROMAGNETISMO

O desenvolvimento de novas ligas magnéticas, mais leves e potentes, permitiu a produção de equipamentos cada vez menores e mais eficientes. As aplicações são inúmeras: em telefones celulares, computadores sem fio, tecnologias de transmissão de sinais de rádio e de televisão, entre outras.



← Esquema simplificado de uma transmissão de televisão. Uma cena é captada pela câmera de TV, que transforma a imagem em sinais elétricos. Esses sinais são transmitidos por fios até uma antena, que os transforma, então, em ondas eletromagnéticas. Essas ondas são captadas por uma antena receptora de TV, que as transforma novamente em sinais elétricos, e estes, por fim, formam a imagem no aparelho de TV. No caso da TV a cabo ou por fibra óptica, o princípio é semelhante, mas são necessários apenas os cabos e as fibras (não há antenas). (Representação sem proporção de tamanho; cores-fantasia.)

Nos cartões de crédito ou de débito, existe uma fita escura, que geralmente fica no verso do cartão, composta de partículas metálicas (óxido de ferro, cromo, etc.). Essas partículas podem ser magnetizadas e desmagnetizadas, servindo como um substrato no qual ficam armazenadas informações.

Outra aplicação possível do eletromagnetismo está nos meios de transporte. Usando o fenômeno da levitação magnética, foram desenvolvidos trens que conseguem atingir velocidade de até 650 km/h.



↑ Cartões magnéticos podem ser desmagnetizados se forem aproximados de ímãs.



← Trem japonês maglev (abreviação de "levitação magnética" em inglês), em 2015.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Se julgar pertinente, proponha aos estudantes que façam uma pesquisa em grupo sobre como são transmitidas as imagens de televisão ou os sinais de rádio. É importante ressaltar o papel das ondas eletromagnéticas na transmissão de informações.
- Explore com os estudantes a ilustração, que apresenta a transmissão de imagens televisivas. Destaque a presença da antena transmissora e da antena receptora.
- O tema desta página possibilita o trabalho com a habilidade **EF09CI05** e a conexão com o conteúdo trabalhado na unidade 5 do volume do 8º ano.

DE OLHO NA BASE

O conteúdo desta página promove o objeto de conhecimento e o modificador da habilidade **EF09CI05**, ao explorar os principais mecanismos envolvidos na transmissão e na recepção de imagem.

(IN)FORMAÇÃO

ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

A base da transmissão de dados sem fios é a onda eletromagnética, que é gerada quando uma carga elétrica se movimenta, mudando de sentido. Esse tipo de movimento faz com que seu campo elétrico varie e produza um campo magnético, segundo a lei de Faraday.

A propagação dessa variação é chamada de onda eletromagnética. A luz e as ondas de rádio e de TV são exemplos desse tipo de onda, que viaja à velocidade da luz (cerca de 300 000 km/s).

As ondas eletromagnéticas apresentam grande variação de frequência, que vai desde a frequência de rádios AM até a de raios cósmicos.

As ondas eletromagnéticas não necessitam de meio material para se propagar; por isso, podem ser transmitidas no espaço, como é o caso das ondas utilizadas pelas sondas espaciais que viajam pelo Sistema Solar.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Oriente os estudantes a analisar a imagem dos pés humanos nesta página do Livro do Estudante. Questione-os se reconhecem a imagem ou se sabem do que se trata.
- Se julgar pertinente, proponha aos estudantes que pesquisem aplicações do magnetismo na medicina e troquem as informações pesquisadas em uma roda de conversa em sala de aula.
- O tema desta página permite o trabalho com a habilidade **EF09CI07**, no que diz respeito aos conceitos sobre o corpo humano abordados em anos anteriores, especialmente no 6º e no 7º anos.

Justiça – direito à igualdade

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

1. É importante observar se os estudantes discorrem sobre a necessidade de ofertar tecnologia para toda a população.
2. É importante levar os estudantes a refletir que, muitas vezes, a tecnologia se relaciona à busca por igualdade social e ao direito ao acesso a tecnologias fundamentais para o bem-estar social.

DE OLHO NA BASE

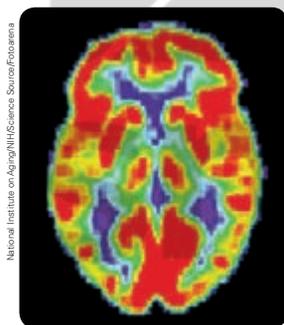
O uso do magnetismo na medicina é trabalhado nesta página, promovendo o objeto de conhecimento e o modificador da habilidade **EF09CI07** (discutir o avanço tecnológico e a aplicação das radiações na medicina diagnóstica e no tratamento de doenças). A competência específica **3** também é desenvolvida, em relação à compreensão de fenômenos naturais e aplicações tecnológicas. O box *Valor* promove as competências gerais **7** e **9** e específicas **4**, **5** e **7** (promover os direitos humanos, com posicionamento ético em relação ao cuidado com o outro, e o respeito ao outro e avaliar as implicações políticas e socioambientais da ciência e de suas tecnologias).

ACESSO A CONQUISTAS TECNOLÓGICAS

Ao longo de sua história, o ser humano desenvolveu uma série de tecnologias que geraram aumento de produtividade, rapidez e maior conforto e segurança nos deslocamentos, entre outras situações. No entanto, muitas vezes essas tecnologias ficam restritas a uma pequena parcela da população mundial que tem maior poder aquisitivo.

1. Você conhece alguma tecnologia que é menos acessível a pessoas com poucos recursos financeiros? Em caso afirmativo, qual?
2. Em sua opinião, o acesso às diversas tecnologias deveria ser universal? Justifique.

1. e 2. Respostas pessoais.



National Institute on Aging/NIDDK Science Source/PhotoBank

ONDAS ELETROMAGNÉTICAS NA MEDICINA

O eletromagnetismo é bastante utilizado na medicina atual, tanto na produção de diagnósticos quanto no tratamento de problemas de saúde.

Os raios X são um tipo de onda eletromagnética bastante conhecido. Eles são capazes de atravessar vários materiais, como a pele e os músculos, porém são absorvidos por outros, como os ossos. Por isso, os raios X são usados em diagnósticos de fraturas, em identificação e em tratamentos de tumores, etc.



↑ Imagens de pé humano obtidas com aparelho de raios X. Essa técnica é uma das mais usadas para detectar lesões ósseas.

Os raios gama são ondas eletromagnéticas produzidas em estrelas e por alguns elementos radioativos. Devido à sua grande energia, podem penetrar profundamente na matéria e causar danos no núcleo das células; isso possibilita seu uso na esterilização de equipamentos médicos e de alimentos.

A radiação gama também pode ser utilizada na medicina diagnóstica, por exemplo, em tomografia por emissão de pósitrons (PET, na sigla em inglês). Nesse procedimento, o paciente ingere uma substância radioativa em concentração não tóxica. Essa substância libera partículas chamadas pósitrons. Os pósitrons emitem feixes de raios gama, que atravessam os tecidos humanos em direção a detectores que posteriormente reconstruem, camada por camada, o corpo que será analisado.

A radiação gama pode ser utilizada ainda no tratamento de câncer, eliminando, por exemplo, tumores cerebrais. Esse tipo de tratamento é conhecido como radioterapia.

← Imagem de cérebro humano produzida por tomografia por emissão de pósitrons. As diferentes cores indicam diferentes graus de atividade metabólica no cérebro.

142

(IN)FORMAÇÃO

Física na medicina moderna

Nas últimas décadas nos deparamos com técnicas de diagnóstico ou terapias médicas que tiveram suas origens em laboratórios de pesquisas de diferentes áreas da física. [...] Os raios X foram descobertos por Wilhelm C. Roentgen em 1895 em seu laboratório na Universidade de Würzburg, na Alemanha. Roentgen era um professor de Física que estava pesquisando fenômenos de luminescência provocada por raios catódicos e, supostamente de maneira casual, descobriu esta manifestação das ondas eletromagnéticas que, sem entender bem como eram produzidas, chamou de raios X. Por esta descoberta, foi laureado com o primeiro Prêmio Nobel em Física no ano de 1901. Hoje, os raios X são utilizados nas mais variadas técnicas de diagnóstico por imagem na

medicina, indo dos simples raios X odontológicos a procedimentos de alta complexidade, como a mamografia, a tomografia computadorizada e a radiologia intervencionista.

[...]

Outra técnica de diagnóstico por imagem muito utilizada atualmente é a ressonância magnética. Neste caso, a propriedade fundamental utilizada é a resposta de prótons pertencentes aos núcleos atômicos quando submetidos a campos magnéticos. [...] Os prótons, estimulados por campos magnéticos de alta intensidade (milhares de vezes mais intensos que o campo magnético da Terra) e também por pulsos de radiofrequência semelhantes aos utilizados em transmissão de rádio e em equipamentos de fisioterapia, respondem de maneira seletiva a diferentes estímulos, gerando respostas através de pulsos eletromagnéticos dependentes de suas

ATIVIDADES

Responda sempre no caderno.

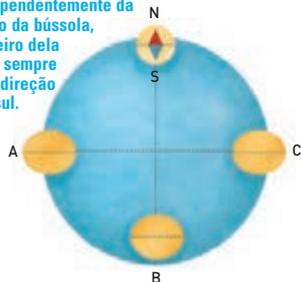
4. c) **Sim, porque a passagem de corrente elétrica produz campos magnéticos que interferem no funcionamento da bússola.**

- Quais são as diferenças entre receptores e geradores elétricos?
Veja resposta em Respostas e comentários.
- Indique dois fenômenos presentes em seu dia a dia em que é possível perceber a relação entre a eletricidade e o magnetismo.
Resposta pessoal.
- Observe as fotos a seguir e identifique os geradores e os receptores elétricos. (Fotos sem proporção de tamanho entre si.)



- Em um experimento para observar o campo magnético, um aluno usou uma bússola e desenhou um círculo sobre uma mesa horizontal, como mostra a figura a seguir.

a) **Independente da posição da bússola, o ponteiro dela aponta sempre para a direção norte-sul.**



- Copie a figura no caderno e indique qual deve ser a posição do ponteiro da bússola quando colocada em cada uma das posições (A, B e C).
- Suponha que um fio conectado a uma fonte elétrica seja colocado próximo à bússola. Se o circuito elétrico estiver aberto, a presença do fio modificará a orientação da agulha na bússola? Por quê?

Não, porque, apesar da presença do fio e da conexão a uma fonte elétrica, não há passagem de corrente elétrica, pois o circuito elétrico está aberto.

- Se o circuito elétrico for fechado, a presença do fio modificará a orientação da agulha na bússola? Por quê?

- Com duas pilhas grandes, fio elétrico e dois pregos grandes, construa dois modelos de eletroímã, de modo que um seja mais potente que o outro.

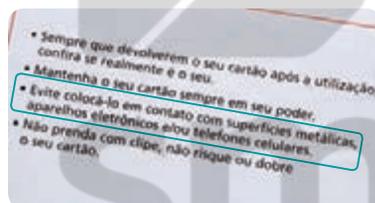
- Após construir os dois modelos, faça no caderno esquemas que demonstrem a construção de cada um deles e também a alteração feita em um dos modelos para que esses eletroímãs exerçam forças diferentes. **Resposta pessoal.**

- A foto a seguir mostra um tomógrafo, aparelho utilizado em exames diagnósticos.



- Com três colegas, realize uma pesquisa sobre a importância do eletromagnetismo na medicina atual. Compartilhem os resultados com a turma. **Resposta pessoal.**

- Em uma carta de envio de cartão magnético, havia o seguinte recado:



- Por que é necessário evitar que o cartão magnético fique em contato com superfícies metálicas e aparelhos eletrônicos?

Se o cartão magnético entrar em contato com superfícies metálicas e aparelhos eletrônicos, poderá haver desmagnetização e perda de dados.

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

- Receptores e geradores elétricos diferenciam-se pela transformação de energia que realizam: enquanto o receptor transforma energia elétrica em outro tipo de energia a ser utilizada, o gerador transforma certos tipos de energia (por exemplo, química ou solar) em energia elétrica.
- No dia a dia, encontramos motores elétricos, discos rígidos de computador, televisores e carros, que podem ser exemplos da relação entre o magnetismo e a eletricidade.
- Se julgar pertinente, realize esta atividade com os estudantes oralmente, acrescentando outros exemplos, como uma pilha, um aparelho de televisão, um computador, etc.
- Caso haja condições, realize o experimento de Hans Oersted, como o da gravura da abertura do capítulo, na página 136, para que os estudantes possam observar que a corrente elétrica influencia a orientação da bússola.
- Os estudantes podem fazer a associação das pilhas em série ou em paralelo para modificar a tensão. A elaboração dos modelos de eletroímã e sua construção promovem o protagonismo dos estudantes.
- Incentive os estudantes a pesquisar exemplos além dos que foram apresentados até o momento.
- Comente com os estudantes que existem outros objetos que também podem levar à perda de informações armazenadas nas tarjas magnéticas, como HDs de computadores.

DE OLHO NA BASE

A atividade 6 promove o processo cognitivo, o objeto de conhecimento e o modificador da habilidade EF09CI07. Também são desenvolvidas as competências geral 2 e específicas 2 e 3 (compreender e explicar fenômenos e processos do mundo físico e tecnológico, compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza e recorrer à abordagem própria das ciências para resolver problemas e criar soluções).

propriedades moleculares e sua mobilidade nos tecidos do corpo.

[...] Os físicos Peter Mansfield e Paul Lauterbur foram laureados pelo Prêmio Nobel em Fisiologia ou Medicina de 2003 pelo desenvolvimento desta técnica de imagens médicas.

[...]

COSTA, Paulo. O impacto da física na medicina moderna. *Jornal da USP*, 6 jun. 2018. Disponível em: <https://jornal.usp.br/artigos/o-impacto-da-fisica-na-medicina-morderna/>. Acesso em: 30 maio 2022.

ESTRATÉGIAS DE APOIO

Aproveite esta seção para realizar uma avaliação reguladora, a fim de detectar eventuais pontos frágeis no aprendizado dos estudantes.

Se os estudantes tiverem dificuldade em realizar as atividades, oriente-os a respondê-las em duplas, incentivando a aprendizagem colaborativa. Faça a correção das atividades coletivamente e observe os pontos de maior dificuldade, para que sejam retomados.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Se julgar pertinente, oriente os estudantes a realizar a leitura do texto em duplas.
- Antes de desenvolver as questões em *Para refletir*, proponha aos estudantes uma roda de conversa e verifique se eles compreenderam o texto integralmente, ajudando-os no entendimento, caso seja necessário.
- Aproveite este momento para pedir aos estudantes que comentem como é o sistema de saúde que frequentam – seja ele público, seja particular – e que opinião têm sobre ele.
- Proponha uma discussão sobre a importância do Sistema Único de Saúde (SUS). É importante ressaltar que o acesso aos serviços de saúde é um direito de todo cidadão e é dever do Estado garantir esse acesso.
- Esta seção possibilita o trabalho com o tema contemporâneo transversal **Saúde**, no que se refere ao acesso a esse direito constitucional.

DE OLHO NA BASE

Esta seção promove a habilidade **EF09CI07** (discutir o papel do avanço tecnológico na medicina diagnóstica e no tratamento de doenças) e as competências gerais **7** e **9** e específicas **5** e **7** (promover os direitos humanos, o posicionamento ético em relação aos outros e o respeito ao outro).

Tecnologia a serviço de toda a humanidade?

O eletromagnetismo tem sido usado tanto no diagnóstico quanto no tratamento de doenças. Entretanto, o custo dos procedimentos com base em eletromagnetismo, em geral, é alto e muitas vezes inacessível para uma grande parte da população mundial.

No Brasil, o artigo 196 da Constituição diz: “A saúde é direito de todos e dever do Estado, garantido mediante políticas sociais e econômicas que visem à redução do risco de doença e de outros agravos e ao acesso universal e igualitário às ações e serviços para sua promoção, proteção e recuperação” (BRASIL. [Constituição de 1988]. *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília: Presidência da República, [2022]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 15 mar. 2022.). Apesar de ser um direito constitucional, muitos governos não fornecem condições adequadas para a saúde humana. O funcionamento do Sistema Único de Saúde (SUS) também é discrepante entre localidades, fornecendo acesso a variados tratamentos em algumas localidades, mas sendo precário em muitas outras.

Ações da sociedade civil, no entanto, auxiliam muitas comunidades a ter acesso à tecnologia de diagnóstico e ao tratamento de doenças. O texto a seguir apresenta uma dessas ações.

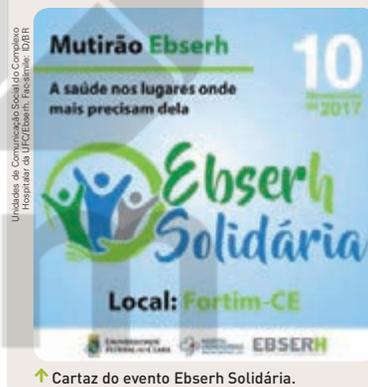
População indígena da aldeia Jaguapiru recebe atendimentos em saúde realizados por mutirão do HU-UFGD

Nesta sexta-feira, 10 de novembro [de 2017], está acontecendo a primeira edição da “EBSERH Solidária”, iniciativa de âmbito nacional, que tem por objetivo levar atendimentos em saúde a comunidades carentes, entre elas, as populações indígenas das aldeias Jaguapiru, Bororó, Panambizinho e proximidades.

Em Dourados, a ação está articulada em forma de mutirão e é realizada tanto na aldeia como no HU [Hospital Universitário] (no caso de estruturas que não podem ser transportadas até o local). Na Escola Municipal Indígena Tengatui Marangatu – Polo, localizada na Aldeia Jaguapiru, estão sendo ofertados, durante todo o dia, consultas, exames e orientações preventivas.

O HU e a UFGD [Universidade Federal da Grande Dourados], em parceria com a Secretaria Especial de Saúde Indígena (SESAI), enviou parte de sua estrutura assistencial, além de colaboradores que estão atuando em diversas áreas. [...]

Os procedimentos, que começaram desde cedo, incluem consultas em diversas especialidades, como: ginecologia, oftalmologia, otorrinolaringologia, pediatria, odontologia,



↑ Cartaz do evento Ebsersh Solidária.

(IN)FORMAÇÃO

Qual a importância do SUS, o Sistema Único de Saúde?

Em 7 de abril é celebrado o Dia Mundial da Saúde. Diante do cenário atual, a data serve para lançar um olhar para o Sistema Único de Saúde (SUS), considerado um dos maiores e melhores do mundo. O Brasil é o único país com mais de 200 milhões de habitantes a oferecer uma solução ampla para toda a população, e é modelo internacional quando se trata de saúde pública.

Desde consultas, procedimento ambulatorial, aplicação de vacina e até transplante de órgãos, o SUS beneficia cerca de 180 milhões de brasileiros, somando mais de 2,8 bilhões de atendimentos por ano. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2019, mais

de 70% da população era dependente do sistema – número que pode ter aumentado com a pandemia.

“O SUS é uma das políticas sociais de maior sucesso no Brasil. Toda a população se beneficia do sistema, são inúmeros programas, e temos que realçar isso!”, afirma o médico administrador em Saúde e professor da Escola de Educação Permanente do Hospital das Clínicas (EEP HCFMUSP), Dr. Haino Burmester.

Em meio à pandemia do novo coronavírus, o SUS também tem o seu papel na distribuição e coordenação das vacinas. Segundo Dr. Haino, “poderia haver uma integração com a iniciativa privada para vacinar o mais rápido possível, com coordenação do Governo Federal. Enquanto as empresas privadas vacinam os funcionários e seus familiares, o Estado imuniza as pessoas que estão desempregadas, por exemplo. Todo mundo se beneficia, pois criamos a imunidade de rebanho”.

Programas e tratamentos oferecidos no SUS

O SUS nasceu oficialmente no dia 19 de setembro de 1990. São mais de 30 anos de desafios, avanços e conquistas. Desde serviços de baixa, média e alta complexidade, o SUS oferece consultas médicas, medicamentos gratuitos, visita e atendimento domiciliar, além de atendimentos de urgência e emergência.

“Se você entra no SUS, você é bem atendido. As pessoas que reclamam é porque não conseguem agendamento ou vaga. Portanto, o problema está na coordenação da fila de espera”, comenta Dr. Haino, médico com mais de 44 anos dedicados à saúde pública.

Você sabia que o Brasil tem o maior sistema público de transplantes do mundo? Mais de 95% das cirurgias de transplante de órgãos são

fonoaudiologia e fisioterapia, além de análise de risco cirúrgico para quem já possui indicação de cirurgia eletiva. Também são realizados eletrocardiogramas, exames laboratoriais e de imagem (ultrassonografia, raios X, tomografia), assim como atividades educativas e de recreação para crianças e adolescentes. [...]

Para a Prof.^a Dra. Simone Simionatto, docente da Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais da UFGD, esta ação vai muito além do diagnóstico e tratamento às enfermidades preexistentes. “Nosso objetivo, acima de tudo, está na redução da incidência destas doenças através de ações assistenciais e educativas, como as que estão ocorrendo hoje. Além disso, a ação é uma oportunidade de oferecer aos acadêmicos de Graduação e Pós-Graduação a oportunidade de uma educação complementar que não teriam em sala de aula”, destacou.

A acadêmica de nutrição de origem indígena, Graciely Goes Vieira está colaborando com a ação, através dos conhecimentos adquiridos na Universidade. “Através de ações desse tipo, trocamos experiências. Nós temos embasamento necessário para orientar as populações carentes sobre a importância da nutrição e, ao mesmo tempo, receber informações sobre seus hábitos alimentares para estudar o que pode ser modificado dentro da realidade de cada um”, disse.

[...] De acordo com a Superintendente do HUUFGD, Mariana Croda, “um dos objetivos é fazer dessa ação o impulso inicial para zerar os procedimentos em espera entre consultas, exames e cirurgias, até o final do ano”.

População indígena da aldeia Jaguapiru recebe atendimentos em saúde realizados por mutirão do HU-UFGD. Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), 10 nov. 2017. Disponível em: <https://portal.ufgd.edu.br/noticias/populacao-indigena-da-aldeia-jaguapiru-recebe-atendimentos-em-saude-realizados-por-mutirao-do-hu-ufgd>. Acesso em: 16 fev. 2022.

Para refletir

Responda sempre no caderno.

- Existem populações indígenas na região onde você mora? Caso existam, você sabe como é feito o atendimento à saúde dessas populações? Se necessário, faça uma pesquisa a respeito na secretaria de saúde do seu município. **Respostas pessoais.**
- De acordo com o texto, o evento Ebserh Solidária foi uma parceria entre a Universidade Federal da Grande Dourados e a Secretaria Especial de Saúde Indígena.
 - Em sua opinião, qual é a importância de parcerias como essa? Você conhece, na sua região, parcerias entre as universidades e o poder público? **Respostas pessoais.**
 - Você acha importante a existência de uma secretaria voltada especificamente para a saúde indígena? Justifique. **Respostas pessoais.**
- Forme grupo com três colegas. Acompanhados por um adulto, visitem uma unidade de saúde de seu município, como um hospital ou um posto de saúde. Solicitem uma entrevista com um(a) médico(a) ou um(a) enfermeiro(a) e façam as seguintes perguntas:
 - Qual é a disponibilidade, naquela unidade, de aparelhos de raios X, ultrassom e ressonância magnética? **Resposta variável. É mais provável que esses aparelhos sejam encontrados em hospitais da rede pública de saúde.**
 - De que modo ocorre o acesso da população a esses recursos?
 - Apresentem os resultados à turma e discutam sobre eles. **Promova com os grupos uma dinâmica de apresentação, reservando um tempo para discussões sobre os resultados obtidos pelos estudantes.**

realizadas pelo SUS, que oferece assistência do início ao fim do procedimento. Outros serviços oferecidos são: testes e tratamento de HIV/Aids, fornecimento de insulina e seringas para pacientes com diabetes, cirurgia de mudança de sexo, tratamento completo de câncer e doenças raras, como Atrofia Muscular Espinhal (AME), entre muitos outros.

“Anualmente, mais de 11,5 milhões de internações no Brasil são pagas pelo SUS. Não existe no mundo nenhum sistema centralizado que pague isso, nem os países de primeiro mundo. É um sistema de sucesso”, celebra o professor.

O SUS que não se vê

[...]

Descubra como o SUS está presente no seu dia a dia:

1. Na água que você bebe: se ela é potável, é graças ao Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Vigilância), estruturado a partir do SUS;

2. Em supermercados, lanchonetes e restaurantes: o sistema público de saúde, por meio da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), fiscaliza e controla os estabelecimentos que oferecem refeição;

3. Portos, aeroportos e rodoviárias: mais uma vez, a vigilância sanitária entra em ação para fiscalizar o cumprimento das normas sanitárias e medidas de prevenção e controle de doenças em locais com grande circulação de pessoas;

4. Na saúde do seu *pet*: a Vigilância Sanitária de Zoonoses fiscaliza *pet shops* e também atua na imunização de animais, castração e controle de pragas;

5. No seu plano privado de saúde: todos eles são fiscalizados, regulamentados e qualificados pela Agência Nacional de Saúde Suplementar (ANS).

Isso tudo sem contar o Programa Nacional de Imunizações (PNI), referência internacional de saúde pública e que atende toda a população, disponibilizando mais de 300 milhões de doses de vacinas gratuitas anualmente.

“As pessoas não têm ideia dos números e serviços oferecidos. Temos que chamar a atenção para tudo que o SUS faz e valorizá-lo cada vez mais”, finaliza.

Qual a importância do SUS, o Sistema Único de Saúde? Escola de Educação Permanente do Hospital das Clínicas (EEP HCFMUSP), 7 abr. 2021. Disponível em: <https://eephcfmusp.org.br/portal/online/sus/#:~:text=Desde%20consultas%2C%20procedimento%20ambulatorial%2C%20aplica%C3%A7%C3%A3o,bilh%C3%B5es%20de%20atendimentos%20por%20ano>. Acesso em: 7 mar. 2022.

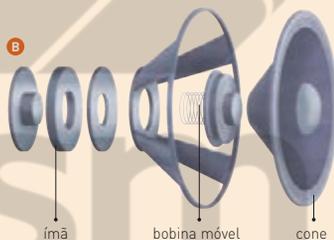
RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

- 1 e 3. Estas atividades retomam algumas aplicações tecnológicas do magnetismo e do eletromagnetismo.
2. Se julgar pertinente, retome as propriedades dos ímãs antes de realizar esta atividade.
4. Como o parafuso e os cliques estão ligados ao polo norte do ímã, eles funcionarão como uma extensão desse polo; portanto, enquanto o parafuso e os cliques estiverem presos ao ímã, terão apenas o polo norte. Caso sejam magnetizados e separados, eles apresentarão os dois polos, norte e sul. Vale lembrar que todo ímã ou material imantado apresenta pelo menos dois polos.
5. I. A parte 1 terá polo norte e polo sul.
II. A parte 3 terá polo norte e polo sul.
III. As partes 1 e 3 formarão novos ímãs.
6. Resposta variável. Respostas possíveis:
Magnetismo: capacidade que um corpo tem de atrair outro.
Eletromagnetismo: fenômeno relacionado à geração de campo magnético por toda carga elétrica em movimento.

1. Copie a tabela a seguir no caderno e complete-a com o nome correto das tecnologias.

Nome da tecnologia	Aplicação
Tomografia por emissão de pósitrons (PET, na sigla em inglês)	Produção de imagens internas do corpo utilizando radiação gama.
Eletroímã	Permitem a separação de objetos de metal em ferros-velhos.
Bússola	Permite a orientação no espaço ao mostrar a localização dos pontos cardeais.

2. Quando aproximamos o polo norte de um ímã de um prego, é possível observar que ele é atraído pelo ímã.
 - Se afastarmos esse ímã e aproximarmos em seguida o polo sul do ímã desse mesmo prego, ele será atraído ou repellido? Justifique.
3. Nas telecomunicações, os ímãs têm participação importante. Eles aparecem, por exemplo, em microfones e alto-falantes.



↑ Microfone (A) e alto-falante (B) são aparelhos muito parecidos, compostos essencialmente dos mesmos elementos.

2. O prego será atraído, pois, como não está imantado, não tem polos. Portanto, ele será atraído por qualquer um dos polos do ímã.

Nos microfones, o som emitido pela boca movimenta a membrana que vibra em relação ao ímã, produzindo um sinal elétrico, que é transmitido pelos fios até outro aparelho, como gravador ou caixa de som. Já no alto-falante ocorre o contrário: o sinal elétrico que chega no alto-falante faz com que o ímã produza um movimento da membrana que vai, então, produzir o som.

Tanto no caso do microfone quanto no do alto-falante, há uma relação entre magnetismo e eletricidade.

- Que nome damos a essa relação?

Eletromagnetismo.

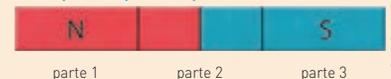
4. A figura mostra dois cliques presos a um parafuso ligado a um ímã.



- O parafuso e os cliques, nessa situação, apresentam dois polos ou apenas o polo norte? Justifique. **Veja respostas em Respostas e comentários.**

5. A figura a seguir mostra um ímã em forma de barra dividido em três partes.

I. falsa; II. falsa; III. falsa; IV. verdadeira.



- Julgue as frases a seguir como verdadeiras ou falsas. Depois, reescreva as falsas no caderno, fazendo as correções necessárias.

- A parte 1 terá apenas o polo norte.
- A parte 3 terá apenas o polo sul.
- A parte 2 formará novo ímã, mas as partes 1 e 3 não.
- As partes 1, 2 e 3 formarão três novos ímãs, cada um com seus polos norte e sul.

6. No caderno, elabore dois parágrafos definindo, com suas palavras, os conceitos de magnetismo e eletromagnetismo.

Veja resposta em Respostas e comentários.

ESTRATÉGIAS DE APOIO

As atividades desta seção servem de apoio para uma avaliação final.

Antes de os estudantes realizarem as atividades, faça uma lista coletiva com os principais temas da unidade e as palavras-chave de cada um deles. Com base nessas palavras-chave, proponha a eles que elaborem coletivamente uma frase ou uma questão sobre cada tema, que pode ser respondida oralmente. Isso pode auxiliar na detecção de pontos de dificuldade dos estudantes.

Essa estratégia é significativa no sentido de os estudantes repassarem os principais conceitos do conteúdo da unidade.

7. Leia o texto e, depois, responda às questões.
a), b) e c) Veja respostas em *Respostas e comentários*.

Com uma bússola no bico

Há muitos anos, quando não existia correio nem internet, as pessoas usavam pombos para enviar mensagens, que chegavam direitinho ao seu destino! O que ninguém entendia era como as aves viajavam longas distâncias e sabiam voltar para casa... Pois foi isso que os cientistas da Universidade de Auckland, na Nova Zelândia, descobriram!

Sabia que os pombos-correio têm algo parecido com uma bússola no bico? Esse instrumento, você sabe, serve para orientação. Ele tem uma agulha, que indica o norte, facilitando assim que alguém localize a posição em que está.

Os cientistas da Nova Zelândia revelaram que os pombos-correio têm minúsculas partículas de ferro no bico superior que funcionam como as agulhas de uma bússola. "Essas partículas, que poderíamos comparar a agulhas, giram e sempre indicam a direção norte", explica Cordula Mora, coordenadora da pesquisa.

[...]

Isso indica que essas aves se orientam pelo campo magnético da Terra, uma ideia que outros cientistas já tinham levantado, mas que não conseguiram provar. Esse feito coube aos pesquisadores da Nova Zelândia. Mas como eles fizeram isso?

Os cientistas colocaram pombos-correios em um túnel de madeira com uma plataforma em cada extremidade e os treinaram para escolher uma delas. Quando havia mudança no campo magnético, eles deveriam ir para uma plataforma. Quando não havia alteração, para outra. Na maioria das vezes, as aves fizeram a opção certa, o que mostra que foram capazes de notar as variações no campo magnético e se guiar por elas!

Porém, para terem certeza de que haviam chegado à conclusão certa, os pesquisadores fizeram ainda outros experimentos. Em um deles, eles colocaram ímãs no bico superior

dos pombos para saber se haveria alguma interferência da capacidade de orientação das aves. Resultado: os animais tiveram suas habilidades prejudicadas.

[...]

Em outro teste, os cientistas anestesiaram a área ao redor do bico superior das aves e verificaram que elas tiveram problemas de orientação. O resultado demonstra a ligação entre a região e a habilidade dos pombos em se localizar. Depois, o grupo cortou o nervo olfativo, que leva informação do nariz para o cérebro, de alguns pombos. Isso para saber se a ideia de que essas aves orientam-se por odores da natureza, defendida por certos cientistas, é correta. Nesse caso, porém, a orientação dos animais não foi afetada, comprovando que o olfato não faz diferença na hora de eles se localizarem!

Eliana Pegorim. Com uma bússola no bico. *Ciência Hoje das Crianças*, 15 jul. 2010. Disponível em: <http://chc.org.br/com-uma-bussola-no-bico/>. Acesso em: 17 fev. 2022.

- a) De acordo com o texto, os pombos-correio têm minúsculas partículas de ferro no bico que funcionam como agulhas de uma bússola. Além do ferro, que outros materiais podem adquirir propriedades magnéticas?
- b) De acordo com a hipótese levantada sobre a orientação dos pombos-correio, explique por que a presença de um ímã no bico superior prejudicou a orientação dessas aves.
- c) Um experimento adicional que simulasse o movimento aparente do Sol no céu seria significativo para testar se o campo magnético terrestre realmente é o referencial para a orientação dos pombos-correio? Explique seu raciocínio.

8. O Brasil é considerado um país com graves desigualdades sociais e econômicas. Isso se reflete em diversos aspectos do cotidiano, como o acesso a fontes de energia, alimentos e moradia, por exemplo.

- Em sua opinião, como essa realidade pode ser mudada?

Resposta pessoal.

7. a) Resposta variável. Respostas possíveis: níquel e cobalto.
b) Porque, segundo a hipótese, os pombos-correio utilizam o campo magnético da Terra para se orientar. O ímã, por ter um campo magnético próprio e estar próximo ao bico do pombo-correio, criou uma interferência, prejudicando a orientação da ave.
c) Não. O campo magnético terrestre é originado pelo próprio planeta.



Justiça – direito à igualdade

8. Caso julgue oportuno, proponha uma discussão com a turma sobre o tema. Promova um ambiente democrático para a troca de ideias entre os estudantes. Auxilie-os a perceber que o poder público tem participação fundamental na garantia de direitos básicos à população.

DE OLHO NA BASE

Nesta seção, promovem-se a habilidade **EF09CI05** na questão 3 e a habilidade **EF09CI07** na questão 1. Em relação às competências, são desenvolvidas as competências geral 2 e específicas 2 e 3 (explicar fenômenos e processos relativos ao mundo natural e tecnológico, compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza e recorrer à abordagem própria das ciências para resolver problemas). Por fim, a questão 8 desenvolve as competências gerais 7 e 9 e específicas 4, 5 e 7 (promover os direitos humanos, com posicionamento ético em relação ao cuidado com os outros, e o respeito ao outro e avaliar as implicações políticas e socioambientais da ciência e de suas tecnologias).

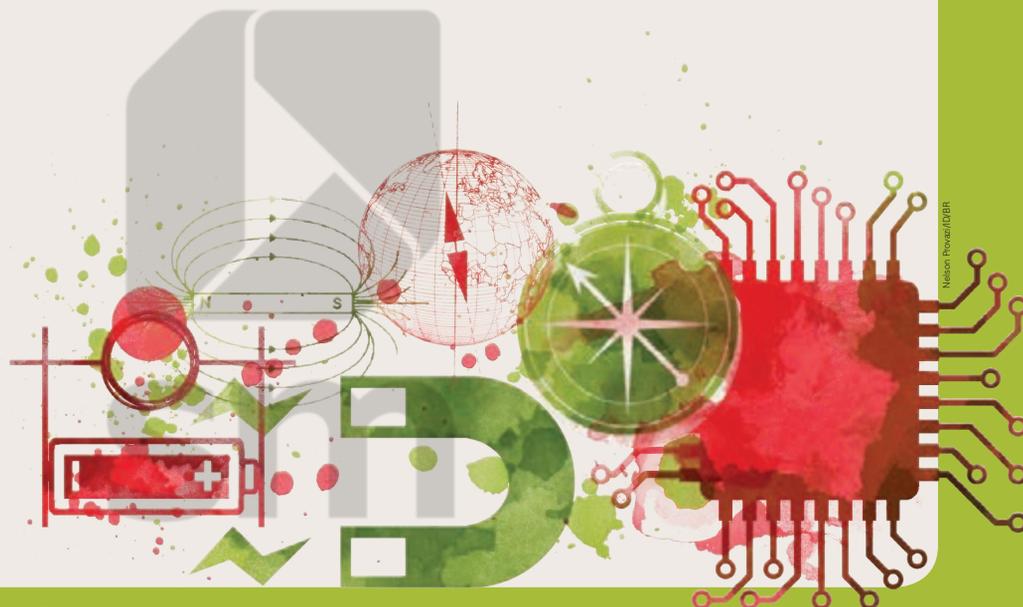


Capítulo 1 – Magnetismo

- Compreendo e explico o que é magnetismo?
- Descrevo as características de um ímã?
- Compreendo o que são campos magnéticos?
- Explico corretamente o funcionamento de uma bússola?
- Sou capaz de construir uma bússola caseira utilizando materiais simples e elaborar hipóteses que expliquem seu funcionamento?

Capítulo 2 – Eletromagnetismo

- Relaciono o eletromagnetismo com os fenômenos elétricos e magnéticos?
- Compreendo a relação entre campo magnético e corrente elétrica?
- Construo um motor elétrico utilizando materiais simples?
- Reconheço e explico os principais mecanismos envolvidos na transmissão e na recepção de imagem e de som?
- Discuto e avalio o papel do avanço tecnológico na aplicação da radiação eletromagnética em diagnósticos e tratamentos médicos?
- Posiciono-me a respeito do acesso universal a tratamentos e diagnósticos médicos que utilizam o eletromagnetismo?
- Pesquiso informações sobre a oferta pública de serviços de saúde no município em que moro?



Universo e Sistema Solar

OBJETIVOS

Capítulo 1 – Astros no Universo

- Identificar características de diferentes tipos de astros, como estrelas, planetas, planetas-anões, satélites naturais, asteroides e cometas.
- Conhecer algumas características do Sol e dos planetas do Sistema Solar.
- Reconhecer a posição da Terra no Sistema Solar.
- Identificar as características das etapas do ciclo evolutivo do Sol.
- Diferenciar planeta de planeta-anão.
- Compreender o que são galáxias e conhecer alguns de seus tipos.
- Construir um modelo para estudar os tamanhos e as distâncias no Sistema Solar.

Capítulo 2 – Um olhar para o Universo

- Valorizar o conhecimento astronômico construído pelo ser humano ao longo da história.
- Diferenciar geocentrismo de heliocentrismo.
- Valorizar a importância da astronomia amadora e identificar possíveis motivações dos astrônomos amadores.
- Explicar como as sondas espaciais auxiliam na exploração espacial.
- Discutir o papel da ciência no desenvolvimento de tecnologias espaciais, seus usos e suas implicações.

Investigar – A sobrevivência humana fora da Terra

- Pesquisar, em fontes bibliográficas, informações sobre as condições necessárias à sobrevivência de seres humanos em outros corpos celestes, as características desses corpos e a distância entre eles e a Terra e entre eles e o Sol, o tempo para chegar a esses corpos e os efeitos que uma viagem espacial provoca no organismo humano.
- Em um debate, utilizar argumentos para defender ou se opor à viabilidade de os seres humanos viverem em outros planetas.
- Elaborar coletivamente uma conclusão sobre a possibilidade de os seres humanos viverem fora da Terra.

JUSTIFICATIVA

Os objetivos do capítulo 1 refletem a intenção de promover o estudo dos astros presentes no Universo, possibilitando aos estudantes ampliar o entendimento, em particular, das características dos astros que compõem o Sistema Solar. Nesse capítulo, também há uma proposta de atividade prática de construção de um modelo do Sistema Solar, que propicia estudar esse tema de forma mais concreta.

O capítulo 2, por sua vez, trata dos conhecimentos desenvolvidos pelos seres humanos nas áreas da astronomia e da tecnologia espacial, permitindo aos estudantes compreender os usos desse tipo de tecnologia e suas implicações políticas.

A seção *Investigar* aborda a sobrevivência humana fora da Terra por meio de um trabalho de pesquisa, em que os estudantes deverão, com base nas informações coletadas, elaborar argumentos, exercer o debate e apresentar conclusões sobre o tema, desenvolvendo, assim, as habilidades de síntese e de argumentação.

SOBRE A UNIDADE

O estudo de astronomia é vasto e costuma despertar bastante interesse dos estudantes. Além disso, permite vários enfoques, por envolver o conhecimento multidisciplinar: Matemática, História, Geografia, etc.

No capítulo 1, trabalha-se o Sistema Solar em relação à sua origem, às suas características e aos astros que o compõem, desenvolvendo a habilidade **EF09CI14**. A atividade da seção *Práticas de Ciências* possibilita aos estudantes dimensionar escalas que muitas vezes são consideradas abstratas pela sua grandeza. O capítulo também trata da evolução estelar, tomando como exemplo o Sol e avaliando as consequências de sua evolução para a vida na Terra, promovendo a habilidade **EF09CI17**.

O capítulo 2 aborda a maneira como os seres humanos lidam com o conhecimento sobre os astros, apresentando mitos e teorias sobre a origem do Universo e fatos históricos que marcaram a chamada corrida espacial, além de discutir a viabilidade da vida humana existir fora da Terra, desenvolvendo as habilidades **EF09CI15** e **EF09CI16**.

Por fim, em relação às competências, nesta unidade, são trabalhadas as competências gerais da Educação Básica **1, 2, 4, 5, 6, 7 e 9** e as competências específicas de Ciências da Natureza **1, 2, 3, 4, 5 e 8** – particularmente aquelas que exploram o conhecimento científico como cultural e histórico (competências geral **1** e específica **1**) e promovem a valorização da diversidade de saberes e culturas (competências gerais **6 e 9**).

MAPA DA UNIDADE

CONTEÚDOS	BOXES/SEÇÕES ESPECIAIS	HABILIDADES	COMPETÊNCIAS	TCTS
CAPÍTULO 1 – ASTROS NO UNIVERSO				
<ul style="list-style-type: none"> Objetos e corpos celestes Sistema Solar: Sol, planetas, planetas-anões e satélites naturais Origem do Sistema Solar Evolução estelar Galáxias e escalas do Universo 	PRÁTICAS DE CIÊNCIAS Tamanhos e distâncias no Sistema Solar	(EF09CI14) (EF09CI17)	(CGEB2) (CGEB4) (CECN2) (CECN3)	
CAPÍTULO 2 – UM OLHAR PARA O UNIVERSO				
<ul style="list-style-type: none"> Geocentrismo e heliocentrismo Constelações Versões para a origem do Universo Exploração do espaço 	BOXE VALOR Astronomia amadora CIÊNCIA DINÂMICA A corrida espacial	(EF09CI15) (EF09CI16) (EF09CI17)	(CGEB1) (CGEB3) (CGEB6) (CGEB9) (CECN1) (CECN2) (CECN3) (CECN4)	Ciência e tecnologia
INVESTIGAR – A SOBREVIVÊNCIA HUMANA FORA DA TERRA				
<ul style="list-style-type: none"> Condições necessárias à sobrevivência humana fora da Terra 		(EF09CI16)	(CGEB2) (CGEB5) (CGEB7) (CGEB9) (CECN2) (CECN5) (CECN8)	

UNIVERSO E SISTEMA SOLAR

O Universo é tudo o que existe fisicamente, inclusive todas as formas de matéria e de energia, as leis físicas que as regulam e a totalidade do espaço e do tempo. O Sistema Solar, onde está a Terra, faz parte da Via Láctea, uma das galáxias do Universo.

Nesta unidade, você vai conhecer alguns aspectos relacionados à exploração científica do Universo e do Sistema Solar, além de diferentes visões sobre sua origem.

CAPÍTULO 1
Astros no Universo

CAPÍTULO 2
Um olhar para o
Universo

PRIMEIRAS IDEIAS

1. *Resposta pessoal.*

1. Você já olhou para o céu à noite? Que corpos celestes conseguiu identificar?

2. Em sua opinião, quais são os astros que compõem o Sistema Solar? *Resposta pessoal.*

3. Além da visão científica, que outras interpretações dos fenômenos celestes você conhece? *Resposta pessoal.*

4. Quais equipamentos utilizados para estudar o Universo você conhece? *Resposta pessoal.*

PRIMEIRAS IDEIAS

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Aproveite o momento de discussão proporcionado pelas questões em *Primeiras ideias* para realizar uma avaliação inicial do conhecimento dos estudantes, de modo a auxiliá-lo em seu planejamento de aulas sobre os conteúdos desta unidade.
- Na atividade 1, os estudantes podem citar, por exemplo, as estrelas, a Lua e os planetas.
- Na atividade 2, os estudantes podem responder que o Sistema Solar é formado pelo Sol e por planetas, planetas-anões, satélites naturais, asteroides e cometas.
- Na atividade 3, os estudantes podem indicar alguma cosmologia não pertencente à visão científica.
- Na atividade 4, os estudantes podem citar naves espaciais, sondas, satélites artificiais, telescópios, entre outros equipamentos.

LEITURA DA IMAGEM

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Aproveite o momento de discussão proporcionado pelas questões em *Leitura da imagem* para realizar uma avaliação inicial do conhecimento dos estudantes.

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

1. Espera-se que os estudantes identifiquem o espaço, o planeta Terra e o astronauta.
2. Os estudantes podem responder que a foto foi tirada de uma nave espacial, por exemplo.
3. Explique aos estudantes que, no espaço, não há ar e a temperatura é muito baixa.
4. Os estudantes podem fazer uma pesquisa sobre a aparência dos outros planetas do Sistema Solar para verificar se algum deles apresenta aparência semelhante à da Terra.

Criatividade – desejo de saber

5. Espera-se que os estudantes compreendam que ainda hoje é possível observar o céu com poucos recursos materiais, desde que haja curiosidade e criatividade de quem deseja estudá-lo.



LEITURA DA IMAGEM

1. Descreva essa imagem identificando os elementos presentes nela. *Resposta pessoal.*

2. Como você imagina que essa foto foi tirada? *Resposta pessoal.*

3. Por que a pessoa da foto está usando esse traje? *A pessoa da foto é um astronauta e, por isso, utiliza traje espacial. Sem esse traje, não seria possível a ele estar nesse local.*

4. Qual é o planeta que aparece na foto? Como você chegou a essa conclusão? *Planeta Terra. Os estudantes podem associar características da Terra, visíveis na foto (como o azul do mar e o branco das nuvens) aos próprios conhecimentos sobre a aparência do planeta.*

5. A astronomia é uma das ciências mais antigas da humanidade. Os primeiros astrônomos utilizavam instrumentos muito simples para estudar o céu. Você acredita que ainda hoje é possível estudar o céu com poucos recursos materiais?

Resposta pessoal.





Essa foto foi produzida em 1984.

151

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- A imagem é a reprodução de uma fotografia tirada no dia 7 de fevereiro de 1984. Nela, o astronauta estadunidense Bruce McCandless II aparece do lado de fora do ônibus espacial que está em órbita na Terra. Ele foi o primeiro astronauta a “caminhar” no espaço sem estar ligado à nave-mãe.
- Pergunte aos estudantes se eles gostariam de ir ao espaço e, em caso afirmativo, como imaginam que seria essa experiência.
- Aproveite para conferir o conhecimento que os estudantes têm sobre os astros e a Terra. É possível que grande parte do que eles sabem venha de filmes e de outras mídias. Esclareça que é necessário ter senso crítico sobre as imagens mostradas nesses veículos, pois boa parte delas é fantasiosa.
- Avalie os conhecimentos prévios dos estudantes a respeito do Sistema Solar fazendo as seguintes perguntas: “Qual é a estrela que nos fornece energia? Quais são os planetas do Sistema Solar? Existem outros tipos de corpos celestes além dos planetas? Caso existam, quais são eles?”.

HABILIDADES DESENVOLVIDAS NO CAPÍTULO

(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).

(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.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Este capítulo desenvolve a habilidade **EF09CI14**, que extrapola o conhecimento sobre o Sistema Solar trabalhado previamente no 8º ano, no contexto das habilidades **EF08CI12** e **EF08CI13**.
- Explore com os estudantes a pergunta em *Para começar* e verifique as hipóteses que eles levantam sobre a origem do Universo. Essa pergunta promove o protagonismo dos estudantes, ao incentivá-los a formular hipóteses, e pode ser retomada em outros momentos.
- Verifique se há dúvida em relação a corpos e objetos celestes.

DE OLHO NA BASE

O conteúdo das páginas 152 e 153 inicia o desenvolvimento da habilidade **EF09CI14**, ao abordar tipos de corpos celestes que são encontrados no Sistema Solar. Também desenvolve as competências específicas **2** e **3**, ao tratar de conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza – particularmente da astronomia – e de características e fenômenos do mundo natural.

PARA COMEÇAR

O Universo é tempo, espaço, matéria e energia. Não se sabe seu tamanho, apenas que é muito, muito grande e que está em expansão. Como você acha que o Universo surgiu?

Resposta pessoal. Alguns estudantes podem citar a teoria do Big Bang, por exemplo, e outros podem dar respostas relacionadas à religião ou a crenças. É importante ouvir as concepções não científicas e alternativas dos estudantes, promovendo um ambiente respeitoso para seus posicionamentos.

↳ Erupção solar captada pelo Observatório de Dinâmica Solar da Nasa em 2014.

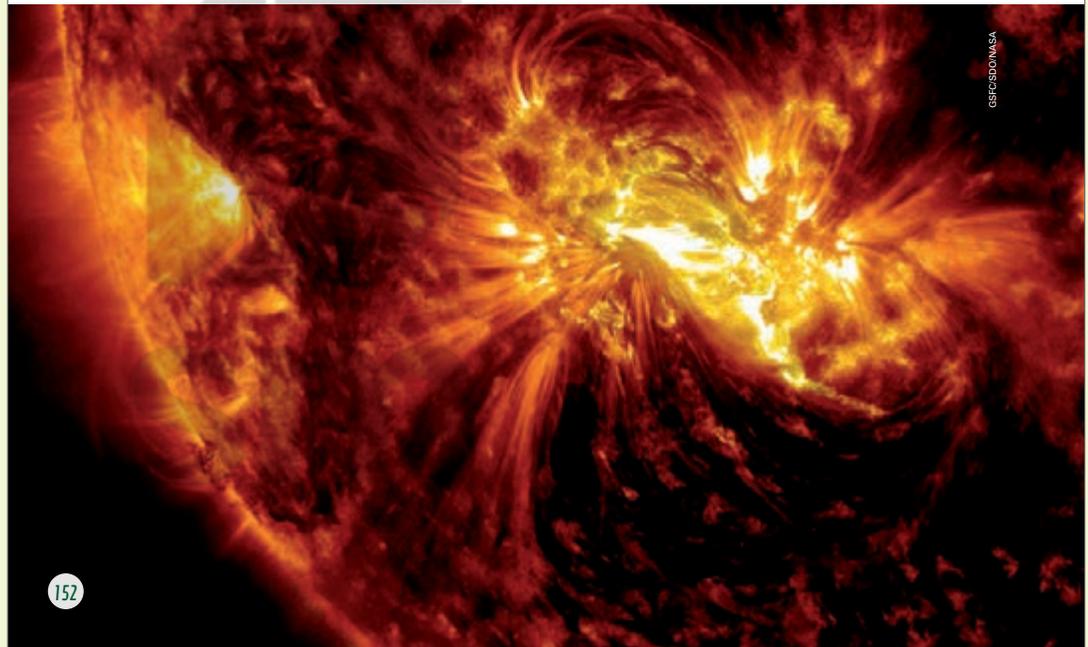
OBJETOS E CORPOS CELESTES

Um **objeto astronômico** é qualquer estrutura física significativa existente no Universo. Tanto a expressão **corpo celeste** como objeto celeste são utilizadas para objetos coesos, ou seja, mantidos íntegros pela força da gravidade, como planetas, satélites e estrelas, e para objetos mais complexos, menos coesos ou compostos de vários corpos, como sistemas planetários, galáxias e nebulosas.

Vamos estudar, a seguir, os corpos celestes que compõem o Universo e o nosso Sistema Solar.

ESTRELAS

Estrelas são corpos celestes que apresentam luz própria e produzem e emitem energia. São constituídas de gases, em especial o hidrogênio. No núcleo das estrelas, cuja temperatura ultrapassa vários milhões de graus Celsius, ocorrem reações nucleares, e são essas reações que liberam energia na forma de luz e de calor.



OUTRAS FONTES

HAWKING, Stephen. *Uma breve história do tempo*. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2015.

Obra do prestigiado físico inglês e catedrático da Universidade de Cambridge, o livro discute temas científicos como fenômenos da física de partículas, o dinamismo das milhões de galáxias do Universo, a origem do Universo, tempo e espaço e buracos negros.

PLANETAS

A União Astronômica Internacional (IAU, na sigla em inglês) definiu que **planeta** é um corpo celeste que preenche três requisitos:

- orbitar uma estrela;
- ter massa suficiente para que sua gravidade o deixe com formato esférico;
- “limpar” a vizinhança em torno de sua órbita, ejetando outros corpos que por ali se encontrem ou os aglutinando no processo de sua formação.

Se esse corpo estiver orbitando outra estrela que não seja o Sol e preencher o segundo e o terceiro requisitos, será chamado de **exoplaneta**.

PLANETAS-ANÕES

Pela definição da IAU, um corpo que cumpra apenas as duas primeiras definições de planeta é denominado **planeta-anão**.

SATÉLITES NATURAIS

Um **satélite natural**, ou lua, é qualquer corpo astronômico que orbite um planeta, um planeta-anão ou um asteroide.

ASTEROIDES

Asteroides são objetos rochosos, pequenos demais para manter uma atmosfera. Podem ter órbita própria ao redor das estrelas ou compartilhar a órbita de planetas. Asteroides pequenos que estejam orbitando o Sol e entrem na atmosfera terrestre são chamados de **meteoroides**. Ao entrar na atmosfera da Terra, por exemplo, um meteoróide é vaporizado, deixando um rastro no céu e recebendo o nome de **meteoro** ou estrela cadente. Se resistir à entrada, chegando ao solo, o meteoro é chamado de **meteorito**.

COMETAS

Os **cometas** são objetos constituídos essencialmente de gelo de materiais voláteis, como o gás carbônico, e de rochas, sendo resquícios da formação do Sistema Solar. Quando se aproximam do Sol, parte dos cometas é volatilizada, produzindo uma fina, brilhante e extensa cauda, sempre em direção contrária ao Sol.

O Hale-Bopp foi um dos maiores cometas observados no século XX. Descoberto em 1995, tornou-se visível a olho nu em 1996. Em 1997, seu brilho era tão forte que podia ser visto até nas grandes cidades. Imagem obtida entre fim de março e início de abril de 1997.



↑ Netuno é um planeta gasoso. Imagem obtida pela sonda Voyager em 1989.



↑ Plutão (à direita), um planeta-anão, e sua lua, Caronte (à esquerda). Imagem obtida pela sonda New Horizons em 2015.



ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Troque ideias com os estudantes sobre as grandezas usadas para estudar os elementos do Universo. As distâncias e os tamanhos são muito grandes e é provável que eles tenham dificuldade para imaginá-los. É importante ficar atento a esse aspecto ao desenvolver o estudo do Universo.
- Enfatize a importância de reconhecer os pontos de referência. É necessário que os estudantes compreendam, por exemplo, que as estrelas não estão fixas no céu. Os corpos celestes têm movimentos bastante significativos. No entanto, em observações de curto prazo e pelo fato de as estrelas estarem a grandes distâncias da Terra, esses movimentos podem não ser facilmente percebidos por nós.
- Enfatize que a Lua não emite luz própria; ela reflete a luz do Sol, razão pela qual conseguimos vê-la no céu (com exceção da fase de lua nova).

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Inicie a leitura do infográfico com os estudantes, explicando-lhes que as escalas de distância entre os astros não estão representadas nas proporções reais.
- Com base nessa representação, peça aos estudantes que comparem os planetas quanto à constituição, ao tamanho, à temperatura e à distância deles em relação ao Sol.
- Problematize o estudo dos planetas do Sistema Solar perguntando aos estudantes: “Qual planeta vocês acham que mais se assemelha à Terra?”. Geralmente, Vênus e Marte são apontados como semelhantes à Terra, devido ao tamanho e à distância deles em relação ao Sol. Contudo, é possível que os estudantes escolham outros planetas (por exemplo, Netuno, por causa de sua coloração azul). É importante deixar que eles expliquem suas escolhas.
- Informe aos estudantes que os nomes dos planetas têm origem nos nomes de deuses da mitologia greco-romana.

DE OLHO NA BASE

O infográfico das páginas 154 e 155 promove o processo cognitivo e o objeto de conhecimento da habilidade **EF09CI14** (descrever a composição e a estrutura do Sistema Solar). Também desenvolve a competência específica de Ciências da Natureza **3** (compreender as características do mundo natural) e a competência geral da Educação Básica **4** (utilizar linguagem da infografia).

SISTEMA SOLAR

O Sistema Solar é o conjunto de corpos celestes que se movimentam em torno do Sol. Há oito planetas no Sistema Solar: Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno.

Os planetas do Sistema Solar podem ser divididos em dois grandes grupos: telúricos (ou rochosos) e jovianos (ou gasosos).

Os planetas telúricos (Mercúrio, Vênus, Terra e Marte) são constituídos principalmente de rochas e minerais, como o ferro. Os planetas jovianos (Júpiter, Saturno, Urano e Netuno) são compostos sobretudo de gases e são muito maiores que os telúricos.

FORÇA GRAVITACIONAL

Força gravitacional é a força de atração entre dois corpos que têm massa. O físico inglês Isaac Newton (1642-1727) foi um dos cientistas que mais contribuíram para seu estudo. A força gravitacional é tanto maior quanto maior for a massa dos corpos e tanto menor quanto maior for a distância entre eles. Ela mantém os planetas girando ao redor do Sol.

Sol

Ø 1,4 milhão

O Sol é a estrela do Sistema Solar. A energia solar é gerada no núcleo da estrela, onde a temperatura chega a 15 milhões de graus Celsius. Na fotosfera, a camada mais externa da estrela, a temperatura chega a 6 mil graus Celsius. O calor que recebemos do Sol é um dos fatores que permitem a vida na Terra. Estudos indicam que o Sol está ativo há quase 4 bilhões e 600 milhões de anos e pode continuar em atividade por mais 5 bilhões de anos.

Mercúrio

Ø 4,9 mil
↔ 58 milhões
● 0

Não tem atmosfera; logo, não apresenta esse tipo de proteção contra os choques de corpos celestes. Por isso, sua superfície, assim como a da Lua, é coberta de crateras, resultantes de impactos de asteroides e de outros corpos celestes.

Vênus

Ø 12,1 mil
↔ 108 milhões
● 0

Tem tamanho quase igual ao da Terra. Apesar de não ser o planeta mais próximo do Sol, é o mais quente do Sistema Solar: a temperatura em sua superfície pode chegar a 480 °C. Isso ocorre porque o calor recebido do Sol é retido pela densa atmosfera do planeta.

Terra

Ø 12,75 mil
↔ 150 milhões
● 1

Pelo que sabemos, é o único planeta do Sistema Solar no qual há seres vivos. Sua atmosfera apresenta grande quantidade de gás oxigênio e de gás nitrogênio, e a maior parte de sua superfície é coberta de água líquida; por isso, quando vista do espaço, a Terra parece azul.

Marte

Ø 6,78 mil
↔ 228 milhões
● 2

Em decorrência da cor das rochas e do solo, ricos em óxidos de ferro, é conhecido como planeta vermelho. É um dos planetas mais estudados atualmente. É possível que uma viagem tripulada para Marte seja realizada ainda neste século.

Júpiter

Ø 142,9 mil
↔ 778 milhões
● 79

Acredita-se que tenha um pequeno núcleo rochoso, envolto por uma camada de gases. Júpiter tem anéis, que não são visíveis da Terra. A Grande Mancha Vermelha, vista em sua atmosfera, é uma tempestade, com ventos de até 500 km/h e que, segundo os astrônomos, tem pelo menos 150 anos de idade.

Legenda: Ø Diâmetro equatorial aproximado em km ↔ Distância média do Sol em km ● Número de satélites

154

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

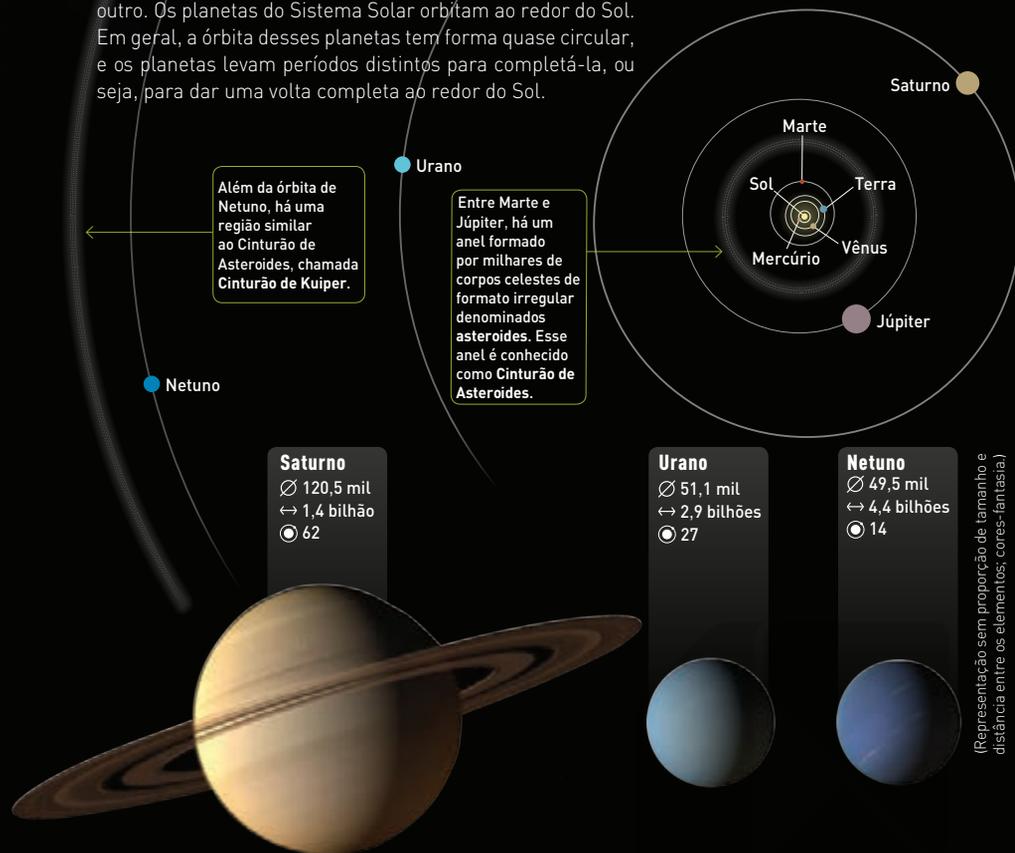
VISITA A UM PLANETÁRIOO

Nos planetários, geralmente há equipamentos que projetam imagens do céu em um anteparo e monitores que explicam ao público os fenômenos astronômicos observados. Se possível, planeje uma visita com os estudantes a um desses observatórios, o que pode ajudá-los a ampliar o entendimento em relação ao posicionamento da Terra e de outros astros do Sistema Solar.

A lista completa dos planetários do Brasil pode ser encontrada no site da Associação Brasileira de Planetários, disponível em <https://planetarios.org.br/planetarios-do-brasil/> (acesso em: 2 fev. 2022).

TRAJETÓRIAS

Órbita é a trajetória descrita por um astro ao redor de outro. Os planetas do Sistema Solar orbitam ao redor do Sol. Em geral, a órbita desses planetas tem forma quase circular, e os planetas levam períodos distintos para completá-la, ou seja, para dar uma volta completa ao redor do Sol.



Além da órbita de Netuno, há uma região similar ao Cinturão de Asteróides, chamada **Cinturão de Kuiper**.

Entre Marte e Júpiter, há um anel formado por milhares de corpos celestes de formato irregular denominados **asteróides**. Esse anel é conhecido como **Cinturão de Asteróides**.

Saturno

Ø 120,5 mil
↔ 1,4 bilhão
● 62

Urano

Ø 51,1 mil
↔ 2,9 bilhões
● 27

Netuno

Ø 49,5 mil
↔ 4,4 bilhões
● 14

(Representação sem proporção de tamanho e distância entre os elementos; cores-fantasia.)

É o planeta menos denso e o mais achatado do Sistema Solar. Sua característica mais marcante é o sistema de anéis, visível da Terra, cujo brilho intenso se deve à reflexão da luz do Sol pelos inúmeros cristais de gelo que o compõem.

A atmosfera de Urano apresenta coloração azul-esverdeada. Tem eixo de rotação bem inclinado quando comparado com o dos demais planetas do Sistema Solar.

A coloração azulada se deve ao alto teor de metano em sua atmosfera. Netuno, assim como Júpiter, apresenta manchas escuras formadas por tempestades.

The International Astronomical Union/Martin Kommaser

Fonte de pesquisa: União Astronômica Internacional. Disponível em: <https://www.iau.org/>. Acesso em: 2 fev. 2022.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Explique aos estudantes que os nomes dos planetas-anões do Sistema Solar originam-se de nomes de divindades de algumas culturas. Por exemplo, Make-make é o deus da fertilidade do povo Rapa Nui, que habita a ilha de Páscoa, localizada no oceano Pacífico, a 3540 km da costa do Chile.
- Apresente aos estudantes o conceito de satélite e enfatize as diferenças entre satélites naturais e satélites artificiais.
- Se for possível, proponha a realização de observações da Lua, preferencialmente na fase da lua cheia. Peça aos estudantes que façam as observações por pelo menos sete noites seguidas e desenhem o aspecto da Lua em cada uma das noites.
- Certifique-se de que os estudantes compreenderam que ano-luz é uma medida de distância, e não de tempo.

DE OLHO NA BASE

O conteúdo desta página dá prosseguimento ao desenvolvimento da habilidade **EF09CI14**, ao tratar de outros corpos do Sistema Solar. Também desenvolve as competências específicas **2 e 3**.

OS LONGÍNQUOS CINTURÃO DE KUIPER E NUVEM DE OORT

O Cinturão de Kuiper é uma estrutura em forma de disco e composta de bilhões de pequenos corpos congelados que se estende por incríveis 6 bilhões de quilômetros além da órbita de Netuno. É nessa região que se encontra a maioria dos planetas-anões.

A Nuvem de Oort é uma estrutura esférica que encapsula o Sistema Solar. O raio dessa esfera é de cerca de 1,6 ano-luz, ou seja, 15 trilhões de quilômetros. Essa região contém trilhões de cometas.

Segundo o modelo mais aceito atualmente sobre a origem dos cometas, os cometas de "período curto", com até poucas centenas de anos, teriam se originado no Cinturão de Kuiper enquanto os cometas de "período longo" teriam se originado na Nuvem de Oort.

Arquivo/USA



↑ Cinturão de Kuiper.

ano-luz: unidade de distância utilizada na astronomia, equivalente à distância que a luz percorre no vácuo durante um ano. Um ano-luz corresponde a 9,5 trilhões de quilômetros.

SATÉLITES NATURAIS DO SISTEMA SOLAR

No Sistema Solar, apresentam satélites naturais os planetas Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno e os planetas-anões Plutão, Haumea, Éris e Makemake.

Os satélites naturais variam de tamanho e de composição química, e alguns despertam grande interesse no estudo da vida fora da Terra.

Os primeiros satélites naturais descobertos em outro planeta foram as quatro maiores luas de Júpiter: Io, Calisto, Europa e Ganimedes. A descoberta foi feita em 1610 pelo astrônomo, físico e matemático italiano Galileu Galilei (1564-1642).

As luas também não se formaram todas da mesma maneira. Acredita-se que o satélite natural da Terra, a Lua, tenha se formado da colisão de um grande asteroide com a jovem Terra.

PLANETAS-ANÕES DO SISTEMA SOLAR

Em 1930, foi descoberto, no Cinturão de Kuiper, aquele que seria o nono planeta do Sistema Solar: Plutão. Na década de 1990, dezenas de outros corpos foram descobertos nessa região. Por causa disso e após a descoberta de Éris, em 2005, a União Astronômica Internacional decidiu, em 2006, reclassificar Plutão como planeta-anão.

Até o momento, o Sistema Solar apresenta cinco planetas-anões:

Makemake

- 1 430 km de diâmetro
- 1 lua
- localizado no Cinturão de Kuiper



↑ Representação artística de Makemake.

Haumea

- 1 632 km de diâmetro
- 2 luas
- localizado no Cinturão de Kuiper



↑ Representação artística de Haumea com um anel recém-descoberto.

Plutão

- 2 376 km de diâmetro
- 5 luas
- localizado no Cinturão de Kuiper



↑ Plutão. Imagem obtida pela sonda New Horizons.

Éris

- 2 326 km de diâmetro
- 1 lua
- localizado no Disco Disperso, um disco inclinado em relação ao Sistema Solar



↑ Representação artística de Éris.

Ceres

- 946 km de diâmetro
- não possui lua
- localiza-se no Cinturão de Asteróides, entre Marte e Júpiter



↑ Ceres. Foto colorida artificialmente.

156

(IN)FORMAÇÃO

Planeta-anão Ceres tem todos [os] ingredientes para [o] desenvolvimento da vida

O planeta-anão Ceres, maior objeto do cinturão de asteroides entre Marte e Júpiter, tem todos [os] ingredientes necessários para o desenvolvimento da vida. A lista foi completada graças a observações feitas pela sonda Dawn, da Nasa, que detectaram pela primeira vez a presença de compostos orgânicos lá.

“A descoberta de uma alta concentração localizada de (compostos) orgânicos é intrigante, com amplas implicações para a comunidade de astrobiologia” – considera Simone Marchi, cientista do Instituto de Pesquisas Southwest, EUA, e uma das autoras de artigo sobre o achado, publicado [...] na

revista *Science*. “Ceres tem evidências de minerais hidratados contendo amônia, gelo de água, carbonatos, sais e, agora, materiais orgânicos. Com este novo achado, a Dawn mostrou que Ceres contém todos [os] ingredientes-chave para vida.”

O impacto da descoberta de compostos orgânicos em Ceres, no entanto, vai além de sua simples presença [...]. Segundo os pesquisadores, as observações indicam que estas moléculas teriam sido formadas por processos químicos ocorridos no próprio planeta-anão, de aproximadamente mil quilômetros de diâmetro, e não levadas até lá pelo impacto de cometas, objetos celestes sabidamente ricos neste tipo de substâncias. Isto porque, além da distribuição e características destes compostos não permitirem associá-los a uma cratera específica nele, o planeta-anão exibe sinais claros de atividade hidrotermal e mobilidade de fluidos que

sugerem que as áreas ricas nestas moléculas são resultado de seus processos internos.

A natureza exata dos compostos orgânicos em Ceres não pôde ser determinada a partir das observações da Dawn, mas segundo os pesquisadores eles seriam semelhantes aos que compõem o piche aqui na Terra. Sua descoberta lá também indica que os ingredientes da vida já podiam estar distribuídos pelo Sistema Solar ainda na época de sua formação, pois o planeta-anão teria se formado junto com ele, por volta de 4,5 bilhões de anos atrás. Mas mesmo que o planeta-anão tenha tudo o que é necessário para ter vida, isto não quer dizer que a “receita” foi levada a cabo lá, destacam os cientistas.

“Creio que estas moléculas orgânicas ainda estão longe da vida microbiana” – disse Christopher Russell, cientista-chefe da missão

Tamanhos e distâncias no Sistema Solar

Quão realmente grandes são o Sol e os planetas do Sistema Solar? Quão distantes os planetas estão do Sol e entre si? Construa um modelo e descubra.

Material

- barbante de 126 cm de comprimento
- régua de 30 cm de comprimento
- fita adesiva
- folhas de papel colorido
- balão de festa amarelo de tamanho grande (o diâmetro do balão cheio deve ter por volta de 40 cm)
- caneta hidrográfica preta de ponta grossa
- massa de modelar ou argila
- trena

Como fazer

1. Una as extremidades do barbante com fita adesiva, formando uma argola.
2. Encha o balão até que ele se ajuste à argola de barbante. Esse balão representará o Sol. Faça os modelos dos planetas com a massa de modelar, nos diâmetros indicados na tabela.



Roberval Moreira/IBR

Astro	Diâmetro (mm)	Distância do Sol (cm)
Sol	400,0	—
Mercúrio	1,5	5,8
Vênus	3,5	10,8
Terra	3,6	15,0
Marte	2,0	22,8

Astro	Diâmetro (mm)	Distância do Sol (cm)
Júpiter	41,0	77,8
Saturno	34,5	142,9
Urano	14,6	287,0
Netuno	14,0	450,5

← Diâmetro dos planetas e sua distância aproximada (em escala) em relação ao Sol.

Fonte de pesquisa: João Batista Garcia Canalle. Oficina de Astronomia. Instituto de Física, Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Disponível em: <http://each.uspnet.usp.br/ortiz/classes/oficina.pdf>. Acesso em: 2 fev. 2022.

3. Escreva o nome dos astros nas folhas de papel colorido. Coloque o balão e os modelos dos planetas lado a lado e observe as diferenças de tamanho.
4. Em um local aberto, disponha o balão representando o Sol em uma das extremidades. Use a trena para medir a posição dos modelos dos planetas em relação ao balão que representa o Sol. Posicione os planetas conforme as distâncias indicadas na tabela. Observe as distâncias entre os astros.

Para concluir

Responda sempre no caderno.

1. Observe o modelo construído e responda às questões.
 - a) Todos os planetas do Sistema Solar cabem dentro do Sol? Comente.
 - b) Compare a distância dos planetas rochosos entre si e a distância dos planetas gasosos entre si. Há diferenças? Justifique.
2. De que maneira esse modelo científico possibilita o estudo do tamanho dos corpos celestes do Sistema Solar e da distância entre eles? **Veja resposta em Respostas e comentários.**

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Procure realizar a atividade em um local plano e sem obstáculos que permita a observação por todos os estudantes.
- Se possível, realize esta atividade com o professor de Matemática, ao trabalhar a realização de cálculos de tamanhos e de distâncias no Sistema Solar.
- Esta atividade prática promove metodologias ativas por meio da construção de um modelo científico.

PARA CONCLUIR

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

1. a) Sim. A soma de seus diâmetros é menor do que o diâmetro do Sol.
b) Sim. A distância dos planetas rochosos entre si é menor que a distância dos planetas gasosos entre si. Essas comparações têm como objetivo mostrar aos estudantes que esse modelo possibilita a compreensão do tamanho dos astros e das distâncias entre eles, ainda que de forma limitada.
2. Ao recriar o Sistema Solar em escala menor, o modelo ajuda a perceber e a comparar o tamanho dos astros e a distância entre os planetas e o Sol – é possível perceber, por exemplo, que a Terra é bem menor que o Sol. Se for necessário, auxilie os estudantes nessa discussão.

DE OLHO NA BASE

Nesta prática, promovem-se a competência geral da Educação Básica 2 e a competência específica de Ciências da Natureza 2 (recorrer à abordagem própria das ciências e dominar processos, práticas e procedimentos da investigação científica).

Dawn e pesquisador da Universidade da Califórnia em Los Angeles (Ucla) [...]. “Esta descoberta indica que o material inicial do Sistema Solar continha todos os elementos necessários, ou tijolos de construção, da vida. Mas Ceres pode ter sido capaz de levar este processo só até um certo ponto. Talvez para continuar a se mover neste caminho seja preciso um objeto maior com estrutura e dinâmicas mais complexas.”

BAIMA, Cesar. Planeta-anão Ceres tem todos [os] ingredientes para [o] desenvolvimento da vida. *O Globo*, 16 fev. 2017. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/sociedade/ciencia/planeta-anao-ceres-tem-todos-ingredientes-para-desenvolvimento-da-vida-20938808>. Acesso em: 2 fev. 2022.

ATIVIDADE COMPLEMENTAR SIMULAÇÃO DO SISTEMA SOLAR

Ainda com o objetivo de ajudar a turma a compreender questões de escala (e também de movimentos dos planetas do Sistema Solar), uma atividade interessante é realizar uma simulação em que os estudantes vão usar os próprios corpos para representar os astros. Como inspiração, veja as atividades descritas no texto “O Sistema Solar numa representação teatral”, de João Batista Garcia Canalle, disponível em <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7264> (acesso em: 2 fev. 2022). O texto traz alternativas para que os estudantes adquiram uma noção mais ampla da distância entre os planetas e de toda a dinâmica do Sistema Solar. O ideal é que essa atividade seja executada ao longo do desenvolvimento do conteúdo do capítulo. Assim, ela possibilitará

a você fazer uma avaliação dos conceitos, dos modelos e das explicações apreendidos durante as aulas e também verificar se é necessária a retomada de pontos ainda frágeis no aprendizado dos estudantes.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Explore a leitura do esquema com os estudantes e verifique se todos conseguiram compreender a sequência de formação do Sistema Solar.
- Se julgar pertinente, peça aos estudantes que pesquisem, em revistas especializadas e em artigos científicos, notícias e informações sobre a formação do Sistema Solar. Depois, faça a leitura de alguns dos textos e monte uma pasta coletiva com os dados coletados, para que os estudantes possam consultá-los, quando necessário. Esse material também pode ser pesquisado na internet e catalogado em algum ambiente virtual.

DE OLHO NA BASE

O conteúdo das páginas 158 e 159 promove o processo cognitivo, o objeto de conhecimento e o modificador da habilidade **EF09CI17** (analisar o ciclo evolutivo do Sol e os efeitos desse processo sobre a Terra). Também desenvolve as competências específicas **2 e 3**.

ORIGEM DO SISTEMA SOLAR

Todas as estrelas se originam pelo colapso gravitacional de uma nuvem de gás que, estando em equilíbrio, é perturbada de alguma forma (por exemplo, por explosões estelares denominadas supernovas).

Muitas vezes, o nascimento de uma estrela é acompanhado da formação de um sistema planetário, como foi o caso do Sistema Solar. O esquema a seguir ilustra a teoria do surgimento do Sistema Solar mais aceita atualmente.

De acordo com essa teoria, uma perturbação provocou a contração da nuvem de gás que daria origem ao Sol **(A)**.

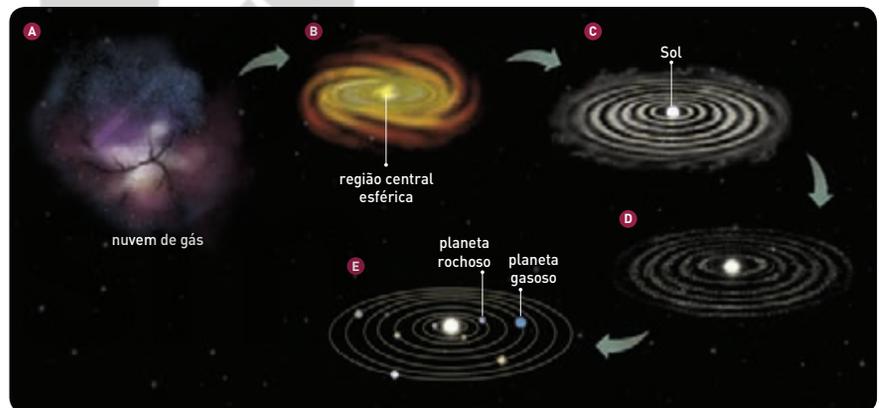
O movimento de rotação dessa nuvem criou uma região central, esférica, enquanto as regiões mais distantes se tornaram achatadas **(B)**.

A região central foi se tornando cada vez mais quente e densa, até que começaram as reações nucleares de geração de energia, formando definitivamente o Sol **(C)**.

As regiões mais distantes foram se tornando mais frias e se fragmentaram em vários anéis, repletos de rochas e de gelo. Esse material foi se aglutinando pela ação da gravidade até que se formassem os planetas **(D)**.

Nas regiões mais próximas do Sol (e de estrelas em formação, em geral), a energia liberada das reações nucleares provocou a evaporação do gelo e expeliu os materiais mais leves, restando apenas rochas, metais e gases mais pesados, que se aglutinaram originando os planetas rochosos. Já nas regiões mais distantes, a energia liberada pelo Sol é mais fraca, permitindo o acúmulo de rochas, de gelo e de gás. As rochas e o gelo aglutinaram-se, e, ao redor do núcleo sólido formado por essa aglutinação, acumulou-se muito gás, o que gerou os planetas gasosos **(E)**.

↓ Esquema do processo de formação do Sistema Solar. (Representação esquemática sem proporção de tamanho; cores-fantasia.)



EVOLUÇÃO ESTELAR

A vida de uma estrela como o Sol pode ser dividida em quatro fases: sequência principal, gigante vermelha, gigante assintótica e final.

É a massa da estrela em seu nascimento que determinará toda a sua evolução até sua morte. Quanto maior a massa de uma estrela, mais curta será sua vida.

A **sequência principal** é a fase mais longa na vida de uma estrela. O Sol encontra-se nessa fase há 4 bilhões e 600 milhões de anos, e a previsão é que ele permaneça assim por mais 5 bilhões de anos. Durante essa fase, a estrela consome o hidrogênio de seu núcleo, tornando-se maior e mais quente. Estima-se que, em 3,5 bilhões de anos, o Sol terá aumentado sua luminosidade em quase 50%. Como consequência, a temperatura na Terra aumentará tanto que poderá causar a extinção de toda a vida no planeta. A sequência principal termina quando aproximadamente 10% da massa total de hidrogênio no núcleo é consumida.

Na fase da **gigante vermelha**, o núcleo do Sol vai se contrair, aumentando sua temperatura e iniciando a fusão nuclear do hélio. Enquanto isso, as camadas externas se expandem, e a temperatura na superfície diminui, a luminosidade aumenta e ela adquire uma cor avermelhada. Quando entrar na fase de gigante vermelha, o Sol ficará entre 10 e 100 vezes maior e engolirá as órbitas de Mercúrio, de Vênus e da Terra.

A fase de **gigante assintótica** é caracterizada pelo esgotamento do hélio presente no núcleo, e, nessa fase, o Sol ficará ainda maior e mais brilhante.

Em seguida, o Sol entrará em sua **fase final**, em que a camada externa se desprende do núcleo e é empurrada para longe, formando uma **nebulosa planetária**. O núcleo dará origem a uma **anã branca**, que tem um tamanho similar ao da Terra e é inicialmente muito brilhante; no entanto, como não produz mais energia, com o tempo a estrela perde o brilho, tornando-se uma anã negra.

Estrelas com massa superior à do Sol evoluem da mesma forma que ele, porém elas terminam sua vida em grandes explosões, sendo conhecidas como **supernovas**. O destino do núcleo dessas estrelas também depende de sua massa.

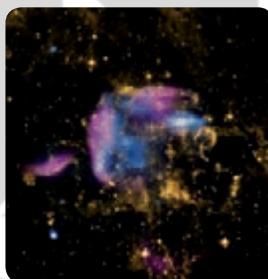
Estrelas com massa entre 8 e 25 massas solares passam por um estágio conhecido como **estrela de nêutrons**, em que ela pode ter até três vezes a massa do Sol, porém compactada em um objeto esférico com cerca de 10 km de raio. Estrelas com mais de 25 massas solares originam uma região do espaço-tempo dotada de fortíssimo campo gravitacional, do qual nem mesmo a luz consegue escapar, conhecida como **buraco negro**.



↑ Representação artística de uma gigante vermelha.



↑ Nuvem de formação de estrelas conhecida como Nebulosa da Tarântula. Imagem resultante da junção de imagens obtidas pelo telescópio espacial Hubble, pelo observatório Chandra e pelo telescópio espacial Spitzer.



↑ Remanescente de uma supernova. Imagem obtida pelo observatório espacial Chandra.

massa solar: unidade de medida de massa usada em astronomia para medir a massa de estrelas. Uma massa solar é igual à massa do Sol.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Depois da leitura do texto sobre a evolução estelar, sugira aos estudantes que representem as fases da vida de uma estrela em um esquema gráfico, no qual vão incluir imagens e informações em tópicos, de modo que eles possam desenvolver a síntese de ideias.

OUTRAS FONTES

Como nasce uma estrela? Entrevistadora: Luiza Caires. Entrevistado: João Steiner. São Paulo: Rádio USP, 21 out. 2016. Disponível em: <https://jornal.usp.br/atualidades/como-nasce-uma-estrela/>. Acesso em: 7 fev. 2022.

Nesse programa, o professor do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo (USP), João Steiner, discorre sobre o nascimento das estrelas.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Caso julgue oportuno, traga imagens de galáxias e peça aos estudantes que as classifiquem de acordo com o formato.

DE OLHO NA BASE

O conteúdo desta página dá continuidade ao desenvolvimento da habilidade **EF09CI14**, em relação ao seu modificador (localizar o Sistema Solar na Via Láctea e a Via Láctea no Universo).



↑ Galáxia elíptica NGC 1316. Imagem obtida pelo telescópio espacial Hubble.



↑ Galáxia em espiral NGC 406. Imagem obtida pelo telescópio espacial Hubble.



↑ Galáxia irregular IC 3583. Imagem obtida pelo telescópio espacial Hubble.

GALÁXIAS E ESCALAS DO UNIVERSO

Galáxias são grandes estruturas formadas por corpos celestes, gás, poeira e matéria escura. A matéria escura é um tipo de matéria desconhecida que não é visível, porém sua existência é confirmada por meio da força gravitacional que ela exerce.

Existem vários tipos de galáxias no Universo, as quais são categorizadas em três classes, de acordo com seu formato.

Galáxias elípticas apresentam formato esférico, podendo ser alongadas. **Galáxias irregulares** não apresentam formato definido. **Galáxias espirais** têm forma de disco, com “braços” que giram em torno de um núcleo, formando uma espiral.

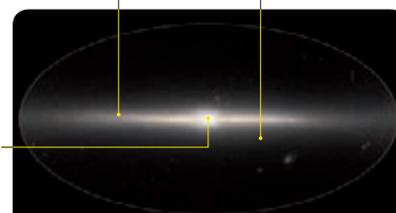
A galáxia na qual o Sistema Solar se encontra é chamada de **Via Láctea**, nome dado pelos antigos em razão de seu brilho esbranquiçado no céu, que lembra um “caminho de leite”.

A Via Láctea é uma galáxia do tipo espiral, estruturada da seguinte forma:

Disco: formado por quatro braços espirais, é composto de gás, poeira e bilhões de estrelas mais jovens, de cor azulada.

Halo: estrutura esférica que envolve toda a Via Láctea, formada por estrelas dispersas. É aqui que se encontra distribuída a matéria escura da Via Láctea.

Bojo: região central, de formato ovalado. É a região mais antiga da Via Láctea, formada por bilhões de estrelas mais velhas, de coloração avermelhada. No centro, encontra-se um buraco negro, cuja massa é milhões de vezes a do Sol.



↑ Via Láctea. Imagem criada utilizando fotos tiradas pelo telescópio espacial WISE da Nasa.

O Sol encontra-se a aproximadamente 26 mil anos-luz do centro da Via Láctea. O comprimento total da Via Láctea é de cerca de 160 mil anos-luz.

De modo geral, as galáxias fazem parte de grupos e de aglomerados de galáxias ligadas gravitacionalmente entre si. A Via Láctea, por exemplo, faz parte do chamado Grupo Local, com outras 54 galáxias. O Grupo Local tem cerca de 10 milhões de anos-luz de tamanho.

As maiores galáxias do Grupo Local são a Via Láctea e a Galáxia de Andrômeda.

Os grupos e os aglomerados de galáxias formam os **superaglomerados**, que podem conter milhares ou até milhões de galáxias. O Grupo Local faz parte do Superaglomerado de Virgem ou Superaglomerado Local.

PARA EXPLORAR

Entre estrelas e galáxias, de Sueli Viegas. São Paulo: Terceiro Nome, 2011 (Coleção O Jogo do Universo: Astronomia).

Esse livro mostra como as estrelas e as galáxias se formam. As explicações são acompanhadas de fotografias coloridas do Universo.

160

(IN)FORMAÇÃO

Cientistas descobrem primeira galáxia sem matéria escura

Desafiando tudo o que se sabe sobre matéria escura até agora, astrofísicos de universidades norte-americanas e canadenses descobriram uma galáxia com níveis irrelevantes de matéria escura. A galáxia é conhecida por NGC1052-DF2 e está localizada a 65 milhões de anos-luz.

Para chegar a essa conclusão, os pesquisadores mediram a velocidade de 10 aglomerados globulares – conjuntos cintilantes de milhões de estrelas – e verificaram que eles se movem lentamente. Segundo a teoria vigente, a presença de matéria escura está relacionada diretamente à velocidade de uma galáxia: acredita-se [que] a força gravitacional da matéria escura é responsável por

manter as galáxias em movimento. Pouca movimentação significaria, portanto, pouca presença de matéria escura.

Fazendo os cálculos, os cientistas chegaram à conclusão de que esse sistema teria cerca de 400 vezes menos matéria escura do que outras galáxias.

A descoberta desafia tudo o que se sabe sobre a matéria escura e a formação das galáxias, já que os cientistas consideram que a matéria escura teria dado origem a esses grandes sistemas estelares. Além disso, todas as galáxias conhecidas possuem matéria escura – a Via Láctea, por exemplo, deve ter até 30 vezes mais matéria escura do que matéria normal.

Mas ainda é cedo para dizer adeus a todas as teorias já feitas sobre o tema. James Bullock, pesquisador da Universidade da Califórnia, chama

atenção para o fato de a galáxia estudada estar orbitando uma outra. Por isso, talvez a matéria escura da NGC1052-DF2 tenha existido durante o processo de formação da galáxia, mas, com o tempo, fora atraída pelo sistema vizinho.

Caso sejam encontradas outras galáxias que tenham essa mesma característica, entretanto, as teorias existentes e as estratégias para tentar registrar a matéria escura terão que ser revisadas.

[...]

Cientistas descobrem primeira galáxia sem matéria escura. *Galileu*, 28 mar. 2018. Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/Espaco/noticia/2018/03/cientistas-descobrem-primeira-galaxia-sem-materia-escura.html>.

Acesso em: 7 fev. 2022.

1. Copie no caderno o diagrama a seguir e complete-o corretamente com as características das etapas do ciclo evolutivo do Sol.
Veja resposta em Respostas e comentários.



2. A imagem a seguir é uma fotografia de uma galáxia, captada pelo telescópio Hubble.



a) Galáxias são estruturas formadas por gases e poeira, estrelas e outros corpos celestes.
b) As galáxias podem ser classificadas, de acordo com seu formato, em elípticas, espirais e irregulares.

← Galáxia NGC 7640.

- a) O que são galáxias?
b) Como elas podem ser classificadas?
c) Quanto ao formato, que tipo de galáxia é a NGC 7640? **A galáxia NGC 7640 é uma galáxia espiral.**
3. Qual é a teoria atualmente mais aceita para a formação do Sistema Solar? Explique resumidamente esse processo.
Veja resposta em Respostas e comentários.
4. As galáxias são as maiores estruturas do Universo? Explique sua resposta. **Não. As galáxias formam estruturas muito maiores, chamadas aglomerados de galáxias, e estes formam**
5. O que são estrelas e como elas geram energia? **estruturas ainda maiores.**
Como percebemos a energia liberada pelo Sol?
6. Leia os textos a seguir e responda às questões.

Os livros didáticos terão que excluir Plutão da lista de planetas do Sistema Solar. Cerca de 2.500 especialistas reunidos em Praga na 26ª Assembleia-Geral da União Astronômica Internacional (IAU, na sigla em inglês) acabam de chegar a um consenso quanto à nova

5. São corpos celestes constituídos de gases, em especial o hidrogênio. **a), b), c) e d) Veja respostas em Respostas e comentários.**
Elas geram energia em seu núcleo por meio de reações nucleares, principalmente a fusão do hidrogênio, que se transforma em hélio. Essa energia é liberada na forma de luz e calor.

definição de planeta. De acordo com a decisão, passa a existir também a categoria de “planetas-anões”, da qual Plutão passa a fazer parte. Com isso, o Sistema Solar passa a contar com apenas oito planetas: Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno.

De acordo com a nova definição, um corpo celeste tem que preencher três requisitos para que seja considerado um planeta: tem que estar em órbita em torno de uma estrela, ter a forma aproximadamente esférica e ser o astro dominante da região de sua órbita.

[...]

Franciane Lovati. Plutão rebaixado a planeta-anão. *Ciência Hoje On-line*, 24 ago. 2006. Disponível em: <http://cienciahoje.org.br/plutao-rebaixado-a-planeta-anao/>. Acesso em: 8 fev. 2022.

Em 2006, a União Astronômica Internacional (IAU) anunciou uma proposta de redefinição da palavra “planeta”, que excluiria muitos corpos celestes, entre os quais Plutão. Acreditamos que a decisão tenha sido equivocada e que uma definição lógica e útil do termo “planeta” incluirá muito mais mundos.

Depois de oferecer uma definição precisa, em termos bem *nerds*, o texto da apresentação acrescentava: “Uma paráfrase simples de nossa definição para ‘planeta’ – especialmente adequada para alunos do ensino básico – é ‘objetos esféricos no espaço que são menores que as estrelas’”.

David Grinspoon; Alan Stern. Sim, Plutão é um planeta, defendem cientistas. *Folha de S. Paulo*, 8 maio 2018. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/ciencia/2018/05/sim-plutao-e-um-planeta-defendem-cientistas.shtml>. Acesso em: 8 fev. 2022.

- a) Quais são os corpos celestes presentes no Sistema Solar?
b) O que diferencia um planeta de um planeta-anão?
c) Quais são os planetas-anões do Sistema Solar conhecidos até o momento?
d) Discuta com os colegas os diferentes pontos de vista dos astrônomos sobre a questão da definição de planeta. Como você se posicionaria sobre esse assunto?

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

1. Sequência principal: fase mais longa; consome hidrogênio do núcleo; torna-se maior e mais quente. Gigante vermelha: núcleo se contrai; a temperatura na superfície diminui; ocorre a fusão do hélio; o tamanho e o brilho aumentam; adquire cor avermelhada. Gigante assintótica: ocorre consumo do hélio do núcleo; o tamanho e o brilho aumentam. Nebulosa planetária: a camada externa é expelida pelo núcleo. Anã branca: tem tamanho similar ao da Terra; não produz energia.
2. Lembre os estudantes de que o Sistema Solar encontra-se na Via Láctea.
3. O Sistema Solar originou-se do colapso de uma gigante nuvem de gás e de poeira. O colapso teria sido acionado por uma perturbação na nuvem, como uma explosão de supernova. A rotação da nuvem teria gerado uma estrutura discal com uma esfera, mais densa, no centro. O disco teria se fragmentado em anéis, que formaram os planetas, e a esfera central formou o Sol, assim que massa suficiente se aglutinou e as reações nucleares em seu centro começaram.
4. Retome com os estudantes os conceitos de aglomerado e de superaglomerado de galáxias.
5. Lembre os estudantes de que o Sol é uma estrela.
6. a) Uma estrela, oito planetas, cinco planetas-anões, asteroides, cometas e mais de uma centena de satélites naturais.
b) O fato de o planeta ter “limpado” sua órbita, ou seja, ter ejetado os restos de sua formação para fora de sua órbita.
c) Plutão, Makemake, Haumea, Eris e Ceres.
d) Resposta pessoal. Esta atividade propicia a discussão de ideias entre os estudantes. Caso julgue oportuno, sugira a eles que pesquisem outras reportagens sobre o assunto.

ESTRATÉGIAS DE APOIO

Após realizar uma avaliação reguladora, auxilie os estudantes que eventualmente apresentarem dificuldade no aprendizado dos temas do capítulo. Se necessário, faça a correção das atividades coletivamente, com a participação e a colaboração de todos. Verifique os pontos em que os estudantes sentiram mais dificuldade e retome-os. Uma estratégia interessante é a exibição de vídeos, documentários e animações sobre o tema, em especial sobre o Sistema Solar. Ao final, avalie se foram resolvidos os pontos frágeis no aprendizado.

DE OLHO NA BASE

Neste momento, a atividade 1 promove a habilidade **EF09CI17** e a atividade 6 desenvolve a habilidade **EF09CI14** e a competência geral 2 (recorrer à abordagem própria das ciências, como a reflexão). Também são trabalhadas na seção as competências específicas 2 e 3.

HABILIDADES DESENVOLVIDAS NO CAPÍTULO

(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.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Promova uma discussão com os estudantes sobre a importância da curiosidade para a compreensão de fenômenos e para o desenvolvimento de tecnologias.
- Este capítulo desenvolve a habilidade EF09CI15 e seu tema já foi introduzido nos anos iniciais do Ensino Fundamental, em trabalho com a habilidade EF05CI10.

DE OLHO NA BASE

O conteúdo das páginas 162 e 163 desenvolve o processo cognitivo, o objeto de conhecimento e o modificador da habilidade EF09CI15 (relacionar diferentes leituras do céu às necessidades de distintas culturas). Também promove as competências específicas 2 e 3 (compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza e características e fenômenos do mundo natural, social e tecnológico), as competências gerais 1 e específica 1 (valorizar os conhecimentos historicamente construídos e compreender as Ciências da Natureza como empreendimento humano e o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico) e as competências gerais 6 e 9 (valorizar a diversidade de saberes e culturas).

Capítulo

2

UM OLHAR PARA O UNIVERSO

*Resposta pessoal. Os estudantes podem citar o conhecimento sobre as fases da Lua e sobre a influência da Lua nas marés para realizar atividades como a pescaria, entre outros.

PARA COMEÇAR

*A astronomia é considerada a mais antiga das ciências. Desde a Pré-História, a humanidade buscava compreender os padrões de movimento dos astros. Como os seres humanos utilizavam os conhecimentos sobre os astros? **

↓ Atualmente, as observações dos astros são feitas com o uso de grandes telescópios, como o encontrado no Observatório do Pico dos Dias, localizado em Itajubá (MG).

O SER HUMANO E OS ASTROS

Ao olhar para o céu, em uma noite sem nuvens, você poderá ver alguns corpos celestes, como estrelas, planetas e a Lua. E, ao acompanhar seus movimentos, você pode ter a sensação de que todos eles parecem girar ao redor da Terra, ano após ano.

Alguns astrônomos da Antiguidade tinham a mesma impressão e suas observações deram origem ao **geocentrismo**. Nesse modelo, a Terra ocupava o centro do Universo, e os outros astros giravam ao seu redor.

Em 1543, Nicolau Copérnico, com base no trabalho do astrônomo grego Aristarco (310 a.C.-230 a.C.), colocou o Sol no centro do Sistema Solar (e do Universo), com a Terra e os planetas girando em torno dele. Esse modelo, o **heliocentrismo**, também não corresponde à realidade do Universo, mas é aplicável, como primeira aproximação, ao Sistema Solar.



162

(IN)FORMAÇÃO

Astronomia: babilônios usavam geometria para calcular a posição dos astros

De mãos dadas com a agricultura, a astronomia deu os primeiros passos entre os rios Tigre e Eufrates, mais de 10 mil anos atrás. Os registros mais antigos dessa ciência pertencem aos sumérios, que antes de desaparecerem passaram aos povos da região um legado de mitos e conhecimento. A herança sustentou o desenvolvimento de uma cultura astronômica própria na Babilônia, que, segundo o astroarqueólogo Mathieu Ossendrijver, era mais complexa do que se imaginava até agora. Na [...] revista *Science*, o pesquisador da Universidade de Humboldt, na Alemanha, detalha análises de tabletas babilônicas de argila que revelam como os astrônomos dessa civilização mesopotâmica utilizavam conhecimentos

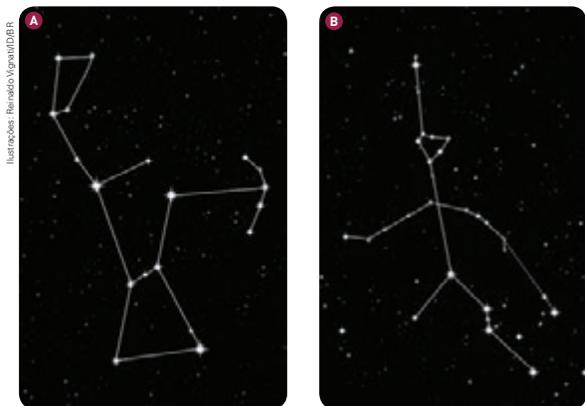
que se acreditava terem surgido apenas 1,4 mil anos mais tarde, na Europa.

Nos últimos 14 anos, o especialista reservou uma semana por ano para peregrinar até o Museu Britânico, onde está guardada uma vasta coleção de tabletas babilônicas que datam de 350 a.C. e 50 a.C. Preenchidas com inscrições cuneiformes do povo de Nabucodonosor, apresentavam um enigma: detalhes de cálculos astronômicos que continham também instruções para a construção de uma figura trapezoidal. Era intrigante, pois a tecnologia aparentemente empregada ali era tida como desconhecida dos astrônomos da Antiguidade.

No entanto, descobriu Ossendrijver, as instruções correspondiam a cálculos geométricos que descreviam o movimento de Júpiter, planeta que representava Marduque, deus patrono dos babilônios.

CONSTELAÇÕES

Muitos povos da Antiguidade, ao observar o céu noturno, definiram agrupamentos de estrelas aos quais denominaram **constelações**. Eles perceberam que a maior parte das constelações aparecia no céu em certas épocas do ano e, assim, as usavam para definir as melhores épocas de plantio e de colheita e, também, para localização e navegação.



↑ (A) Constelação de Órion, definida pelos gregos na Antiguidade.
(B) Constelação do Homem Velho, definida pelos indígenas tupis-guaranis.

Fonte de pesquisa: Germano Bruno Afonso. As constelações indígenas brasileiras. Observatórios virtuais – Constelações indígenas. Disponível em: <http://www.telescopiosnaescola.pro.br/indigenas.pdf>. Acesso em: 7 fev. 2022.

As primeiras constelações datam de 2000 a.C., na Suméria. No Brasil, os povos indígenas definiram mais de cem constelações.

O astrônomo grego Cláudio Ptolomeu (c. 90 d.C.-168 d.C.) definiu metade das constelações conhecidas atualmente, entre elas as constelações do zodíaco, consideradas muito importantes, uma vez que o Sol passa por elas ao longo do ano. A outra metade, as constelações do hemisfério Sul, só foram definidas pelos povos ocidentais na era das Grandes Navegações.

Em 1930, o astrônomo Eugène Delporte (1882-1955) estabeleceu os limites das 88 constelações oficiais, que foram adotadas pela União Astronômica Internacional. Os nomes das constelações foram mantidos; contudo, uma constelação agora é definida por uma região do céu – com todos os objetos astronômicos que se encontram nela –, e não apenas pelas estrelas cujo padrão a denomina.

Atualmente, sabe-se que, apesar da aparente proximidade, as estrelas que formam uma constelação estão muito distantes entre si e a diferentes distâncias da Terra.

PARA EXPLORAR

Cuaracy Ra'Angaba – O céu Tupi-Guarani (Brasil, 2011, 26 min).

Direção de Germano Bruno Afonso e Lara Velho.

O documentário mostra a astronomia dos Guarani e sua forma de ler o céu e de interpretar os fenômenos celestes.

Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=obuRxNgAh6c>. Acesso em: 7 fev. 2022.

PARALELO ENTRE UMA CONSTELAÇÃO GREGA E UMA INDÍGENA

O conjunto de estrelas denominado Três Marias forma o Cinturão de Órion. Segundo a mitologia grega, Órion era filho de Poseidon, deus dos mares, e um excelente caçador. Órion dizia que podia matar qualquer fera. Gaia, a Mãe-Terra, para dar uma lição em Órion, enviou um escorpião gigante para matá-lo. Após a morte de Órion, Artemis e Leto pediram a Zeus que o transformasse em constelação com seus cães de caça (as constelações do Cão Maior e do Cão Menor). No entanto, como lembrete a Órion, Zeus colocou o escorpião também no céu (a constelação do Escorpião).

Os povos indígenas brasileiros definiram a constelação do Homem Velho, que é formada por estrelas das constelações de Touro e de Órion. Segundo a mitologia guarani, um homem velho era casado com uma mulher mais jovem que ele. No entanto, ela gostava do irmão de seu marido. Em desespero, a mulher matou o marido, cortando-lhe a perna. Os deuses, com pena, o elevaram às estrelas.

163

Constatou, então, que os cálculos trapezoidais inscritos em pedra eram uma ferramenta para computar o deslocamento diário do planeta gigante ao longo da eclíptica (trajetória aparente do Sol como visto a partir da Terra) durante 60 dias.

Provavelmente, sacerdotes astrônomos empregados nos templos da cidade foram os autores dos cálculos e registros astrais.

“Antes, não sabíamos como os babilônios usavam geometria, gráficos e figuras na astronomia. Sabíamos que faziam isso com matemática. Também era conhecido que eles utilizavam matemática com geometria por volta de 1,8 mil a.C., só que não para a astronomia. A novidade é sabermos que eles aplicavam a geometria para computar a posição dos planetas”, conta o autor da descoberta.

[...]

OLIVEIRA, Isabela de. Astronomia: babilônios usavam geometria para calcular a posição dos astros. *Correio Braziliense*, 30 jan. 2016. Disponível em: https://www.correio braziliense.com.br/app/noticia/ciencia-e-saude/2016/01/30/interna_ciencia_saude,515908/astronomia-babilonios-usavam-geometria-para-calcular-a-posicao-dos-as.shtml. Acesso em: 7 fev. 2022.

OUTRAS FONTES

AFONSO, Germano Bruno. As constelações indígenas brasileiras. *Telescópios na Escola*. Disponível em: <http://telescopiosnaescola.pro.br/indigenas.pdf>. Acesso em: 7 fev. 2022.

O texto trata da importância das constelações indígenas brasileiras, trazendo alguns exemplos, como as constelações da Ema e a do Homem Velho.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Ao conversar com os estudantes sobre a origem do Universo, incentive-os a refletir sobre os mitos relacionados a esse tema. Discuta a importância desse tipo de tradição cultural, esclarecendo que o conhecimento científico é uma forma de interpretar fenômenos por meio de métodos e de experimentações.
- Ressalte aos estudantes a importância das lendas e dos mitos e que estes devem ser respeitados, mas enfatize também que é fundamental conhecer as explicações da ciência sobre a origem do Universo.

Criatividade – desejo de saber

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

- Aproveite para enfatizar a importância de realizar atividades que sejam prazerosas e saudáveis, como a observação de estrelas ou de aves, a prática de esportes, a leitura de livros, entre outras.

ASTRONOMIA AMADORA

Muitas descobertas astronômicas foram (e continuam sendo) feitas por pessoas que observam o céu nas horas vagas – e com recursos por vezes limitados.

Essas pessoas são os astrônomos amadores, que, em geral, pesquisam e obtêm dados de observação de determinada área da astronomia com a qual têm afinidade. Tais dados podem ser úteis a outros pesquisadores.

- Os astrônomos amadores costumam trabalhar com equipamentos limitados e com poucos recursos, muitas vezes financiando os custos de um projeto com recursos próprios. Em sua opinião, o que motiva essas pessoas a estudar o espaço?

Resposta pessoal. Em geral, o que motiva essas pessoas é o desejo de saber mais sobre o espaço e os corpos celestes e a curiosidade pelo que existe além da Terra.



↑ Representação de Olodumaré, deus criador do universo para o povo Iorubá.

VERSÕES PARA A ORIGEM DO UNIVERSO

A origem do Universo sempre foi uma das questões que mais intrigaram os seres humanos. Diversos mitos de diferentes povos surgiram desse desejo de explicar o surgimento do Universo. Esse desejo também incentivou o surgimento de explicações científicas.

MITO GREGO

Na mitologia grega, no início havia o Caos, o imenso, silencioso e escuro vazio. Dele surgiram Gaia (a Mãe-Terra), Eros (o amor) e Tártaro (o submundo). Caos também originou Érebo (a escuridão do submundo) e Nix (a noite). Gaia gerou, enquanto dormia, Urano (o céu) e Ponto (o oceano). Urano choveu sobre a Terra, e, dessa forma, surgiram as montanhas, os rios, a fauna e a flora. Nesse meio-tempo, Érebo e Nix geraram uma filha, Hemera (o dia), e um filho, Éter (o ar).

Gaia e Urano geraram muitos filhos, entre eles Cronos (o tempo), e assim todo o Universo havia sido criado, exceto a humanidade. Foi Prometeu, um titã, quem criou os seres humanos do barro, e Atena lhes deu o sopro da vida.

MITO IORUBÁ

Para o povo Iorubá, no início dos tempos havia apenas o caos. Foi Olorum ou Olodumaré, o deus supremo, quem criou o Universo com suas estrelas e seus planetas e separou o mundo material, Ayê, do mundo espiritual, Orum. Ayê era feito apenas de água. Olorum, então, ordenou ao orixá Oduduá que fosse a Ayê carregando ingredientes especiais que formariam a Terra, entre eles a terra escura que seria espalhada sobre a água e serviria de morada para a humanidade. Os seres humanos foram criados do barro por Oduduá, e foi Olorum quem lhes deu o sopro da vida.

MITO KANAMARI

No mito do povo indígena Kanamari, o sapo Piyoyom atirou uma flecha no Céu Antigo (*Kodoh Kidak*), que era muito baixo, bem em cima da cabeça das pessoas, despedaçando-o. Os pedaços do céu formaram as florestas e o chão, e por trás do Céu Antigo surgiu o Céu Novo (*Kodoh Aboawa*), que fica bem distante da Terra.

TEORIA CIENTÍFICA

A ciência, fundamentada em observações rigorosas e precisas, estuda a origem, a estrutura e a evolução do Universo por meio de uma ciência denominada **cosmologia**.

A teoria cosmológica atual se baseia na hipótese do Big Bang.

164

(IN)FORMAÇÃO

O ensino de astronomia em ambientes informais

[...]

É indiscutível a importância da astronomia como componente curricular da educação formal, bem como os diversos desafios para seu efetivo ensino nas disciplinas científicas em diferentes níveis. Ressalta-se, portanto, a importância de outros ambientes para a promoção dessa ciência.

No Brasil, os espaços não formais de ensino têm contribuído há décadas com a formação integral do cidadão, inclusive com a abordagem da astronomia. Para se ter uma ideia, existem 73 planetários cadastrados junto à Associação

Brasileira de Planetários, sejam fixos ou itinerantes, segundo o *site* da associação. Soma[m]-se a isso os diversos centros e museus de ciências que possuem alguma seção destinada à astronomia, além de grupos de estudos sobre o tema que são comuns dentre acadêmicos e entusiastas.

Há que se ressaltar a importância desses tipos de espaços e atividades especialmente porque permitem que qualquer pessoa possa interagir com temáticas relacionadas à astronomia. Nesse sentido, constituem ações que promovem a popularização e a socialização de conhecimentos astronômicos para grupos amplos e que, em muitos casos, estão afastados dos ambientes acadêmicos tradicionais.

Para além de espaços específicos que propõem a educação astronômica, salientam-se também as

O BIG BANG

A **teoria do Big Bang** é como a ciência moderna explica a origem do Universo. Essa teoria tem por base a teoria da relatividade geral, formulada por Albert Einstein (1879-1955) em 1916, e o princípio cosmológico, segundo o qual o Universo é homogêneo e isotrópico, ou seja, ele é o mesmo não importando a direção considerada.

Einstein acreditava que o Universo era estático; em outras palavras, não se expandia ou se contraía. No entanto, as observações do cientista estadunidense Edwin Powell Hubble (1889-1953), em 1929, mostraram que o Universo está em expansão.

Durante a década de 1920, o astrônomo belga George Lemaître (1894-1966) e o matemático russo Alexander Friedmann (1888-1925) resolveram as equações de Einstein para um Universo em expansão, dando origem à cosmologia moderna.

Segundo a teoria do Big Bang, o Universo teve início como um ponto muito pequeno e denso que, há cerca de 14 bilhões de anos, por causas desconhecidas, começou a se expandir de maneira vertiginosa. Esse momento primordial marca o início do tempo e do espaço. Depois de uma fase de expansão extremamente rápida, denominada Época de Inflação, a velocidade de expansão diminuiu.

Nos primeiros três minutos após o Big Bang, os “tijolos” fundamentais da matéria, como os elétrons, os prótons e os nêutrons, se formaram, além de núcleos de hélio, deutério e lítio. Os átomos só começaram a se constituir após cerca de 380 mil anos. As primeiras estrelas surgiram após 200 milhões de anos e as primeiras galáxias, entre elas a Via Láctea, apenas tomaram forma quando o Universo tinha 1 bilhão de anos. Daí em diante, o Universo se parece com o que conhecemos atualmente.

Hoje, sabe-se que o Universo continua se expandindo e que essa expansão está ocorrendo cada vez mais rápido.

PARA EXPLORAR

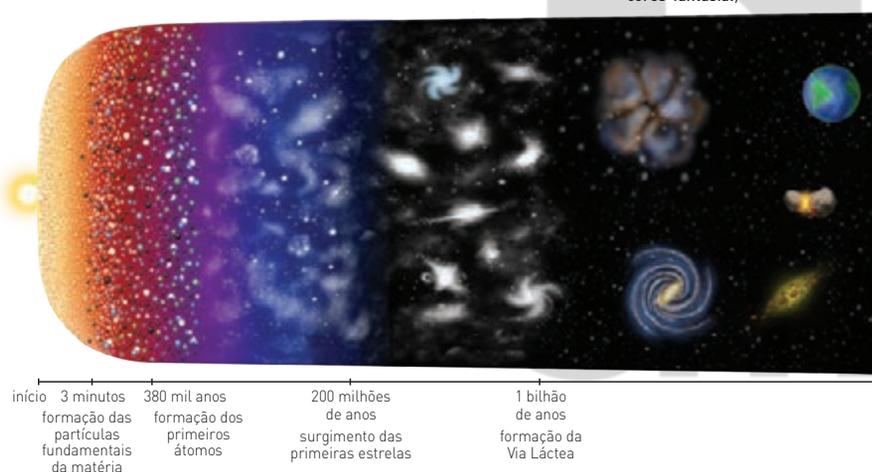
Museu do Eclipse

Localizado em Sobral, no Ceará, o Museu do Eclipse conta com um moderno observatório astronômico, além de réplicas movimentadas do Sistema Solar. Foi criado no local em que, no ano de 1919, as observações de um eclipse solar apoiaram as teorias do cientista Albert Einstein.

Informações: museudoeclipse@sobral.ce.gov.br

Localização: Rua Cel. Rangel, s. n. – Centro, Sobral (CE).

Representação artística do Big Bang. (Representação sem proporção de tamanho e distância entre os elementos; cores-fantasia.)



165

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Lembre os estudantes de que a ciência é dinâmica e os conceitos construídos são mutáveis. Assim, auxilie-os a perceber que ainda há muito o que se descobrir acerca do Universo.
- Ao apresentar a idade estimada do Universo, comente também a idade da Terra, que é de 4,55 bilhões de anos.
- O boxe *Para explorar* favorece o processo educacional e o protagonismo dos estudantes, ao indicar um museu de astronomia que pode ser visitado.
- O conteúdo desta página contextualiza o surgimento dos átomos, estrutura estudada na unidade 1 deste volume.

DE OLHO NA BASE

O conteúdo das páginas 164 e 165 dá continuidade ao desenvolvimento da habilidade **EF09CI15**, no que diz respeito às diferentes explicações sobre a origem do Universo e da Terra. Em relação às competências, o conteúdo destas páginas promove as competências específicas **2 e 3**, geral **1** e específica **1** (valorizar os conhecimentos historicamente construídos e compreender as Ciências da Natureza como empreendimento humano e o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico) e as competências gerais **3** (valorizar manifestações culturais), **6** e **9** (valorizar a diversidade de saberes e culturas).

diversas propostas não formais promovidas por ações itinerantes, como por exemplo [...] clubes astronômicos, rodas de conversas e discussões científicas, dentre outras atividades predominantemente itinerantes que não contam com um amplo recurso infraestrutural.

[...]

COSTA JUNIOR, Edio da *et al.* Divulgação e ensino de Astronomia e Física por meio de abordagens informais. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 40, n. 4, 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v40n4/1806-9126-RBEF-40-4-e5401.pdf>. Acesso em: 7 fev. 2022.

OUTRAS FONTES

A sequência de acasos que levou à teoria do Big Bang. *G1*, 17 ago. 2018. Disponível em: <https://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2018/08/17/a-sequencia-de-acasos-que-levou-a-teoria-do-big-bang.ghtml>. Acesso em: 1º jun. 2022.

A matéria aborda como o acaso acabou colaborando para a elaboração da teoria do Big Bang. Caso julgue oportuno, utilize-o como exemplo para motivar uma discussão com os estudantes a respeito desse aspecto da ciência.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Ressalte que as sondas não são tripuladas e, por isso, conseguem ser enviadas para locais onde a vida humana não é possível, como é o caso do robô Curiosity, enviado a Marte.
- Aborde o projeto de vida dos estudantes, conversando com eles sobre a profissão de astrônomo. Você pode propor uma atividade de pesquisa sobre o trabalho do astrônomo e de profissionais de áreas multidisciplinares correlatas, como a astroquímica e a astrobiologia.

DE OLHO NA BASE

A habilidade **EF09CI16** é trabalhada neste momento por meio da abordagem sobre a viabilidade de vida fora da Terra. Também são desenvolvidas as competências específicas de Ciências da Natureza **2 e 3**.



↑ Sonda Voyager. Em 2012, 35 anos após seu lançamento, ela se tornou o primeiro objeto feito pelo ser humano a sair dos limites do Sistema Solar.



↑ Os tardígrados podem sobreviver a condições extremas, como temperaturas variando entre $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $150\text{ }^{\circ}\text{C}$, além de altas doses de radiação. Foto ao microscópio eletrônico, imagem colorizada, aumento de cerca de 181 vezes.



↑ Selfie do robô Curiosity em solo marciano, em 2015. O jipe-robô de três metros é capaz de tirar fotos e analisar o clima e eventuais materiais coletados da superfície de Marte.

EXPLORANDO O SISTEMA SOLAR

Nos dias de hoje, a maior parte da **exploração espacial** é feita por sondas – naves não tripuladas, enviadas ao espaço com o objetivo de explorar os corpos celestes. Controladas remotamente, as sondas enviam à Terra os dados da exploração.

Um tópico atual da exploração espacial é a possibilidade de existência de vida em outros planetas. A **astrobiologia** é uma ciência multidisciplinar que une astronomia, física, geologia, química e biologia e busca compreender a origem, a evolução e a distribuição da vida na Terra e no Universo.

A astrobiologia estuda, entre outros assuntos, microrganismos como bactérias extremófilas – capazes de sobreviver em ambientes considerados bastante inóspitos, como perto de vulcões ou nas grandes geleiras da Antártica.

Não se sabe como pode ser a vida fora da Terra. Uma suposição válida, entretanto, é começar com um modelo de vida como o que ocorre na Terra, ou seja, baseado em átomos de carbono e hidrogênio. Para esse tipo de vida são necessários alguns fatores, como água, proteção contra a radiação ultravioleta e os raios cósmicos, além de energia disponível (calor).

Para os astrônomos, uma **zona habitável** é definida como uma região ao redor de alguma estrela onde o nível de energia emitido por ela permite a existência de água líquida na superfície de um planeta ou de algum corpo celeste que ali se encontra. No Sistema Solar, só a Terra se localiza na zona habitável.

Todavia, não é estritamente necessário que um planeta ou um corpo celeste esteja dentro da zona habitável para abrigar vida. Há outros lugares no Sistema Solar onde a vida pode ter se desenvolvido de forma independente da vida na Terra: são as luas geladas do Sistema Solar, como Europa (lua de Júpiter) ou Encélado (lua de Saturno), que apresentam água em estado líquido sob uma superfície de gelo.

Ainda assim, até o momento a Terra continua sendo o único planeta do Sistema Solar onde se sabe que existe vida.

EXPLORANDO MARTE

Quarto planeta mais distante do Sol, Marte está fora da chamada zona habitável e é muito frio e seco. No entanto, há gelo de água em suas calotas polares. Estudos recentes sugerem que Marte pode ter sido mais quente no passado e que provavelmente tinha até mares.

Em 2 de agosto de 2012, a sonda Curiosity pousou em solo marciano e, desde então, tem feito diversas coletas e análises no planeta.

Entre os objetivos das missões de exploração de Marte estão: compreender o processo de formação do planeta; explorar as possibilidades de Marte ter abrigado vida; e avaliar a possibilidade de formação de colônias humanas no planeta.

As agências espaciais europeia e americana têm como objetivo enviar a primeira expedição tripulada para Marte em 2030.

OUTRAS FONTES

TORRES, Wyllian. Os melhores aplicativos de astronomia para ver estrelas e planetas. *Canaltech*, 23 set. 2021. Disponível em: <https://canaltech.com.br/ciencia/os-10-melhores-aplicativos-de-astronomia/>. Acesso em: 7 fev. 2022.

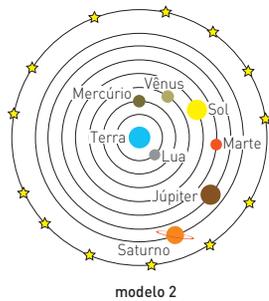
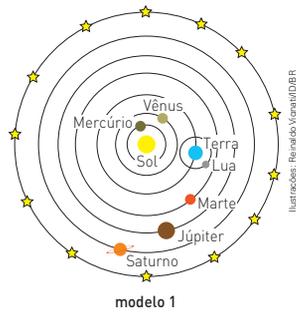
O artigo traz sugestões de aplicativos de astronomia para celular.

ATIVIDADES

Responda sempre no caderno.

3. O Big Bang é uma teoria científica baseada em observações e em dados coletados por métodos científicos; já o mito iorubá é uma narrativa que busca explicar a origem do Universo com base em elementos da cultura e da religião.

1. Observe, a seguir, os modelos de representação do Universo e responda à questão.



- Qual é a diferença entre os dois modelos representados? **Veja resposta em Respostas e comentários.**

2. Leia o texto e, depois, responda às questões.

[...]

Povos indígenas de todo o mundo – do Egito à América, sempre utilizaram as estrelas como uma espécie de agenda do clima e como bússola para orientação. [...]

“As constelações são usadas durante todo o ano. Algumas têm finalidades religiosas, outras são mais por curiosidade, mas elas servem, principalmente, como calendário agrícola”, explica Germano Afonso, pós-doutor em etnoastronomia e que já mapeou mais de 100 constelações indígenas Tupi-Guarani. As flutuações sazonais indicadas

4. Os estudantes podem dizer que, com as informações obtidas pelas sondas, é possível, por exemplo, mapear o espaço, identificar galáxias similares à Via Láctea, descobrir estrelas e planetas, entre outras possibilidades.

pelos constelações influenciam no período da pesca, caça, plantio e colheita. Cada imagem formada no céu permitia aos índios identificar que uma nova estação do ano estava por vir.

[...]

Leyberson Pedrosa. Fique por dentro dos mitos e usos das constelações indígenas. EBC, 24 fev. 2016. Disponível em: <http://www.ebc.com.br/tecnologia/2016/02/constelacoes-indigenas-mitos-e-astronomia>. Acesso em: 8 fev. 2022.

- a) e b) **Veja respostas em Respostas e comentários.**

- a) Qual é a definição de constelação?
 - b) Segundo o texto, qual é a importância das constelações para os povos indígenas?
3. Qual é a diferença entre a teoria do Big Bang e o mito iorubá sobre a origem do Universo?
 4. Como as sondas auxiliam o ser humano na exploração espacial? Dê exemplos.
 5. Leia o texto e responda às questões.

A Nasa – agência espacial dos Estados Unidos – anunciou [...] a descoberta de um oitavo exoplaneta no sistema Kepler-90, o que faz dele o conjunto de planetas mais parecido com o nosso Sistema Solar.

[...]

Conhecido como Kepler 90i, o novo mundo orbita uma estrela chamada Kepler 90, que é maior e mais quente do que o Sol e fica na constelação de Draco – a 2 500 anos-luz da Terra.

[...]

Nasa encontra sistema com oito exoplanetas, assim como o nosso. *Tilt UOL*, 14 dez. 2017. Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/ciencia/ultimas-noticias/redacao/2017/12/14/nasa-descobre-kepler-90-o-sistema-solar-mais-parecido-com-o-da-terra.htm>. Acesso em: 7 fev. 2022.

- a) e b) **Veja respostas em Respostas e comentários.**

- a) Para um exoplaneta ser candidato a ter vida, como a que encontramos na Terra, que características ele deve ter?
- b) O que é uma zona habitável? Qual é sua relação com a probabilidade de um corpo celeste abrigar ou não vida?

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

1. O modelo 1 é heliocêntrico e o modelo 2 é geocêntrico.

Modelo 1: no modelo heliocêntrico, o Sol ocupa o centro do Universo, e a Terra, os planetas e as estrelas giram ao redor dele. Atualmente, sabe-se que esse modelo não representa a realidade do Universo, mas pode ser aplicado como uma aproximação de como é a organização do Sistema Solar.

Modelo 2: no modelo geocêntrico, a Terra ocupa o centro do Universo, com o Sol, os planetas, a Lua e as estrelas girando ao redor dela.

2. a) Muitos povos da Antiguidade definiram os agrupamentos de estrelas como constelações. Para a ciência atual, constelação é cada uma das 88 regiões da esfera celeste – incluindo os objetos astronômicos que se encontram nelas.
 - b) Os povos indígenas utilizam as constelações para orientação espacial e como calendário para identificar as estações do ano e as melhores épocas para realizar a caça e a pesca e o plantio e a colheita.
3. Reforce com os estudantes que uma explicação com base em elementos culturais e religiosos também deve ser respeitada.
4. Os estudantes podem fazer uma pesquisa sobre as primeiras sondas enviadas ao espaço no final da década de 1950.
5. a) O exoplaneta deve ter água na forma líquida, proteção contra radiação ultravioleta e raios cósmicos e energia disponível (calor).
 - b) Zona habitável é a região na qual a energia emitida por uma estrela é suficiente para permitir a existência de água líquida na superfície do planeta ou do satélite natural que orbite essa região. A presença de água líquida é um dos fatores para que possa existir vida.

167

ESTRATÉGIAS DE APOIO

Utilize as atividades desta seção em uma avaliação reguladora. Se os estudantes demonstrarem dificuldade na resolução das atividades, peça a eles que retomem o conteúdo apresentado e elaborem um resumo em tópicos ou façam fichamentos. Caso as dúvidas sejam quanto aos modelos geocêntrico e heliocêntrico, reproduza-os na forma de esquemas na lousa, com a ajuda dos estudantes. Avalie também trazer outros exemplos de mitos que julgar oportunos, para reforçar o conteúdo abordado no capítulo. Também é interessante pedir aos estudantes que troquem informações entre si.

DE OLHO NA BASE

Nesta seção, as atividades 2 e 3 promovem a habilidade EF09CI15. A atividade 5, por sua vez, desenvolve a habilidade EF09CI16. Quanto às competências, são trabalhadas as competências específicas 2 e 3, geral 1 e específica 1 (valorizar os conhecimentos historicamente construídos e compreender o conhecimento científico como empreendimento humano, cultural e histórico), bem como as competências gerais 6 e 9 (valorizar a diversidade de saberes e culturas).

- Antes de iniciar a leitura dos textos, pergunte aos estudantes o que eles sabem sobre a corrida espacial. Com base em suas respostas, explique de forma resumida que a corrida espacial foi uma disputa entre os Estados Unidos e a União Soviética pela hegemonia da exploração do espaço.
- Explique aos estudantes que, durante a Guerra Fria, houve grande desenvolvimento do armamento nuclear, principalmente de mísseis nucleares intercontinentais que, em teoria, poderiam destruir cidades inteiras a milhares de quilômetros de distância.
- Comente com os estudantes que, em 1975, a Federação Sindical Mundial e a Federação Mundial de Cientistas realizaram o Simpósio Internacional sobre o Papel dos Cientistas e suas Organizações na luta pelo desarmamento. Ao final do evento, as duas federações publicaram uma declaração, na qual afirmavam que os gastos militares mundiais de 1972 equivaliam ao valor destinado à saúde, à educação e à habitação e poderiam ser empregados para eliminar a miséria, elevar o nível de vida dos trabalhadores e melhorar os serviços públicos. Considere a possibilidade de pedir aos estudantes que pesquisem os movimentos e as iniciativas atuais contra o armamentismo e proponha a eles que organizem um movimento semelhante na escola.
- Discuta com a turma sobre o papel dos movimentos pacifistas a partir da década de 1960 para pressionar os governos a realizar os acordos de redução do arsenal nuclear.
- Esta seção pode ser trabalhada em conjunto com os componentes curriculares História e Geografia, ao discutir os fatores históricos e geopolíticos envolvidos na corrida espacial.

A corrida espacial

Após o final da Segunda Guerra Mundial, em 1945, teve início um período conhecido como Guerra Fria, em que as maiores potências econômicas da época, Estados Unidos (EUA) e União Soviética (URSS), disputaram a hegemonia mundial. Um dos episódios da Guerra Fria foi a corrida espacial. Nela, esses países disputaram o desenvolvimento de tecnologia espacial como meio de obter vantagens e mostrar força sobre seus adversários.

Corrida espacial

Com o fim da Segunda Guerra Mundial, em 1945, um outro conflito emergiu no mundo. Desta vez, tratava-se de uma disputa por hegemonia política e econômica. Era a Guerra Fria, que polarizou boa parte do mundo em torno de dois blocos, o capitalista, liderado pelos Estados Unidos; e o comunista, sob liderança da União Soviética. Cada um dos lados investia em tecnologia, armas e propaganda a fim de provar ao restante do mundo sua superioridade e a do modelo econômico que defendia. No fim dos anos 1950, essa competição extrapolou os limites do próprio planeta Terra e também o espaço virou cenário das disputas entre os dois blocos. Foi a chamada **Corrida Espacial**, que teve início em 4 de outubro de 1957, quando os soviéticos lançaram o primeiro satélite artificial do planeta, o Sputnik, que em português significa “viajante”.

O lançamento do Sputnik foi também a primeira vez em que um objeto criado por humanos foi colocado em órbita. O satélite funcionou por 22 dias antes de suas baterias acabarem e sua finalidade era pouco relevante, visto que era a de transmitir um sinal de radioamador [,] que poderia ser ouvido como um “bip” em qualquer parte do mundo. Ainda assim, foi o suficiente para preocupar os Estados Unidos, que não queriam ficar atrás dos soviéticos e em 31 de janeiro do ano seguinte, lançaram seu próprio satélite, o Explorer I. Alguns meses depois, em julho, o então presidente Dwight Eisenhower determinou a criação da NASA (*National Aeronautics and Space Administration*), a agência federal dedicada à exploração espacial.

Os soviéticos saíram mais uma vez à frente em 1959, quando lançaram a Luna 2, primeira sonda espacial a atingir a Lua. Em abril de 1961, o soviético Yuri Gagarin foi o primeiro homem a orbitar a Terra, na nave espacial Vostok 1. Os engenheiros da NASA dedicaram-se ao desenvolvimento de uma nave menor que a soviética e testaram-na com chimpanzés. Em 5 de maio, Alan Shepard foi o primeiro estadunidense a alcançar o espaço. [...]

O presidente John F. Kennedy anunciou, em 1961, que os Estados Unidos levariam o homem à Lua antes do fim da década e a NASA lançou o Projeto Apollo com esse objetivo. Ao longo da década, um conjunto de expedições foi realizado [,] em 16 de julho de 1969, a nave espacial Apollo 11 foi lançada, atingindo solo lunar quatro dias depois. Às 17h17 (horário de Brasília) do dia 20 de julho de 1969, chegava à base da NASA a notícia de que Neil Armstrong e Edwin Aldrin haviam pisado na Lua. É de Armstrong a famosa frase “*um pequeno passo para um homem, um grande passo para a humanidade*”. [...]

Luisa Rita Cardoso. Corrida espacial. *Infoescola*. Disponível em: <https://www.infoescola.com/historia/corrida-espacial/>. Acesso em: 16 mar. 2022.

OUTRAS FONTES

Estrelas além do tempo. Direção: Theodore Melfi. Estados Unidos, 2016 (127 min).

Baseado em fatos reais, o filme narra a história de três matemáticas negras da Nasa que enfrentaram a misoginia e o racismo durante a corrida espacial. Mais informações podem ser encontradas na reportagem “O que o filme *Estrelas além do tempo* tem a ver com a sua aula”, da revista *Nova Escola*, disponível em <https://novaescola.org.br/conteudo/4779/o-que-o-filme-estrelas-alem-do-tempo-tem-a-ver-com-a-sua-aula> (acesso em: 7 fev. 2022).

DE OLHO NA BASE

A proposta desenvolvida nesta seção promove as competências geral 1 e específica 1, ao tratar dos conhecimentos científicos historicamente construídos e ao abordar os conhecimentos da ciência espacial como empreendimento humano, passível de influências diversas. Também explora a competência específica 4, ao possibilitar aos estudantes vislumbrar as aplicações e as implicações políticas da ciência e de suas tecnologias. A seção aborda ainda o tema contemporâneo transversal **Ciência e Tecnologia**, no contexto do desenvolvimento técnico e científico para a realização de viagens espaciais.

2. A tecnologia desenvolvida durante a corrida espacial poderia ser aplicada em guerras – por exemplo, a utilização de foguetes para transportar ogivas nucleares. O desenvolvimento de novas tecnologias era uma demonstração da dominação e da supremacia dos EUA e da URSS na época da Guerra Fria.

O uso da tecnologia espacial para fins de guerra era uma preocupação mundial. Em paralelo ao desenvolvimento da tecnologia espacial, na Guerra Fria, Estados Unidos e União Soviética investiam no desenvolvimento de tecnologias de guerra, como armas nucleares e mísseis de longo alcance. Os Estados Unidos foram os primeiros a desenvolver a tecnologia da bomba atômica, em 1945; quatro anos depois, a União Soviética anunciava sua primeira bomba atômica.

armamentista: relacionado ao aumento de material de guerra.

A corrida armamentista

A primeira metade da Guerra Fria foi essencial para o desenvolvimento de armas nucleares. Rússia e EUA entraram em uma corrida **armamentista**, [...] [em que] se acreditava que[,] para garantir uma segurança nacional, era necessário possuir a indústria bélica mais desenvolvida e preparada. [...]

Esse período teve sua estabilidade na década de [19]70 [...] e [...] teve seu reaquecimento nos anos [19]80, com um projeto de defesa do então presidente estadunidense, Ronald Reagan, chamado Guerra nas Estrelas, um projeto para utilizar *lasers* para destruir mísseis. [...]

Os satélites que são usados hoje para diversos usos, começaram a ser usados para espionagem e para guiar ataques ocultos de armamentos. [...]

O caminho que a Coreia do Norte está traçando hoje com o desenvolvimento de mísseis intercontinentais, já foi feito pelas potências para criar mísseis que fossem capazes de percorrer a grande distância entre Estados Unidos e Rússia. A tecnologia desenvolvida também foi fundamental para a criação de foguetes que lançam satélites artificiais para a órbita terrestre.

Guerra fria e tecnologia. *Minionu*, 29 ago. 2017. Disponível em: <https://minionupucmg.wordpress.com/2017/08/29/guerra-fria-e-tecnologia/>. Acesso em: 8 fev. 2022.



Hulton Archive/Stringer/Getty Images

↑ Grupo de crianças observa o primeiro míssil estadunidense capaz de viajar de um continente a outro. Nova York, Estados Unidos. Foto de 1959.

Em discussão

Responda sempre no caderno.

1. Qual foi, em sua opinião, a importância da corrida espacial para a evolução do conhecimento científico-tecnológico? **Resposta pessoal.**
2. De que forma a tecnologia espacial foi associada à corrida armamentista?
3. O que o autor do primeiro texto quis dizer com “a URSS venceu mais um episódio da corrida espacial”? Você concorda com ele? **Veja respostas em Respostas e comentários.**
4. A acoplagem das naves Apollo 18, com três astronautas estadunidenses, e Soyuz 19, com dois soviéticos, em 1975, é considerada o marco simbólico do fim da corrida espacial. Por que esse acontecimento marcou o fim da disputa espacial entre EUA e URSS? **Porque foi uma missão em que as duas nações trabalharam juntas, foi um marco simbólico de cooperação – algo que, em geral, não existe entre adversários.**
5. A Guerra Fria perdurou até o início da década de 1990. Por que a Guerra Fria não acabou após o fim da corrida espacial? Relacione sua resposta ao projeto Guerra nas Estrelas, do governo Reagan. Se for preciso, faça uma pesquisa em livros e sites de fontes confiáveis. **Veja respostas em Respostas e comentários.**

EM DISCUSSÃO

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

1. Tanto os Estados Unidos como a União Soviética investiram muito no desenvolvimento de tecnologias espaciais, o que proporcionou progressos rápidos nessa área, no conhecimento científico e nas soluções tecnológicas, os quais possibilitaram a conquista do espaço pelas duas nações.
2. Aproveite esta atividade para conversar com os estudantes sobre as questões éticas que envolvem as descobertas científicas.
3. O autor do texto quis dizer que a União Soviética conseguiu atingir o objetivo de levar um ser humano ao espaço sideral antes dos Estados Unidos. A segunda resposta é pessoal: a União Soviética realmente pode ser considerada vencedora nesse episódio, se levarmos em consideração a ideia de “quem atingiu primeiro o objetivo”, assim como os Estados Unidos podem ser considerados “vencedores” ao levar o primeiro ser humano à Lua. No entanto, há outras conotações possíveis, como a que considera que essa conquista representou a vitória de toda a humanidade.
4. Comente com os estudantes a importância do diálogo e da diplomacia para a resolução de conflitos e o estabelecimento da harmonia entre as nações.
5. Porque a corrida espacial foi um dos episódios da Guerra Fria, que era mais ampla e envolveu disputas em países periféricos, tensão diplomática constante, competição econômica, espionagem e propaganda ao longo dos anos que se seguiram, em eventos de maior ou menor intensidade, como o projeto Guerra nas Estrelas, instituído pelo presidente estadunidense Ronald Reagan em 1983. Divulgado como um projeto que poria um fim definitivo à corrida armamentista, a iniciativa também poderia ser utilizada como forma de dominação pelos Estados Unidos, que teriam controle sobre a órbita terrestre.

HABILIDADE DESENVOLVIDA NA SEÇÃO

(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.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Se julgar necessário, auxilie os estudantes na pesquisa bibliográfica, indicando fontes confiáveis de pesquisa, sem, no entanto, entregar o material já selecionado, pois é importante que eles façam essa parte do trabalho.
- Antes do registro das respostas no caderno, proponha uma roda de conversa para que os estudantes exponham suas pesquisas e seus argumentos.
- Caso os estudantes escolhidos para trabalhar juntos não se relacionem bem, procure mediar possíveis atritos, para que a produtividade não seja prejudicada. Essa é uma oportunidade para todos aprenderem a lidar com as diferenças e a se respeitar, independentemente dos vínculos emocionais. Tais vivências contribuem para promover avanços relacionados à cooperação e à autonomia.
- As atividades desta seção promovem metodologias ativas ao trabalhar a pesquisa e o debate.

DE OLHO NA BASE

Nesta seção, são desenvolvidos o processo cognitivo, o objeto de conhecimento e o modificador da habilidade **EF09CI16**. Também são trabalhadas as competências geral **2** e específica **2**, ao se promover a investigação como abordagem própria das ciências. Além disso, é incentivado o uso de tecnologia digital para acessar informações e produzir conhecimentos, trabalhando esse aspecto da competência geral **5**. Por fim, são promovidas as competências geral **7** e específica **5** (argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para negociar e defender ideias) e as competências geral **9** (exercitar o diálogo) e específica **8** (agir pessoal e coletivamente com respeito e flexibilidade).



INVESTIGAR

A sobrevivência humana fora da Terra

Para começar

Em 2 de agosto de 2012, a Nasa, agência espacial estadunidense, comemorou o pouso da sonda Curiosity em Marte. A sonda tem a missão de coletar informações sobre o solo, as condições atmosféricas e a possível presença de água líquida no planeta vermelho.

Os planos, entretanto, não param por aí. Em parceria com a agência espacial europeia, a Nasa pretende enviar uma missão tripulada para Marte em 2030 e construir uma base permanente no planeta.

O PROBLEMA

É possível viver em outros planetas?

A INVESTIGAÇÃO

- **Procedimento:** pesquisa bibliográfica.
- **Instrumento de coleta:** fontes bibliográficas.

Prática de pesquisa

Pesquisa bibliográfica

- 1 Com o auxílio do professor, organizem-se em grupos de quatro estudantes. Cada grupo deverá pesquisar as condições necessárias à sobrevivência dos seres humanos em outros corpos celestes, bem como se preparar para um debate sobre a viabilidade de os seres humanos habitarem outros mundos.
- 2 Pesquem em livros, revistas ou na internet, a respeito das características ambientais da Terra que permitiram o desenvolvimento da vida e identifiquem quais dessas características são essenciais à vida dos seres humanos.
- 3 Pesquem as características ambientais de Marte e dos satélites naturais Lua, Europa e Encélado, a distância entre esses corpos celestes e a Terra e entre eles e o Sol.
- 4 Por fim, pesquem como é feita uma viagem espacial, qual o tempo que se levaria para chegar a cada um desses corpos celestes e qual(is) é(são) o(s) efeito(s) de uma viagem espacial no organismo humano.



170

OUTRAS FONTES

FLORESTI, Felipe. “Finalmente temos tecnologia para pensar em colonizar um corpo celeste”. *Galileu*, 15 jan. 2018. Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2018/01/finalmente-temos-tecnologia-para-pensar-em-colonizar-um-corpo-celeste.html>. Acesso em: 7 fev. 2022.

O texto aborda tecnologias e apresenta alguns questionamentos sobre o que é preciso para colonizar um corpo celeste, como passar primeiro pela Lua, antes de pensar em colonizar outro planeta, como Marte, por exemplo.

Comunicação dos resultados

Debate

- 1 Para o debate, serão escolhidos dois grupos: um para defender a viabilidade de os seres humanos viverem em outros planetas e o outro para se opor a esse ponto de vista.
- 2 O professor será responsável por determinar os componentes dos dois grupos de debate, garantindo que cada grupo seja formado por componentes dos quatro grupos de pesquisa. O restante da turma deverá assistir ao debate, realizar perguntas e, ao final, escolher o grupo que argumentou de forma mais coerente para defender o ponto de vista adotado.
- 3 O professor será o mediador do debate. Ele vai estipular as regras, incluindo o tempo para que cada grupo exponha seus argumentos. Por sorteio, o professor vai escolher o grupo que deve iniciar o debate.
- 4 Depois da exposição inicial dos dois grupos, na qual cada um apresentará a tese a ser defendida, os estudantes que estão assistindo ao debate poderão fazer perguntas que serão respondidas por ambos os grupos.
- 5 Ao final do debate, os estudantes deverão discutir os argumentos apresentados pelos dois grupos para, juntos, chegarem a uma conclusão sobre a possibilidade de os seres humanos habitarem outros planetas.

Questões para discussão

Responda sempre no caderno.

1. Quais são as características do planeta Terra que permitem a existência de vida?
2. Quais são as características de Marte? Elas permitem a existência de vida da forma como a conhecemos? Quais seriam as dificuldades para os seres humanos viverem em Marte? **Veja respostas em Respostas e comentários.**
3. Que características dos satélites naturais Europa e Encélado parecem favorecer a existência de vida da forma como a conhecemos? **Tanto Europa como Encélado apresentam água líquida na superfície, uma característica importante para que haja vida.**
4. Qual é a conclusão da turma a respeito da possibilidade de os seres humanos viverem fora da Terra? **Resposta variável. Auxilie os estudantes, caso tenham dificuldades durante o processo de debate de ideias e na elaboração da conclusão.**

1. Presença de água líquida e de atmosfera, que atua como barreira para as radiações espaciais, atmosfera rica em gás oxigênio, condições climáticas não extremas, entre outras características.



Ilustrações: GT FotoArquiteto/IGTBK

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

1. O esquema proposto na atividade é uma estratégia útil para analisar uma sequência cronológica de fatos.
2. 12 anos-luz equivalem a 114 trilhões de quilômetros. O tempo de viagem é calculado por $\frac{AS}{V} = 430$ milhões de horas.
3. Explique aos estudantes a escala de tempo, da ordem de bilhões de anos, para que essas transformações ocorram.
4. Use esta atividade para reforçar o trabalho com a competência geral 9, exercitando a empatia e promovendo o respeito ao outro e aos direitos humanos, com acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos, sem preconceitos de qualquer natureza.

ATIVIDADES INTEGRADAS

1. 1 – O Universo em um único ponto, infinitamente quente e denso.

1. Sobre o modelo do Big Bang, copie este esquema no caderno e preencha os espaços enumerados com a sequência correta dos acontecimentos listados a seguir.

2 – Expansão rápida.

3 – Formação dos átomos.

1 2 3 4

4 – Formação das nuvens de poeira e gases, das estrelas, das galáxias e dos planetas.

- Formação dos átomos, galáxias e dos planetas.
- O Universo em um único ponto, infinitamente quente e denso.
- Formação das nuvens de poeira e gases, das estrelas, das galáxias e dos planetas.
- Expansão rápida.

2. Leia as informações a seguir e, depois, faça o que se pede.

Tau Ceti é uma estrela muito similar ao Sol, localizada na constelação Cetus (ou Baleia) a cerca de 12 anos-luz da Terra. Em 2012, foram detectadas evidências de planetas na Zona Habitável dessa estrela. Suponha que você queira enviar uma sonda para verificar a existência desses planetas e talvez a possibilidade de vida.

- Calcule quanto tempo levaria para a sonda chegar lá, sabendo que a velocidade máxima de uma sonda é de 265 000 km/h, e discuta com os colegas se esse plano é viável.

Dados: 1 ano-luz = 9,5 trilhões de quilômetros.

O tempo de viagem é 430 milhões de horas. Pode-se concluir que o plano não é viável.

3. Leia o texto e responda às questões.

Ano 1 500 001 997 d.C. Um Sol gigantesco se levanta sobre o horizonte leste da Terra. Se você pudesse acordar nessa manhã, daqui a 1,5 bilhão de anos, não encontraria nada do mundo que conhece hoje. Nossa estrela está 10% mais brilhante e parece ocupar um pedaço enorme do céu, que por sinal não é mais azul. A atmosfera, opaca, úmida e abafada, é dominada por uma luz cor de laranja e amarela. Sobre o solo árido não há água, nenhuma planta ou animal.

Thereza Venturoli. A morte do Sol. *Superinteressante*, 31 out. 2016. Disponível em: <https://super.abril.com.br/tecnologia/a-morte-do-sol/>. Acesso em: 7 fev. 2022.

- a) Que etapa do ciclo evolutivo do Sol está sendo descrita no texto?

O texto descreve a formação da gigante vermelha.

3. b) A temperatura na Terra vai aumentar tanto, que isso vai causar a extinção de todos os seres vivos.

- b) O que os cientistas estimam que vai acontecer com a Terra quando o Sol se transformar em uma gigante vermelha?

4. Leia o texto e responda às questões.

Durante a guerra fria houve muitos confrontos entre as duas potências mundiais. A corrida espacial foi o principal deles. A gigante União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS) versus os Estados Unidos da América (EUA), ambas queriam mostrar quem era a maior e melhor potência mundial.

A URSS saiu na frente na corrida espacial, colocando a famosa cadela Laika no espaço. O primeiro homem no espaço Yuri Gagarin com o lançamento da Sputnik também deu vantagem ao lado soviético. A URSS estava vencendo os Estados Unidos na corrida espacial, o que era sinônimo de uma vitória política em um ambiente macro. Por isso, a NACA, o comitê Nacional para Aconselhamento sobre Aeronáutica, antecessora da atual NASA, estava disposta a se utilizar de todos os recursos disponíveis.

Antes de existirem computadores como conhecemos hoje, capazes de executar cálculos automaticamente, a NACA usava de mulheres matemáticas para fazer tal cálculos. Elas eram conhecidas como “the computers”, a tradução literal seria “as computadoradoras”. O mais interessante sobre esse fato é que várias dessas computers eram afro-americanas, ou seja, mulheres negras e foram parte dos fatores determinantes para o sucesso espacial dos EUA.

As mulheres negras encarregadas da função de “computadoras” trabalhavam na ala oeste da NACA. Nesse período, os EUA ainda estabeleciam uma segregação racial, o que significa, dentre muitos outros aspectos, que negros não possuíam os mesmos direitos e não podiam ficar no mesmo lugar que pessoas brancas nos ambientes de trabalho. Os negros eram impedidos de usar os mesmos banheiros, bebedouros e lugares. Mesmo com as dificuldades pelo preconceito de raça e gênero esse grupo de mulheres prosperou. [...]

Clevi Rapkiewicz; Simone Fogazzi; Gilse Mattos; Nani Marques Castiglio. Mulheres da ala oeste. *Projeto Enigma*, 5 maio 2021. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/enigma/mulheres-da-ala-oeste/>. Acesso em: 7 fev. 2022.

ESTRATÉGIAS DE APOIO

Utilize as atividades desta seção para realizar uma avaliação final. Observe se os estudantes apresentam pontos frágeis no aprendizado. As estratégias propostas anteriormente para a unidade podem ser retomadas nesta seção. Além disso, se necessário, proponha a realização das atividades em duplas ou em trios, incentivando a troca de informações entre os colegas. Caso julgue oportuno, elabore um mapa conceitual na lousa, com a ajuda dos estudantes, e aproveite para retomar os conteúdos, sanando as dúvidas apresentadas por eles. Ao final, avalie se houve ganhos no aprendizado.

4. a) **Sim, pois as mulheres mostraram ser tão aptas às viagens espaciais quanto os homens ou até mais que eles.**

- a) Com base no texto, pode-se afirmar que houve discriminação das mulheres, principalmente as negras, pela Nasa?
- b) Qual é a importância de haver mais mulheres trabalhando nessas áreas, como na ciência e na tecnologia? **A presença de astronautas mulheres reafirma a igualdade entre gêneros.**

5. Leia o texto e faça o que se pede. **além de incentivar outras mulheres a seguirem o mesmo caminho.**

Talvez um dos mitos mais interessantes seja o dos aborígenes da Austrália, que descreve o começo da Terra como uma planície nua, onde tudo era escuro. Não havia vida nem morte. O Sol, a Lua e as estrelas dormiam embaixo da Terra. Os ancestrais assumiam várias formas enquanto vagavam pela Terra. Às vezes, eram só animais, às vezes eram quimeras entre humanos e plantas. Dois desses ancestrais autocriados a partir do nada eram os Ungambikula, que, em suas excursões, encontraram pessoas feitas pela metade. Essas pessoas não passavam de montes disformes, sem membros ou rostos, que estavam jogados e amontoados perto de poços de água e lagos salgados. Os Ungambikula passaram então a esculpir, nesses montes, cabeças, corpos, pernas e braços, até que finalmente os seres humanos foram terminados. Cada homem ou mulher foi feito a partir de uma planta ou animal e, assim, cada pessoa deve fidelidade ao totem do animal ou planta do qual foram feitos. Depois que terminaram seu trabalho, os ancestrais voltaram a dormir. Ao voltarem para suas casas subterrâneas, deixaram traços de sua presença em rochedos, poços ou árvores.

Luis Nassif. Os mitos sobre a origem do Universo. GGN, 5 maio 2013. Disponível em: <https://jornalggm.com.br/blog/luisnassif/os-mitos-sobre-a-origem-do-universo>. Acesso em: 8 fev. 2022.

a), b) e c) **Veja respostas em Respostas e comentários.**

- a) O que são mitos?
- b) Com base no que foi estudado nesta unidade e no texto que você leu, explique a diferença entre mito e teoria científica.
- c) Como a ciência explica a origem do Universo? Qual é o nome dessa teoria?
6. Reúna-se em grupo com os colegas. Cada grupo deve escolher um corpo celeste do Sistema Solar para colonizar. Elaborem uma estratégia de colonização e comparem-na com as estratégias dos outros grupos.

7. a) **Modelo geocêntrico.**

6. **Respostas pessoais.**

b) **A tira brinca com as teorias heliocêntrica e geocêntrica e com o rearranjo dos astros (no caso da tira, no século XVII).**

7. Leia a tira a seguir e responda às questões.



Carlos Ruas. Planeta 3. Um sábado qualquer. Disponível em: <https://www.umsabadoqualquer.com/238-planeta-3/>. Acesso em: 16 mar. 2022.

- a) Que modelo está sendo representado na tira?
- b) Que elemento provoca o humor da tira?

8. Leia o texto a seguir e responda à questão.

Um maciço lago subterrâneo foi detectado em Marte, o que representa o maior corpo de água líquida já encontrado no Planeta Vermelho. [...]

Cientistas descobrem lago com água líquida em Marte. *Carta Capital*, 25 jul. 2018.

Disponível em: <https://www.cartacapital.com.br/internacional/cientistas-descobrem-agua-liquida-em-marte>. Acesso em: 8 fev. 2022.

A descoberta de água líquida em Marte fortalece a teoria sobre a possibilidade de já ter havido vida no planeta, considerando que a água líquida é um dos fatores fundamentais para a existência da vida como a conhecemos.

9. Muitos corpos celestes foram descobertos por astrônomos amadores. No Brasil, por exemplo, o cometa Jacques foi descoberto em 2014 pela equipe do Observatório Sonear, um observatório de astronomia amadora localizado em Oliveira (MG).
- a) Em geral, astrônomos amadores enviam os resultados obtidos para astrônomos profissionais. Por que você acha que isso acontece? **Resposta pessoal.**
- b) Você tem vontade de praticar ou já praticou astronomia amadora? Caso já tenha praticado, como foi a experiência? Qual é sua opinião sobre essa abordagem da astronomia? **Respostas pessoais.**

5. a) Mitos são narrativas que buscam explicar os fenômenos da natureza e a origem do Universo e dos seres humanos.
- b) Os mitos são criações humanas relacionadas ao período histórico e social de determinado povo, ao passo que as teorias científicas são elaboradas com base na coleta e na análise de dados e na observação de fenômenos.
- c) A ciência moderna explica a origem do Universo por meio da teoria do Big Bang. Segundo essa teoria, o Universo teve início em um ponto muito denso e pequeno, que começou a se expandir vertiginosamente há cerca de 14 bilhões de anos, formando, ao longo do tempo, elétrons, prótons, nêutrons, átomos, estrelas e galáxias, até chegar a como o conhecemos atualmente.
6. Esta atividade exercita o protagonismo dos estudantes, ao incentivar a reflexão, a criatividade e a capacidade de argumentação deles.
7. Lembre-se de ressaltar que o modelo heliocêntrico não representa a realidade do Universo, mas pode ser aplicado como uma aproximação de como é a organização do Sistema Solar.
8. Para que os estudantes compreendam a dificuldade de fazer esse tipo de descoberta, comente com eles que Marte tem aproximadamente metade do diâmetro da Terra. Portanto, apresenta uma área muito grande a ser explorada por um robô.



Criatividade – desejo de saber

9. a) Em geral, isso acontece porque astrônomos profissionais têm equipamentos capazes de confirmar ou refutar os resultados colhidos por astrônomos amadores – que, quase sempre, têm equipamentos de qualidade limitada. Além disso, há muitos astrônomos amadores que são respeitados na academia e a troca de informações entre eles e os astrônomos profissionais ajuda a desenvolver o estudo em questão.
- b) Aproveite a questão para verificar se o desejo de saber mais do espaço e dos astros foi despertado nos estudantes.

DE OLHO NA BASE

Nesta seção, as atividades 1 e 5 desenvolvem a habilidade EF09CI15 e as atividades 2 e 6 promovem a habilidade EF09CI16. Por sua vez, a atividade 3 promove a habilidade EF09CI17. Em relação às competências, são promovidas as competências específicas 2 e 3, geral 1 e específica 1 (compreender o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico e colaborar para a construção de uma sociedade justa e democrática, em especial na atividade 4), bem como as competências gerais 6 e 9 (valorizar a diversidade de saberes e culturas).



Capítulo 1 – Astros no Universo

- Defino o que é um objeto astronômico?
- Descrevo a composição e a estrutura do Sistema Solar?
- Construo e interpreto modelos do Sistema Solar?
- Descrevo as etapas de formação do Sistema Solar?
- Analiso as etapas do ciclo evolutivo do Sol e as relaciono com os efeitos desse processo no planeta Terra?
- Reconheço a estrutura da Via Láctea e sua localização no Universo?
- Reconheço o Sistema Solar como parte da Via Láctea?

Capítulo 2 – Um olhar para o Universo

- Identifico e diferencio os modelos geocêntrico e heliocêntrico?
- Reconheço a importância das constelações na cultura dos povos indígenas brasileiros?
- Relaciono os mitos sobre a origem do Universo com as manifestações culturais de diferentes povos?
- Compreendo os princípios de uma teoria científica?
- Valorizo a criatividade como característica associada ao desejo de aumentar o conhecimento sobre o Universo?
- Descrevo o processo de formação do Universo?
- Avalio as possibilidades de se encontrar vida em outros planetas?
- Compreendo o que foi a corrida espacial e sua importância?

Investigar

- Realizo pesquisas bibliográficas utilizando fontes confiáveis?
- Seleciono argumentos sobre a possibilidade da sobrevivência humana fora da Terra e utilizo esses argumentos em debates?
- Tomo decisões com base em argumentos?



Nelson Proença/IBR

Genética e hereditariedade

OBJETIVOS

Capítulo 1 – Hereditariedade

- Identificar as moléculas e as estruturas envolvidas na hereditariedade e conhecer as bases de seu funcionamento.
- Associar gene e DNA a diferentes níveis de organização de um cromossomo.
- Reconhecer que a estrutura de um cromossomo é formada por DNA e proteínas.
- Diferenciar mitose de meiose, associando a meiose à produção de gametas.
- Diferenciar genótipo de fenótipo.
- Interpretar e representar heranças genéticas por meio de heredogramas.
- Valorizar e respeitar as diferenças entre as pessoas.
- Realizar teste para simular o fenômeno da hereditariedade e verificar genótipos e fenótipos em uma prole.

Capítulo 2 – O estudo da genética

- Discutir as ideias de Mendel sobre hereditariedade.
- Relacionar a segregação independente dos fatores à meiose.
- Associar o traço dominante à manifestação do fenótipo no heterozigoto.
- Compreender o papel do cruzamento-teste.
- Reconhecer alguns padrões de hereditariedade que fogem do modelo mendeliano.
- Construir genótipos com base em informações sobre fenótipos.

Capítulo 3 – Genética e tecnologia

- Identificar algumas atividades de biotecnologia.
- Compreender o que é melhoramento genético, clonagem, células-tronco e terapia gênica.
- Discutir as aplicações da biotecnologia na agricultura, no ambiente e na saúde.
- Refletir sobre aspectos éticos, econômicos, ambientais e/ou sociais relacionados ao uso da biotecnologia.
- Identificar a biopirataria como desrespeito ao patrimônio genético, à natureza e às comunidades tradicionais do país.

JUSTIFICATIVA

A genética é uma área que tem avançado de maneira expressiva nas últimas décadas e, nesse sentido, é fundamental que os estudantes sejam capazes de compreender de forma significativa as concepções básicas sobre hereditariedade e de reconhecer as estruturas moleculares e os principais mecanismos que regem a transmissão de características de uma geração para outra, tópicos abordados no capítulo 1. O capítulo 2, por sua vez, evidencia alguns dos trabalhos de Gregor Mendel, levando os estudantes a reconhecer fatos históricos relevantes que fizeram parte da construção do conhecimento sobre genética. Por fim, o capítulo 3 destaca usos de algumas técnicas da biotecnologia em prol de melhorias em diferentes áreas, possibilitando aos estudantes uma compreensão contextualizada da aplicação dos conhecimentos sobre genética.

SOBRE A UNIDADE

Nesta unidade, os estudantes terão contato formal com a genética. Termos como DNA, gene, cromossomo, hereditariedade, clonagem e transgênicos estão bastante presentes nas mídias, porém a definição deles nem sempre é clara. No capítulo 1, são trabalhados conceitos fundamentais da genética

e a associação entre os gametas e a transmissão de características hereditárias, desenvolvendo o objeto de conhecimento da habilidade **EF09CI08**. A habilidade **EF09CI09** é desenvolvida no capítulo 2, ao abordar, como previamente mencionado nos objetivos e na justificativa, os trabalhos do monge austríaco Gregor Mendel, bem como alguns padrões de hereditariedade que fogem daqueles encontrados por ele. No capítulo 3, explora-se a relação entre genética e tecnologia e abordam-se os temas biotecnologia e suas aplicações, melhoramento genético, clonagem, células-tronco, terapia gênica e testes de paternidade ou de maternidade. Quanto às competências, a unidade desenvolve as competências gerais da Educação Básica **1, 2, 4, 7 e 9**, além das específicas de Ciências da Natureza **1, 2, 3, 4, 5 e 8**. Em especial, a unidade desenvolve as competências relacionadas aos conceitos fundamentais e às estruturas explicativas das Ciências da Natureza, à valorização dos conhecimentos historicamente construídos e ao conhecimento científico como empreendimento humano. Também mobiliza competências relacionadas à promoção da consciência e do debate, com posicionamento ético em relação a questões científicas, tecnológicas, socioambientais e do mundo do trabalho e à avaliação das implicações políticas e socioambientais da ciência e de suas tecnologias.

MAPA DA UNIDADE

CONTEÚDOS	BOXES/SEÇÕES ESPECIAIS	HABILIDADES	COMPETÊNCIAS	TCTS
CAPÍTULO 1 – HEREDITARIEDADE				
<ul style="list-style-type: none"> • Herança biológica • Cromossomos e cariótipo • DNA, genes e alelos • Homozigose e heterozigose • Alelos dominantes e alelos recessivos • Fenótipo e genótipo • DNA e divisão celular • Heredogramas e cruzamentos 	PRÁTICAS DE CIÊNCIAS Teste para entender a herança biológica	(EF09CI08)	(CGEB2) (CGEB4) (CGEB7) (CGEB9) (CECN2) (CECN3) (CECN5) (CECN8)	
CAPÍTULO 2 – O ESTUDO DA GENÉTICA				
<ul style="list-style-type: none"> • Os experimentos de Mendel • Primeira lei de Mendel • Cruzamento-teste • Segunda lei de Mendel • Relações de dominância • Alelos múltiplos e sistema ABO 		(EF09CI08) (EF09CI09)	(CGEB1) (CGEB4) (CECN1) (CECN2) (CECN3)	
CAPÍTULO 3 – GENÉTICA E TECNOLOGIA				
<ul style="list-style-type: none"> • Biotecnologia • Melhoramento genético e organismos geneticamente modificados • Clonagem • Células-tronco • Terapia gênica • Teste de paternidade ou de maternidade 	BOXE VALOR Controvérsias no uso de células-tronco embrionárias AMPLIANDO HORIZONTES Biopirataria	(EF09CI08) (EF09CI09)	(CGEB1) (CGEB2) (CGEB7) (CGEB9) (CECN2) (CECN3) (CECN4) (CECN5) (CECN8)	Ciência e tecnologia

GENÉTICA E HEREDITARIEDADE

A genética é a ciência que estuda a hereditariedade, ou seja, a transmissão de características de uma geração para outra. Nesta unidade, você vai ver o que faz os indivíduos compartilharem semelhanças e, ao mesmo tempo, o que os torna únicos. Também vai conhecer estudos históricos que ajudaram a compreender os mecanismos da hereditariedade e algumas aplicações da genética.

CAPÍTULO 1
Hereditariedade

CAPÍTULO 2
O estudo da genética

CAPÍTULO 3
Genética e tecnologia

PRIMEIRAS IDEIAS

1. Você já reparou que, em geral, os filhos biológicos têm características físicas parecidas com as dos pais? Por que você acha que isso acontece? *Respostas pessoais.*
2. Observe a cor dos olhos, dos cabelos e da pele dos seus colegas. Há variações entre elas? Em caso afirmativo, como você explica essas variações? *Respostas variáveis.*
3. Hoje em dia, é comum ver termos associados à genética em jornais, revistas e na internet. Em que contexto você já viu palavras como biotecnologia, transgênicos, vacinas e células-tronco serem usadas? *Resposta variável.*
4. Defina com suas palavras o que é um clone. *Resposta pessoal.*

PRIMEIRAS IDEIAS

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Na atividade 1, os estudantes podem reconhecer que ocorre transmissão de características dos pais aos filhos, mesmo que não consigam explicar como isso acontece.
- Ao propor a atividade 2, estipule um tempo para que os estudantes possam observar os colegas. É importante que esta atividade seja realizada com o máximo de respeito entre eles. Leve-os a perceber que todos nós temos características únicas e a valorizar essa diversidade.
- Se julgar interessante, pergunte aos estudantes se as palavras indicadas na atividade 3 estão associadas a conceitos positivos ou negativos. Muitas vezes, termos científicos utilizados no dia a dia ganham conotação positiva ou negativa, dependendo do contexto em que estão inseridos. Caso julgue oportuno, peça a eles que pesquisem o significado de cada uma dessas palavras e, depois, pergunte novamente se elas têm uma conotação negativa ou positiva, solicitando que justifiquem as respostas.
- Neste momento, não é necessário que os estudantes formulem o conceito corretamente. A atividade 4, bem como as demais desta seção, podem ser utilizadas em uma avaliação inicial, para diagnosticar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o tema da unidade. Caso perceba que eles apresentam conhecimentos prévios insuficientes para acompanhar o conteúdo, procure se planejar para apresentá-lo com calma, sempre verificando se todos entenderam suas explicações e sanando as dúvidas que surgirem.

LEITURA DA IMAGEM

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

1. É provável que os estudantes identifiquem que se trata de grãos de uma espiga de milho.
2. Os estudantes podem relacionar essas variações a causas genéticas; contudo, não é necessário que eles estabeleçam tal relação neste momento. Se necessário, explore novamente a imagem após trabalhar os conceitos da unidade.

Respeito aos outros

3. Se julgar pertinente, promova uma discussão em sala de aula no sentido de valorizar e respeitar, por exemplo, as diferenças físicas, étnicas e culturais. Aproveite para ampliar a discussão abordando outros tipos de preconceito, de estereótipo ou de discriminação, como de gênero, de orientação sexual, de escolha religiosa ou de classe social. Dessa forma, é possível ajudar a combater o *bullying* que pode acontecer em decorrência desses preconceitos e os consequentes danos que ele pode causar à saúde mental dos estudantes. Diversas pesquisas mostram que a saúde mental de muitos estudantes foi afetada durante a pandemia; por isso, todas as iniciativas que possam favorecer-las são importantes.

LEITURA DA IMAGEM

1. Analise a imagem. O que você acha que são as estruturas coloridas? Você já viu algo parecido? *Respostas pessoais.*
2. Em sua opinião, qual é a causa da variação de cor nessas estruturas? *Resposta pessoal.*

3. Na Terra, há mais de 7,5 bilhões de seres humanos, que compartilham características típicas da espécie humana. Esses indivíduos, no entanto, vivem em regiões muito diversas e apresentam diferenças físicas, étnicas e culturais. Você já presenciou situações em que uma pessoa foi desrespeitada por ser diferente?

Resposta pessoal.





A foto mostra uma variedade de algo que é usado há muito tempo pelo ser humano.

177

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- A imagem da abertura da unidade mostra uma espiga de milho (*Zea mays*) com grãos de cores variadas. Essa variação é determinada geneticamente. Incentive os estudantes a identificar as estruturas retratadas na foto. Pergunte qual é a característica dessas estruturas que mais chama a atenção deles.
- Relacione as cores dos grãos à variabilidade genética e à diversidade.
- Pergunte aos estudantes qual é a principal diferença entre o milho que eles conhecem e o milho retratado na foto e se eles acham que é fácil encontrar a variedade de milho com grãos coloridos.
- Questione os estudantes se, na opinião deles, é possível selecionar as características físicas que desejamos em plantas e em animais.
- Comente com os estudantes que muitas espécies de vegetais que usamos para a alimentação e a ornamentação e também muitas espécies de animais domésticos tiveram características selecionadas pelo ser humano.

HABILIDADE DESENVOLVIDA NO CAPÍTULO

(EF09CI08) Associar os gametas à transmissão das características hereditárias, estabelecendo relações entre ancestrais e descendentes.

DE OLHO NA BASE

O conteúdo das páginas 178 e 179 promove o processo cognitivo, o objeto de conhecimento e o modificador da habilidade EF09CI08 (gametas, transmissão das características hereditárias, ancestrais e descendentes), além de trabalhar a competência específica 2, no sentido de compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza.

Capítulo

1

HEREDITARIEDADE

***Porque os membros de uma mesma família compartilham um mesmo conjunto de genes que lhes conferem características fenotípicas e genotípicas similares. Gêmeos univitelinos (originários de um mesmo óvulo fertilizado), por exemplo, apresentam DNA idênticos.**

PARA COMEÇAR

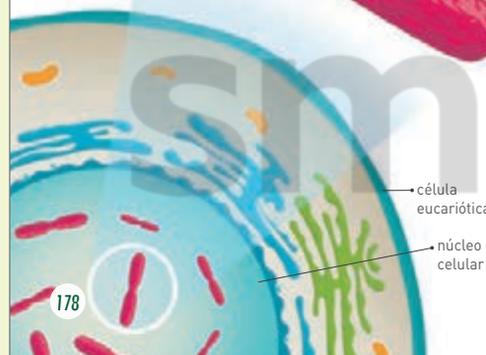
*Apesar de ter características que os distinguem das outras pessoas, os indivíduos de uma mesma família apresentam muitas semelhanças entre si. Por que isso acontece?**

Em cada célula humana existem 46 cromossomos, que formam 23 pares. A exceção são os **gametas** (espermatozoides, nos homens, e ovócitos, nas mulheres), que têm metade: 23 cromossomos. Após a união dos gametas feminino e masculino (fecundação), forma-se o zigoto, com 46 cromossomos – 23 de origem materna e 23 de origem paterna.

Cerca de 100 vezes mais fino que um fio de cabelo.



Cerca de 2300 vezes mais fino que um fio de cabelo.



178

Material genético

O **ácido desoxirribonucleico (DNA)** é o material genético dos seres vivos. Isso significa que ele apresenta as informações genéticas desses seres. Nas células eucarióticas, o DNA encontra-se envolto pela membrana do núcleo celular. Na maior parte do tempo, as moléculas de DNA estão total ou parcialmente estendidas. Mas, durante os processos de divisão celular, elas se condensam e se associam a proteínas, formando estruturas chamadas **cromossomos**.

Cariótipo

É o conjunto de todos os cromossomos duplicados de um organismo. Na imagem, os cromossomos do cariótipo pertencem a um ser humano do sexo masculino, o que é evidenciado pela presença do cromossomo Y.

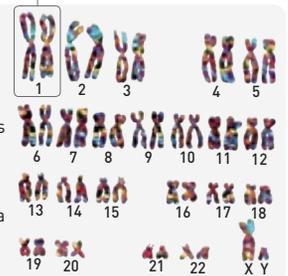


Foto ao microscópio de luz, imagem colorizada.

(IN)FORMAÇÃO

A crise do conceito de gene

[...] Até o início da década de [19]70 o conceito de gene [...] não enfrentou grandes dificuldades, os avanços científicos ocorridos até então pareciam justamente vir a fortalecer a ideia de que o gene é uma entidade real, um *locus*. [...]

Um dos grandes problemas teve início com o estudo de bactérias entéricas responsáveis pela digestão da lactose. Em estudos da década de [19]60 notou-se que[,] na ausência de lactose[,] essas bactérias deixavam de ativar os genes responsáveis pela produção de enzimas digestoras do leite. Apesar de esta descoberta por si só parecer um tanto trivial, a partir dela notou-se que os genes podem existir em um estado inativo [...]. Outro grande problema surgiu em 1977, quando

David Glover e David Hogness descobriram que a maior parte dos genes de eucariotos codificados de RNA era interrompida, e, a partir de 1978, tendo as regiões interrompidas não codificadoras sido chamadas de exons e as regiões codificadoras de íntrons [...].

[...] O *splicing* alternativo se apresenta como outro grande empecilho à definição clássica de gene. Neste fenômeno temos a possibilidade de que um único gene produza mais de um tipo de proteína [...]. [...]

[...]

Atualmente encontramos uma grande variedade de tentativas de definição de gene para salvar a realidade ontológica deste, seja pela reformulação da noção de estrutura, seja pela noção

Estrutura da molécula de DNA

A molécula de DNA é formada por duas longas cadeias em formato helicoidal, ou dupla-hélice (seu formato é similar ao de uma escada de cordas torcidas). Cada cadeia apresenta bases nitrogenadas, que são estruturas que mantêm as duas cadeias unidas por meio de ligações químicas. As bases equivaleriam aos degraus rígidos da escada de cordas. Na sequência dessas bases nitrogenadas estão guardadas as informações genéticas do indivíduo. A estrutura da molécula de DNA foi proposta em 1953 em um artigo do biólogo molecular e biofísico britânico Francis Crick (1916-2004) e do também biólogo molecular e geneticista estadunidense James Watson (1928-), apoiados por experimentos realizados pela cientista britânica Rosalind Franklin (1920-1958). Trabalhos como os do físico neozelandês Maurice Wilkins (1916-2004) confirmaram a estrutura em dupla-hélice.

Há quatro bases nitrogenadas do DNA:

- adenina (A)
- timina (T)
- citosina (C)
- guanina (G)

A adenina se liga à timina, e a citosina se liga à guanina.

Em todo ser vivo, a molécula de DNA tem a mesma estrutura helicoidal. O que varia é a sequência e a quantidade das bases nitrogenadas.

A molécula de DNA se enrola em proteínas para auxiliar em sua compactação. Nos seres humanos, cada molécula de DNA tem cerca de dois metros.

0,00001 mm
Cerca de 7000 vezes mais fino que um fio de cabelo.

↑ Representações sem proporção de tamanho e distância entre os elementos; cores-fantasia.

Em todas as células de um indivíduo, com exceção dos gametas, a sequência de bases nitrogenadas é a mesma.

Genes

O DNA contém informações que definem características como cor dos olhos e tipo de sangue. As informações para uma característica podem estar localizadas em um ou em vários trechos do DNA. Cada trecho de DNA que contém uma informação para uma característica é chamado de **gene**.

Os genes são a unidade básica da herança genética. Nos seres humanos, eles são herdados em pares: uma parte é herdada da mãe, pelo gameta feminino, e a outra é herdada do pai, pelo gameta masculino. Existem características, como a cor da pele e a dos olhos, que são determinadas por mais de um par de genes.



Fonte de pesquisa: Jane B. Reece e outros. *Biologia de Campbell*. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015, p. 329.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- É provável que os estudantes conheçam alguns termos deste capítulo. Pergunte quais dos termos apresentados nesta página eles conhecem e se sabem o que significam.
- Pode haver confusão por parte dos estudantes entre o que é gene, cromossomo e DNA. Peça a eles que explorem a imagem central nesta dupla de páginas e expliquem o que seriam essas estruturas. Aproveite para discutir as diferenças entre essas estruturas e suas funções na herança biológica.
- Chame a atenção dos estudantes para a estrutura do cromossomo, solicitando a eles que analisem com atenção o cariótipo da página 178. Pergunte qual é a diferença entre os cromossomos do cariótipo e o cromossomo da ilustração e verifique se eles sabem o porquê dessa diferença.
- Explique à turma que os cromossomos estão representados para fins didáticos e exprimem fases distintas do ciclo celular. Comente ainda que, na ilustração, o cromossomo é mostrado de maneira individualizada e condensada e, no cariótipo, o cromossomo está condensado e duplicado. Na célula, não conseguimos visualizar o cromossomo da forma como ele está sendo apresentado na imagem, pois a etapa de duplicação do DNA ocorre antes da condensação do material genético.

de função ou pelo acréscimo de novas estruturas anteriormente ignoradas.

[...]

A noção de que o gene deve ser compreendido a partir de seu caráter funcional pode lidar melhor com a variedade de produtos gênicos através do *splicing* alternativo, bem como adequar-se à problemática das regiões anteriormente consideradas DNA-lixo, mas que atualmente têm sua função revista. Outro grande ponto a favor dessa concepção seria a melhor compreensão da relação entre o mRNA e o DNA. Neste aspecto, o DNA deixaria de ser o local onde o gene está, para ser o local no qual o mRNA produz os diferentes tipos de produtos gênicos, superando ainda a noção de que os

genes existem e têm seu produto específico para a noção de que os genes precisam ser ativados. [...]

ZICA, João Paulo Uchoa. A crise do conceito de gene. *Pólemos*, Brasília, v. 2, n. 4, p. 51-52, 54, 56, dez. 2013.

Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/polemos/article/view/11567/10182>.

Acesso em: 2 fev. 2022.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- A compreensão dos conceitos de heterozigoto e de homozigoto depende do entendimento dos conceitos de cromossomos homólogos e de alelos. Assim, atente-se à compreensão desses conceitos pelos estudantes.
- Para trabalhar o conceito de cromossomo homólogo, retome a imagem do cariótipo da página 178, perguntando aos estudantes por que os cromossomos estão aos pares e qual é a origem desses cromossomos.
- Problematize o tema dos cromossomos homólogos. Incentive os estudantes a elaborar hipóteses sobre esses cromossomos perguntando: “Eles são iguais ou diferentes? Eles atuam em conjunto ou separadamente? Os dois são ativos ou apenas um é ativo?”.
- O entendimento de que os cromossomos homólogos têm a mesma sequência de genes e de que os genes apresentam variabilidade pode tornar a compreensão dos conceitos de homozigoto e de heterozigoto mais natural aos estudantes.
- Se julgar oportuno, realize a *Atividade complementar* sugerida nesta página do manual e, com o auxílio dos modelos visuais produzidos, discuta com os estudantes as diferenças conceituais de cromossomo, alelo, homozigoto e heterozigoto.

DE OLHO NA BASE

O conteúdo das páginas 180 e 181 dá prosseguimento ao desenvolvimento da habilidade **EF09CI08** e da competência específica **2**.



proveniente do pai proveniente da mãe

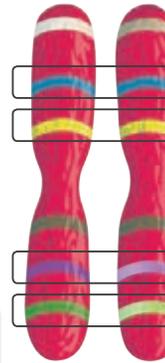


O local que um gene ocupa no cromossomo é chamado **locus gênico**.

Alelos

Em geral, existe mais de uma forma para um único gene. Ou seja, para um mesmo trecho do DNA que determina uma característica pode haver mais de uma forma. Cada forma de um mesmo gene recebe o nome de **alelo**. Existem genes que apresentam três ou mais alelos.

Os alelos são representados pelas cores das faixas: tons idênticos indicam alelos iguais; tons diferentes indicam alelos diferentes. Note que os genes presentes em um par de cromossomos podem ser alelos iguais (como nos pares azul e amarelo) ou diferentes (como nos pares roxo e verde).



Homozigoto

Quando um organismo apresenta um gene com alelos iguais em todos os homólogos, é chamado **homozigoto** para esse gene.

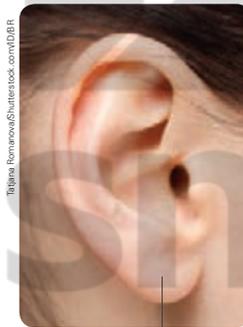
Heterozigoto

Quando um organismo apresenta alelos diferentes para um mesmo gene, dizemos que ele é **heterozigoto** para esse gene.

Representações sem proporção de tamanho e distância entre os elementos; cores-fantasia.

DE OLHO NA BASE

O conteúdo das páginas 180 e 181 dá prosseguimento ao desenvolvimento da habilidade **EF09CI08** e da competência específica **2**.



Lóbulo solto.

Por exemplo, o gene responsável pelo formato do lóbulo da orelha em seres humanos tem duas formas: uma que condiciona o lóbulo solto e outra que condiciona o lóbulo aderido à face.

Mas, se um mesmo indivíduo pode ter dois alelos diferentes para uma mesma característica (um proveniente da mãe e outro proveniente do pai), qual característica se manifestará? O que acontece nessa situação?

Dependendo da situação, uma das características acaba se manifestando. Acompanhe a seguir.



Lóbulo aderido.

180

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

CONSTRUINDO MODELOS DE CROMOSSOMOS

Faça uma atividade simples que possibilite aos estudantes praticar os conceitos explorados com o apoio de material de fácil obtenção. Usando massa de modelar, solicite a eles que construam modelos de cromossomos, com os alelos em cores diferentes. Auxilie-os na construção de modelos de cromossomos homozigotos e heterozigotos. Aproveite para reforçar os conceitos estudados até agora, de cromossomo, alelo, homozigoto e heterozigoto. Se julgar válido, retome os exemplos de características físicas, como lóbulo da orelha ou olhos claros e olhos escuros, relacionando-os com as funções dos genes.

(IN)FORMAÇÃO

Dominante e recessivo?

Os conceitos de dominância e recessividade estão certamente entre os mais antigos na história da genética. Os termos aparecem pela primeira vez nos trabalhos de Mendel e são empregados até hoje. Contudo, como nem todas as situações da análise genética se encaixam perfeitamente nos conceitos de dominância e recessividade, é natural que, com o passar do tempo, ajustes e acomodações tenham sido necessários e tenham surgido os conceitos de codominância e dominância incompleta.

Na genética clássica, um caráter é dito como dominante quando se manifesta fenotipicamente no heterozigoto, ocultando completamente o fenótipo recessivo. [...]

[...]

Um exemplo clássico da genética mendeliana molecularmente reestudado recentemente [...] ajuda a ilustrar o porquê da dominância completa e refletir sobre a questão da dominância e recessividade. Ervilhas lisas e rugosas foram estudadas por Gregor Mendel e a característica ervilha rugosa é dita recessiva, uma vez que esse fenótipo não ocorre no heterozigoto, que sempre exibe ervilhas lisas. Hoje é bem conhecido que a mutação presente no alelo recessivo, que determina ervilhas rugosas, é uma inserção de um elemento genético móvel de 800 pares de bases na região codificadora de aminoácidos do gene que codifica a enzima ramificadora de amido, gene *SBE1*. [...] A proteína, traduzida a partir dessa mensagem, é uma enzima [...] não funcional. Nesse caso, o alelo mutado não foi de fato impedido de transcreever, mas acarretou a produção de uma enzima não funcional. O fato de o indivíduo heterozigoto

Aléis dominantes e aléis recessivos

O formato do lóbulos da orelha é uma característica definida por um gene que apresenta dois aléis: o que produz lóbulos soltos e o que produz lóbulos aderidos. Todas as pessoas têm dois aléis (que podem ou não ser iguais). Assim, há três possibilidades:

Dois aléis para lóbulos soltos.



Perceba que basta a presença de apenas um alelo para lóbulos soltos para definir essa característica. Nesse caso, o alelo para lóbulos soltos é **dominante** sobre o alelo para lóbulos aderidos.

Um alelo para lóbulos soltos e um alelo para lóbulos aderidos.



Para que uma pessoa tenha orelhas com lóbulos aderidos, é preciso que ela tenha dois aléis para essa condição. Dizemos que o alelo para lóbulos aderidos é **recessivo** em relação ao alelo para lóbulos soltos.

Dois aléis para lóbulos aderidos.



Ilustrações: Ciro MacCortelli/IBR

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Ao abordar os conceitos de alelo dominante e de alelo recessivo, evite usar termos que reforcem a noção de que os aléis dominantes, de alguma forma, impedem ou inibem os aléis recessivos de se manifestarem.
- Um alelo é considerado dominante quando se manifesta fenotipicamente no heterozigoto, enquanto o alelo recessivo só se manifesta fenotipicamente em uma das formas homozigotas.
- Utilize o exemplo das fotos dos lóbulos da orelha ou pesquise e traga outras imagens para caracterizar os conceitos de dominância e de recessividade.
- Explique aos estudantes que os conceitos de dominante e de recessivo e a forma de representar os aléis com o uso de letras foram utilizados pela primeira vez por Mendel em seu clássico trabalho com as ervilhas – os detalhes desse trabalho serão vistos no próximo capítulo.

Formas de representação de genes

Os genes podem ser representados por letras, como **a**, **b**, **c**, etc. São utilizadas letras maiúsculas e minúsculas para diferenciar os aléis dominantes dos aléis recessivos. Em geral, o nome atribuído ao gene é a primeira letra da característica recessiva.



Assim, os aléis do gene responsável pelo formato do lóbulos da orelha recebem a denominação **A (dominante)** e **a (recessivo)**, pois a forma aderida é recessiva.

Um organismo pode ser considerado homozigoto para um gene e heterozigoto para outro. Caso seja homozigoto para um gene, ele pode ser um **homozigoto recessivo** (se seus aléis forem recessivos) ou um **homozigoto dominante** (se seus aléis forem dominantes).

A individualidade: entre a genética e os fatores externos

Cada indivíduo é único, com características próprias que o distinguem de outros indivíduos. Como você viu até agora, parte dessas características é herdada biologicamente. No entanto, não é apenas a genética que determina as características de um indivíduo.

Genótipo

É o nome dado à composição genética de um ser vivo. Ter aléis para lóbulos soltos (**AA**), para lóbulos aderidos (**aa**) ou para ambos (**Aa**) corresponde a três exemplos de genótipo. A cor da pele é outra característica determinada pelo genótipo.

Gêmeos idênticos apresentam o mesmo genótipo e podem apresentar pequenas diferenças físicas entre si.

Fenótipo

Refere-se à maneira como uma característica hereditária se expressa, como ela se apresenta fisicamente. Resulta da combinação entre os genes do indivíduo e a influência do ambiente.

Ainda que a cor da pele seja determinada pelo genótipo, o fenótipo para essa característica é influenciado também pelo ambiente: por exemplo, ao tomar sol, a pele torna-se bronzeada.



181

produzir ervilhas lisas indica claramente que, mesmo com metade da quantidade da enzima funcional, a ramificação do amido ocorre normalmente e não há alterações perceptíveis na forma dos grãos de ervilha. [...]

[...]

[...] De fato, ainda não se conhecem mecanismos moleculares que permitam que um alelo dominante interfira diretamente na capacidade de funcionamento de um alelo recessivo.

[...]

[...] a antiga definição de dominante e recessivo sem dúvida ainda é útil, válida e se ajusta muito bem a muitas das situações que estudamos em genética. No entanto, deve permanecer a reflexão cautelosa de que a aplicação desses termos depende primordialmente do que está sendo definido

como o fenótipo nessa análise. Além disso, se um alelo determina um fenótipo dominante ou recessivo em um dado locus, isso depende: (a) do tipo de produto que resulta da transcrição e tradução da informação contida nesse alelo; (b) da sua relação com o produto codificado pelo outro alelo no mesmo locus; e (c) da reação do organismo à presença, ausência ou redução dos produtos dos aléis ou à modificação da função desses produtos.

Parece que, do ponto de vista molecular, cada caso é um caso.

NETTO, Regina Célia Mingroni. Dominante ou recessivo? Revista *Genética na Escola*, v. 7, n. 2, 2012. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3290470/mod_resource/content/1/Dominante%20ou%20Recessivo%20Genetica%20na%20Escola.pdf. Acesso em: 2 fev. 2022.

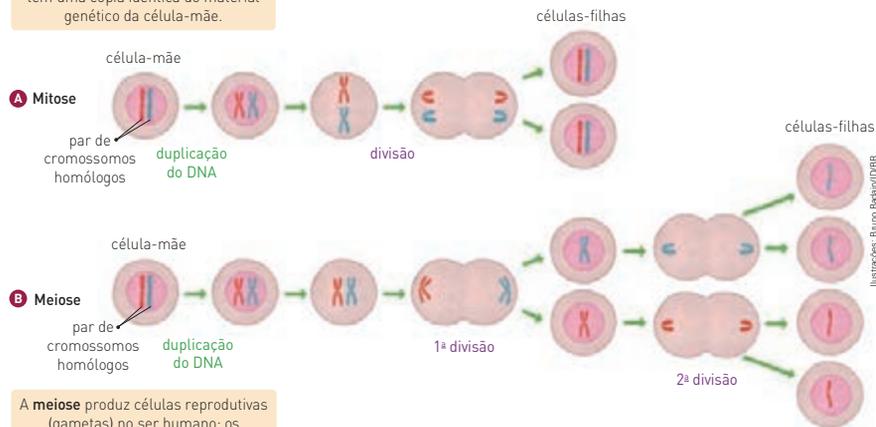
ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Os processos de mitose e de meiose são apresentados de forma simplificada. Solicite aos estudantes que observem as imagens desta página e tentem explicar o que está ocorrendo com os cromossomos nos dois processos.
- Com base no que os estudantes conhecem sobre gametas e fecundação, pergunte a eles, antes da leitura do texto didático, qual dos dois processos de divisão celular está provavelmente envolvido na formação dos gametas.
- Este conteúdo se relaciona à habilidade **EF08CI07** e pode ser usado para retomar conceitos de reprodução.

DE OLHO NA BASE

No contexto da divisão celular e dos mecanismos de herança biológica, as páginas 182 e 183 promovem o processo cognitivo, o objeto de conhecimento e o modificador da habilidade **EF09CI08**, além das competências específicas de Ciências da Natureza **2 e 3** (compreender e analisar processos do mundo natural, conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza).

A **mitose** gera células que vão participar do crescimento do organismo e da reposição de células mortas ou danificadas. Na mitose, cada uma das duas células-filhas tem uma cópia idêntica do material genético da célula-mãe.



A **meiose** produz células reprodutivas (gametas) no ser humano: os espermatozoides, nos homens, e os ovócitos, nas mulheres. Nesse processo, cada uma das quatro células-filhas tem metade da quantidade de DNA da célula-mãe.

↑ **Esquema de mitose (A) e de meiose (B) em célula animal.** (Representações sem proporção de tamanho; cores-fantasia.)

Fonte de pesquisa: Jane B. Reece e outros. *Biologia de Campbell*. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015. p. 261.

DNA E DIVISÃO CELULAR

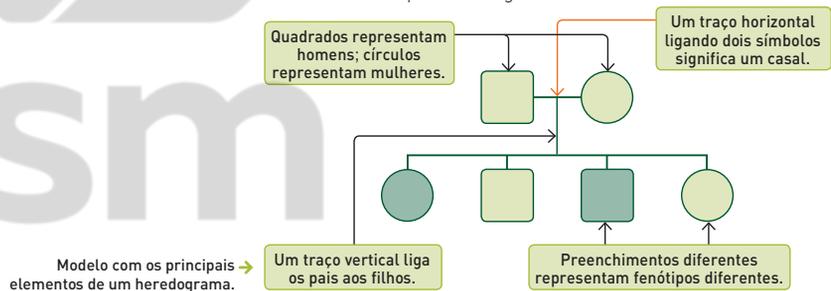
A **divisão celular** é essencial para a reprodução do organismo e para a transmissão das características hereditárias. É por meio desse processo que ocorrem a formação de gametas, o crescimento do organismo e a reposição de células mortas ou danificadas. Há dois tipos de divisão celular: a mitose e a meiose.

MECANISMOS DA HERANÇA BIOLÓGICA

Agora, você vai aprender como uma característica pode ser herdada pelos membros de uma família. Como exemplo, será estudado o bico de viúva, uma característica hereditária relacionada à presença de cabelo na região da testa. Para isso, veja, primeiro, o que são heredogramas.

HEREDOGRAMAS

Os **heredogramas** são diagramas usados para representar o parentesco e a herança biológica entre membros de uma família. Algumas regras para a construção de um heredograma e o significado dos elementos básicos que o constituem estão indicados no esquema a seguir.



182

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

CROMOSSOMOS AO MICROSCÓPIO

Antes de iniciar esta atividade, verifique se os estudantes estão familiarizados com o uso do microscópio. É importante que eles aprendam a utilizá-lo antes de serem apresentados a uma preparação citológica.

Se necessário, dedique uma aula para que os estudantes tomem contato com o microscópio e aprendam a manuseá-lo. Organize o laboratório ou a sala de aula, de modo a torná-los seguros e em condições para a realização da atividade, levando em consideração a disponibilidade dos materiais e de espaço. A organização para a observação ao microscópio dependerá principalmente do número de instrumentos e do tempo disponível. Essa atividade pressupõe a organização da turma em grupos; adapte-a, se necessário.

Explique aos estudantes os procedimentos da atividade e oriente-os também sobre a limpeza do material e do local após sua realização. Antecipadamente, produza ou adquira lâminas de cortes de raiz de cebola preparadas para visualização dos cromossomos. Observe-as ao microscópio e selecione aquelas em que as células e os cromossomos sejam facilmente reconhecíveis. Se necessário, acesse o *site* da UFRGS, com fotomicrografias de células de cebola, disponível em <https://www.ufrgs.br/biologiacellularatlas/smitose5.htm> (acesso em: 2 fev. 2022), a fim de facilitar a observação pelos estudantes.

Objetivos

- Identificar os cromossomos em células de raiz de cebola.
- Verificar as diferenças de posição e formato dos cromossomos ao longo do processo da mitose.

Material

- 1 jogo com duas lâminas de corte de raiz de cebola preparadas para visualização dos cromossomos (por grupo)
- microscópio

Como fazer

Os procedimentos a seguir devem ser realizados pelos estudantes.

- Coloque uma lâmina ao microscópio, ajuste-o e observe.
- Identifique as células, o núcleo celular e os cromossomos.
- Retire a lâmina do microscópio e entregue a um colega do seu grupo, para que ele proceda da mesma forma.
- Depois que todos tiverem visto a primeira lâmina, coloque a segunda lâmina no microscópio,

CRUZAMENTOS

Há dois fenótipos possíveis para a característica bico de viúva: presença ou ausência. A presença dessa característica é dominante sobre a ausência dela.



Auron Haupt/Science Source/Foraena



Prestock/Shutterstock.com/DBR

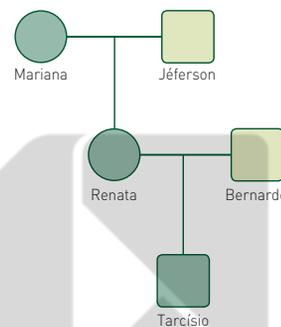
← Uma pessoa com bico de viúva (A) e outra sem (B).

A presença de bico de viúva é controlada por um único gene com dois alelos. Vamos chamar o alelo dominante de **A** e o alelo recessivo de **a**. Portanto, cada pessoa pode ter uma das seguintes combinações de genes (genótipos): **AA**, **Aa** ou **aa**.

Imagine que o genótipo de Mariana é **AA**, enquanto o de Jéferson é **aa**. Cada alelo se encontra em um dos cromossomos que formam um par. Durante a formação dos gametas, os pares de cromossomos são separados. Assim, todos os gametas de Jéferson têm uma cópia do alelo **a**, e os gametas de Mariana têm uma cópia do alelo **A**.

Mariana e Jéferson tiveram uma filha, Renata. Sabendo qual alelo está presente nos gametas de Mariana e nos de Jéferson, é possível saber que as células da filha do casal têm necessariamente um alelo **A** e um alelo **a**, ou seja, Renata tem o genótipo **Aa**, e o seu fenótipo é a presença de bico de viúva. Os possíveis resultados desse cruzamento podem ser representados em um quadro bastante usado nesses casos (quadro 1).

Aos 26 anos, Renata teve um filho com Bernardo, que não apresenta bico de viúva (ou seja, tem genótipo **aa**). Ela poderia formar dois tipos de gameta: **A** ou **a**, mas Bernardo tem apenas alelos **a**. O filho deles, Tarcísio, nasceu com cabelo do tipo bico de viúva; portanto, seu genótipo é **Aa**. Veja as possibilidades desse cruzamento no quadro 2.



↑ Heredograma que mostra a herança do bico de viúva na família de Renata.

↳ No quadro 1, estão representados os quatro possíveis genótipos de Renata, filha de Mariana e Jéferson – todos expressam o fenótipo cabelo com bico de viúva (**Aa**). No quadro 2, estão representados os quatro possíveis genótipos de Tarcísio, filho de Renata e Bernardo – há 50% de chance de ele ter cabelo com bico de viúva (**Aa**) e 50% de chance de ele ter cabelo sem bico de viúva (**aa**). Tarcísio nasceu com bico de viúva, logo, seu genótipo é **Aa**.

QUADRO 1			
		Alelos de Mariana	
Alelos de Jéferson		A	A
a	Aa	Aa	
a	Aa	Aa	

QUADRO 2			
		Alelos de Renata	
Alelos de Bernardo		A	a
a	Aa	aa	
a	Aa	aa	

183

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Ao trabalhar com heredogramas, comece com um cruzamento simples e faça alguns exemplos na lousa, para que os estudantes compreendam a estratégia para identificar genótipos.
- Apresente alguns exemplos de cruzamento para mostrar aos estudantes como funciona o cruzamento-teste.

ajustando-o. Novamente, todos os integrantes do grupo devem observar a lâmina e visualizar as células e os cromossomos.

- Em grupo, escolham a lâmina na qual a visualização das células e dos cromossomos está mais bem definida. Desenhe no caderno a imagem que você viu ao microscópio, indicando as células e os cromossomos.
- Compare seu desenho com o dos colegas e verifique se há diferenças no conteúdo observado.
- Troque ideias com os colegas, tentando compreender o que pode ter ocasionado essas diferenças.

Questões para discussão

1. Vocês observaram células de raiz de cebola se dividindo. Qual foi o tipo de divisão observado? Como vocês chegaram a essa conclusão?
2. Como vocês explicam o fato de as células de uma mesma preparação apresentarem cromossomos em posições e em formatos diferentes?

- O trabalho desenvolvido nesta seção propõe o uso de metodologias ativas para a compreensão dos mecanismos da determinação de genótipos e de fenótipos.
- Antes de realizar esta atividade com a turma, é importante retomar os conceitos de gene, alelo, homocigoto, heterocigoto, dominante, recessivo, genótipo e fenótipo.
- Para ajudar os estudantes a determinar os alelos de Pirila e de Blofeu, oriente-os a listar as quatro características de cada personagem. Depois, peça a eles que “traduzam” essas características em alelos, de acordo com as informações dadas no texto. Assim, ficará mais fácil realizar o passo 4 da etapa I.
- Se julgar relevante, caso a *Atividade complementar* sugerida na página 180 deste manual tenha sido realizada, sugira aos estudantes que recuperem os modelos feitos de massa de modelar, para que retomem o conceito de homocigoto e de heterocigoto.
- O teste possibilita reconhecer o padrão de distribuição de alelos, refletindo o pensamento computacional (identificação de padrões), em apoio ao componente curricular Matemática.
- Organize os estudantes em trios ou em pequenos grupos. Caso tenham um nível de conhecimento similar, mas habilidades diferentes, eles podem se ajudar ou avaliar um ao outro. Caso tenham níveis de conhecimentos diferentes, um deles pode assumir o papel de tutor e auxiliar os colegas.

DE OLHO NA BASE

A atividade desta seção desenvolve o processo cognitivo, o objeto de conhecimento e o modificador da habilidade **EF09CI08**. Em relação às competências, são promovidos aspectos das competências gerais **2** (exercitar a curiosidade e recorrer à abordagem própria das ciências) e **4** (utilizar diferentes linguagens), da competência específica **3** (explicar características e processos relativos ao mundo natural), das competências gerais **7** e específica **5** (argumentar com base em dados e informações confiáveis) e também das competências gerais **9** e específica **8** (exercitar a empatia, o diálogo, a cooperação e agir coletivamente com respeito, autonomia e flexibilidade).

Teste para entender a herança biológica

As características hereditárias estão contidas no DNA, localizado no interior do núcleo das células eucarióticas. Agora, você vai fazer um teste para simular a hereditariedade em dois seres imaginários que têm o DNA como material genético e verificar os genótipos e os fenótipos de duas gerações (pais e filhos).

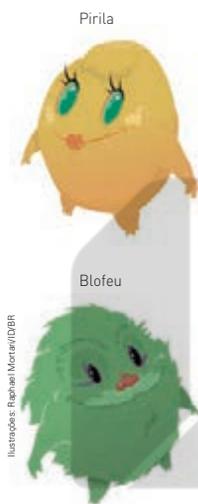
Material

- 16 bolas pequenas (podem ser de isopor)
- caneta hidrográfica
- lápis de cor
- caderno para anotações
- 2 sacos de pano ou de outro material não transparente para colocar as bolas de isopor (deverão caber 8 bolas em cada saco)

Como fazer

Etapa I – As personagens e suas características

- 1 Forme grupo com três colegas.
- 2 Conheçam as personagens Pirila e Blofeu. Ambos são seres de forma arredondada. Pirila tem a superfície do corpo lisa, é amarela, tem olhos verdes e lábios grossos. Já Blofeu tem o corpo eriçado, é verde, tem olhos pretos e lábios finos. As características dessas personagens são determinadas por genes que têm dois alelos, um dominante e um recessivo. Tanto Pirila quanto Blofeu são homocigotos para todas as características citadas.
- 3 Em relação à dominância, as características de Pirila e de Blofeu são:
 - características dominantes – corpo liso, cor verde, olhos pretos e lábios finos;
 - características recessivas – corpo eriçado, cor amarela, olhos verdes e lábios grossos.
- 4 Usem oito bolas para descrever os alelos de Blofeu e oito bolas para descrever os alelos de Pirila. Lembrem-se de nomear os alelos seguindo a convenção: em geral, o nome atribuído ao gene é a primeira letra da característica recessiva. Por exemplo, em relação à superfície do corpo, o fenótipo “lisa” é dominante, e o fenótipo “erizado” é recessivo – nesse caso, então, será utilizada a letra **e**.
- 5 Pirila tem a superfície lisa, e sabemos que ela é homocigota para essa característica; portanto, os alelos de Pirila para esse gene serão **EE**. Para descrever os alelos de Pirila para essa característica, escrevam **E** em uma bola e **E** em outra. Os alelos de Blofeu, que é eriçado, serão **ee**. Escrevam, portanto, **e** em uma bola e **e** em outra. Atribuem letras para as outras características de Blofeu e Pirila e escrevam-nas nas bolas.
- 6 Coloquem as bolas referentes aos alelos de Blofeu em um dos sacos e escrevam nele “Blofeu”. Faça o mesmo com as bolas que representam os alelos de Pirila, colocando-as no outro saco.



(IN)FORMAÇÃO

O lúdico na aprendizagem de Ciências

Assim como qualquer aprendizagem, o ato de aprender Ciências exige motivação. Uma das características das atividades lúdicas é a voluntariedade; a participação deve ser uma decisão voluntária, que prescindir de qualquer outra recompensa além da própria participação. [...] Quando não há a decisão voluntária de participar, qualquer atividade perde seu caráter lúdico, pois ninguém considera prazerosa uma atividade realizada à custa de algum tipo de coerção.

Além desse aspecto, autores que estudam as atividades lúdicas indicam outros pontos em comum às atividades com jogos: o prazer (ou desprazer); o “não sério”, a existência de regras (implícitas ou explícitas); a relevância do processo de brincar (o caráter improdutivo); a incerteza de

seus resultados; a não literalidade ou representação da realidade; a imaginação e a contextualização no tempo e no espaço.

[...]

A dimensão educativa surge quando as situações lúdicas são intencionalmente criadas visando estimular certos tipos de aprendizagem.

No campo da didática das Ciências, é especialmente valorizada a aprendizagem de conteúdos conceituais, entendida como um processo de atribuição de significados (autores) a novos objetos de conhecimento. As atividades lúdicas podem promover situações em que os atores sociais estabelecem um relacionamento de simbolização/interpretação ou representação de um objeto de conhecimento, e essas representações tomam o lugar do objeto conferindo-lhe significações [...].

PARA CONCLUIR

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

- No processo de meiose, os pares de cromossomos se separam, ou seja, os alelos de um mesmo gene se separam, ficando uma única cópia em cada gameta.
- E e e** serão os alelos para a característica forma do corpo; **A e a** serão os alelos para a característica cor do corpo; **V e v** serão os alelos para a característica cor dos olhos; **G e g** serão os alelos para a grossura dos lábios.

Indivíduo	Genótipo	Fenótipo
Pirila	EE, aa, vv, gg	Lisa, amarela, olhos verdes e lábios grossos.
Blofeu	ee, AA, VV, GG	Eriçado, verde, olhos pretos e lábios finos.
Filho 1	Dependerá do sorteio.	Dependerá do sorteio.
Filho 2	Dependerá do sorteio.	Dependerá do sorteio.
Filho 3	Dependerá do sorteio.	Dependerá do sorteio.
Filho 4	Dependerá do sorteio.	Dependerá do sorteio.
Filho 5	Dependerá do sorteio.	Dependerá do sorteio.

- Espera-se uma grande variedade de fenótipos. As famílias são diferentes, pois as combinações possíveis das características estudadas são variadas.

Etapa II – Testando a herança biológica

Imaginem que Pirila e Blofeu se apaixonaram e vão ter filhos! Na espécie à qual Pirila e Blofeu pertencem, em cada gestação, são gerados, aproximadamente, cinco filhos ao mesmo tempo. Mas como serão as características deles?

- Sorteiem as bolas com os alelos de Blofeu e de Pirila. Como há dois alelos para cada característica em cada saco, vale o primeiro alelo sorteado para uma característica (ou seja, se a próxima bola retirada for um alelo para a mesma característica já sorteada, considerem apenas a primeira e desprezem a segunda – não é preciso recolocá-la no saco).
- Realizem os sorteios até que as duplas de alelos para as quatro características do primeiro filho estejam definidas.
- Anotem os resultados no caderno e, então, devolvam as bolas para os respectivos sacos. Repitam os sorteios até que todas as características dos cinco filhos estejam definidas.



Raphele Moraes/DBR

Para concluir

Responda sempre no caderno.

2. Os gametas de Pirila são: E, a, v, g; os gametas de Blofeu são: e, A, V, G.

- O sorteio dos alelos para a formação dos gametas representa qual tipo de divisão celular? Justifique. **Meiose.**
- Das características estudadas, como são os gametas de Pirila? E os gametas de Blofeu?
- No caderno, copie este quadro e preencha-o com o genótipo e o fenótipo de cada indivíduo. **Veja resposta em Respostas e comentários.**
- Em grupo, desenhem Pirila, Blofeu e seus filhos ao lado de um heredograma da família. Pendurem o desenho no mural da classe e o comparem com os desenhos dos outros grupos. As famílias foram representadas da mesma forma? **Desenho dos estudantes.**

Indivíduo	Genótipo	Fenótipo
Pirila	|||||	|||||
Blofeu	|||||	|||||
Filho 1	|||||	|||||
Filho 2	|||||	|||||
Filho 3	|||||	|||||
Filho 4	|||||	|||||
Filho 5	|||||	|||||

Outros aspectos ainda podem ser destacados na consideração do emprego pedagógico das atividades lúdicas [...], a socialização decorrente das interações promovidas pela situação simulada, o desenvolvimento da sensibilidade, da estima e da cooperação, assim como o desenvolvimento da personalidade e a busca por soluções criativas são aspectos considerados relevantes para o emprego pedagógico do jogo [...].

TRIVELATO, Sílvia F.; SILVA, Rosana L. F. *Ensino de Ciências*. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 116-117.

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

- Espera-se que os estudantes levem em consideração que outros fatores podem influenciar na determinação de nossas características físicas; por exemplo: a exposição ao sol pode modificar a coloração da pele; hábitos alimentares podem colaborar para o desenvolvimento de um corpo mais robusto ou menos robusto.
- Essa questão é interessante para averiguar se os estudantes conseguem identificar na imagem as estruturas indicadas. Essa identificação é importante para a compreensão desse conteúdo.
- Genes são trechos do DNA que contêm informações para uma característica. Em geral, os genes apresentam duas ou mais formas, denominadas alelos.
- Compreender o conceito de cromossomo é um pré-requisito essencial para a compreensão desse conteúdo.
- Aproveite para esclarecer esse ponto, caso os estudantes tenham dúvidas.
- A análise de heredogramas será utilizada em grande parte do estudo de genética; por isso, é importante que os estudantes saibam interpretá-los.
- Neste momento, é oportuno relembrar aos estudantes o conceito de cariótipo.
- É por meio da meiose que ocorre a formação dos gametas – cada célula reprodutora carrega metade da informação genética do organismo que a gerou. Assim, quando ocorre a fecundação, um novo organismo se forma com um conjunto completo de cromossomos.
 - A mitose é um processo relacionado ao crescimento e à regeneração dos tecidos e, por isso, pode ocorrer ao longo de toda a vida do indivíduo.
- Exemplos de características hereditárias: cor dos olhos e da pele, textura do cabelo, estatura e daltonismo. Exemplos de características não hereditárias: temperamento, caráter e dedicação. Comente com os estudantes que a ciência ainda sabe pouco sobre quanto os genes influenciam ou determinam nosso comportamento.

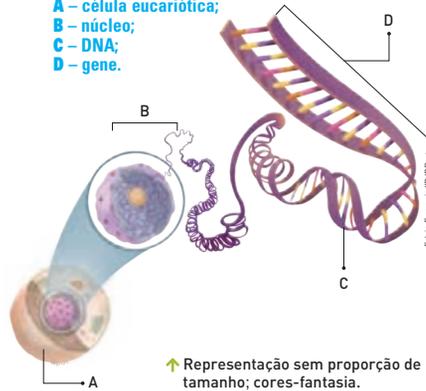
ATIVIDADES

Responda sempre no caderno.

- Um estudante fez a seguinte afirmação: “A determinação de nossas características físicas é condicionada por fatores genéticos”.
 - Você concorda com essa afirmação? Justifique sua resposta. **Respostas pessoais.**

- No caderno, identifique as partes especificadas por letras no esquema a seguir.

A – célula eucariótica;
B – núcleo;
C – DNA;
D – gene.



- O que são genes? E o que são alelos? **Veja respostas em Respostas e comentários.**
- A foto a seguir mostra dois cromossomos homólogos.



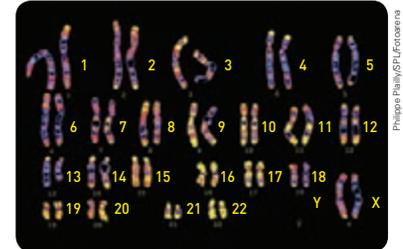
↑ Cromossomos homólogos. Cada cromossomo encontra-se duplicado. Foto ao microscópio eletrônico, imagem colorizada, aumento de cerca de 6 900 vezes.

- O que é cromossomo homólogo? **É cada um dos cromossomos de um par.**
 - De que são formados os cromossomos? **De DNA e proteínas.**
- Uma pessoa pode ser, ao mesmo tempo, homocigota e heterocigota? Justifique. **Sim. Uma pessoa pode ser homocigota para um gene e heterocigota para outro.**

- Observe novamente o heredograma da família de Renata, apresentado anteriormente no tópico “Cruzamentos”.

- Se Mariana e Jéferson tiverem outros filhos, qual será o genótipo deles para a presença de cabelo do tipo bico de viúva? E qual será o fenótipo? **Sempre Aa, com bico de viúva.**
- Se Renata e Bernardo tiverem outros filhos, como poderá ser o tipo de cabelo deles? **Poderá ser Aa (com bico de viúva) ou aa (sem bico de viúva).**

- Observe a foto a seguir. **de viúva).**



↑ Foto ao microscópio de luz, uso de corantes.

- O que a foto representa? **Um cariótipo humano.**
 - O que são as estruturas mostradas na foto? **Pares de cromossomos homólogos.**
- Sobre a divisão celular, faça o que se pede.
 - Relacione a meiose à reprodução humana, destacando a importância desse processo para a transmissão das características hereditárias. **Veja resposta em Respostas e comentários.**
 - A mitose ocorre em todas as fases de vida de uma pessoa – na infância, na adolescência, na vida adulta e na velhice. Por quê? **Veja resposta em Respostas e comentários.**
 - Leia o texto a seguir e faça o que se pede.

Algumas de nossas características são hereditárias, ou seja, transmitidas dos nossos pais para nós por meio do material genético. Outras características não são hereditárias, mas também contribuem para nos tornar o que somos.

- No caderno, monte uma lista com algumas características que você acredita serem hereditárias e outra com características que, em sua opinião, não são hereditárias, mas que também formam nossa identidade. Compartilhe sua lista e discuta com os colegas sobre elas. **Resposta pessoal.**

186

ESTRATÉGIAS DE APOIO

As atividades desta seção podem ser utilizadas para realizar uma avaliação reguladora. Aos estudantes que apresentarem dificuldade no aprendizado, proponha que trabalhem em duplas na elaboração de um mapa conceitual do conteúdo estudado neste capítulo. Para complementar os conceitos apresentados, sugira outras fontes de pesquisa, além do próprio livro didático.

DE OLHO NA BASE

Neste momento, é promovida a habilidade **EF09CI08**, em especial nas atividades **1, 3, 5, 6, 8 e 9** – a atividade **8**, especificamente, trabalha o processo cognitivo, o objeto de conhecimento e o modificador dessa habilidade. Também são desenvolvidas as competências específicas **2 e 3**.

*Resposta variável. A metodologia científica é um dos fatores de confiabilidade da ciência, possibilitando, por exemplo, que validações e/ou refutações de estudos científicos possam ser conduzidas por diferentes grupos de pesquisa em diferentes locais.

CARACTERÍSTICAS QUE PASSAM DE PAIS PARA FILHOS

Há muito tempo, a humanidade já buscava explicações para a herança das características de geração a geração. O filósofo grego Hipócrates (460 a.C.-370 a.C.) foi um dos primeiros a propor uma teoria, a pangênese, em que sugeria que todas as partes do corpo dos indivíduos produziriam partículas que seriam transmitidas para a descendência na concepção. Essas partículas guiarão a formação dos órgãos dos quais se originariam o novo indivíduo.

No século XVII, a invenção do microscópio possibilitou a observação de estruturas do corpo invisíveis a olho nu. Observações do esperma de animais revelaram a presença de pequenas estruturas com cauda que se movimentavam: os espermatozoides. Foi, então, sugerido que os gametas (espermatozoides e ovócitos, nos animais) seriam as ligações físicas entre as gerações, participando da formação dos novos indivíduos.

A partir do século XVIII, diversos experimentos contribuíram para a identificação de que os fatores hereditários estavam contidos nos gametas.

PARA COMEÇAR

*O monge austríaco Gregor Mendel foi um dos primeiros a aplicar procedimentos científicos em estudos sobre a hereditariedade. Qual é a importância dos procedimentos científicos no estudo da natureza?**

↓ **Membros de uma mesma família compartilham mais semelhanças do que dois indivíduos escolhidos ao acaso em uma população. Isso se deve à transmissão das características hereditárias na reprodução.**



187

DE OLHO NA BASE

O conteúdo desta página promove a habilidade **EF09CI09** e desenvolve as competências geral **1** e específicas **1** (valorizar os conhecimentos historicamente construídos e compreender o conhecimento científico como empreendimento humano), **2** e **3** (compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza e fenômenos e processos do mundo natural).

HABILIDADES DESENVOLVIDAS NO CAPÍTULO

(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.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Aproveite a pergunta de abertura do capítulo para verificar o conhecimento dos estudantes sobre o papel das técnicas e dos procedimentos em ciências. Busque contextualizar o ambiente social, histórico e científico no qual Mendel estava inserido.
- Você pode propor a leitura de textos sobre o assunto acompanhada de discussão. No material indicado no box *Outras fontes* na página 191 deste manual, é possível encontrar textos e propostas de atividades para analisar o assunto no contexto dos trabalhos de Mendel.
- Problematize a foto desta página, questionando os estudantes se, apenas observando as características físicas das pessoas, é possível afirmar que são da mesma família. Aproveite para retomar os conceitos de fenótipo e de genótipo. Procure observar as respostas dos estudantes, como forma de realizar uma avaliação inicial.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

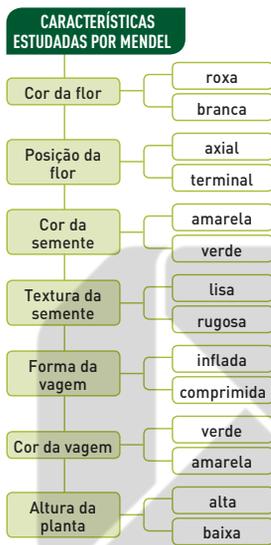
- Peça aos estudantes que leiam o texto introdutório sobre os experimentos de Mendel. Depois, solicite a eles que identifiquem e descrevam as características das ervilhas. Aproveite o momento para questioná-los: “Por que Mendel escolheu esse tipo de ervilha para desenvolver suas pesquisas? Que características tornavam essas ervilhas um bom modelo de estudo da hereditariedade?”.
- Discuta com a turma as características escolhidas para serem estudadas por Mendel, desde o modo de polinizar as plantas até a análise dos resultados obtidos. Ressalte que o que torna o trabalho de Mendel relevante não são apenas os resultados obtidos, mas, sobretudo, a forma como ele conduziu os experimentos e analisou os resultados.

DE OLHO NA BASE

Nas páginas 188 e 189, inicia-se o desenvolvimento da habilidade **EF09CI09** (discutir as ideias de Mendel sobre a hereditariedade). Também são promovidas a competência geral **1** (valorizar os conhecimentos historicamente construídos) e as competências específicas **1, 2 e 3** (compreender as Ciências da Natureza como empreendimento humano, compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza e fenômenos e processos relativos ao mundo natural e dominar procedimentos da investigação científica).



↑ Retrato do monge Gregor Mendel, 1860. Ele realizou seus experimentos no jardim do mosteiro em que vivia em Brno, na atual República Tcheca.



OS EXPERIMENTOS DE MENDEL

No século XIX, o monge austríaco Gregor Mendel (1822-1884) realizou uma série de experimentos de cruzamentos com plantas que contribuíram de maneira significativa para o desenvolvimento da genética. Mendel desenvolveu suas pesquisas com ervilhas-de-cheiro (*Pisum sativum*) porque elas apresentam características favoráveis aos experimentos de cruzamento: elas são pequenas; fáceis de cultivar; têm ciclo de vida curto; cada flor apresenta órgãos reprodutivos masculinos e femininos, que ficam protegidos por pétalas modificadas, favorecendo a **autofecundação**, ou seja, a fecundação entre gametas da mesma flor; têm grande número de variedades, de fácil distinção; entre outras. Em suas pesquisas, Mendel estudou sete características com variedades distintas (veja o esquema a seguir).

CRUZAMENTO PARENTAL

Em seus experimentos, Mendel observava uma característica por vez, como a cor da flor. Para iniciar seus estudos, Mendel selecionou plantas que considerava **puras** para uma determinada característica, ou seja, plantas que por autofecundação produziam apenas descendentes com essa mesma característica. Por exemplo: plantas de ervilha de flor roxa, cujos descendentes eram todos de cor roxa; plantas de ervilha de flor branca, cujos descendentes eram todos de cor branca. Essas plantas constituíam a chamada **geração parental** (ou **geração P**).

Mendel, então, promovia a fecundação cruzada entre plantas puras de variedades diferentes. Assim, o pólen de uma planta pura de flores brancas era aplicado no sistema reprodutor feminino de uma planta pura de flores roxas e vice-versa. Os descendentes desse cruzamento constituíam a **geração F1**, ou **primeira geração híbrida**.

Mendel observou que, para as características que testou, todos os indivíduos da geração F1 apresentavam sempre a variedade de apenas um dos pais, ou progenitores. No caso do cruzamento entre plantas com cores diferentes da flor, todos os indivíduos da geração F1 apresentavam flores roxas.

Esquema de um cruzamento realizado por Mendel entre uma planta pura de flor roxa e uma planta pura de flor branca. Mendel removia previamente as extremidades dos órgãos masculinos das flores de uma planta (nesse caso, a de flor roxa), impedindo que elas produzissem pólen e, portanto, se autofecundassem. (Representações sem proporção de tamanho; cores-fantasia.)

Fontes de pesquisa: Anthony J. F. Griffiths e outros. *Introduction to genetic analysis* (tradução nossa: Introdução à análise genética). 8. ed. New York: W. H. Freeman, 2005. p. 31; Jané B. Reece e outros. *Biologia de Campbell*. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015. p. 268 e 271.



188

(IN)FORMAÇÃO

Antes de Mendel: Joseph Koelreuter e as pesquisas de hibridização de plantas

A contribuição de Gregor Mendel (1822-1884) para os estudos da hereditariedade é bastante conhecida. No entanto, ainda que o tema já tenha sido muito discutido entre historiadores da genética, é menos difundida a inserção de Mendel na tradição de trabalhos de hibridização de plantas, realizados nos séculos XVIII e XIX.

[...]

O interesse de estudiosos do início do século XVIII pela formação de híbridos em plantas foi movido, em parte, pelo estabelecimento da reprodução sexual nesse grupo de seres vivos. É bastante conhecido o fato de que, em 1735, no seu *Systema naturae*, Carl von Linné (1707-1778)

tinha proposto o sistema de classificação de plantas com base nos órgãos sexuais. A aceitação desse tipo de reprodução em vegetais foi objeto de longa discussão, que não apenas antecedeu, mas se seguiu a essa e outras publicações de Linné [...].

Evidências experimentais esclarecendo a reprodução sexual das plantas haviam sido publicadas pelo professor e diretor do Jardim Botânico de Tubingen, Alemanha, Rudolf Jacob Camerarius (1665-1721) quase quatro décadas antes, em 1694 [...].

[...] O próprio Linné, em *Fundamenta botanica* (Fundamentos botânicos), de 1736, sustentava a existência de sexo nas plantas com base apenas em observações anatômicas, conjecturas teóricas e analogia com os animais.

[...]

A reprodução sexual de plantas dividiu os botânicos em diferentes tipos de investigação. Uns procuravam estabelecer se o pólen era necessário à formação das sementes, confirmando a existência da reprodução sexual; outros, tomando-a por certa, dedicavam-se a estabelecer o modo pelo qual o pólen fecundava o óvulo. Neste segundo grupo, estavam os estudos de Joseph Gottlieb Koelreuter.

[...]

[Koelreuter] descreveu os resultados obtidos em um pequeno livro [...] relatando nada menos que 65 experimentos de hibridização e investigações sobre o mecanismo de polinização e fertilização. Entre 1761 e 1766, publicou novos artigos em que a soma de experimentos realizados subiu para 500 hibridizações de diferentes plantas, envolvendo 138 espécies. [...]

CRUZAMENTOS E RESULTADOS

Após realizar a fecundação entre indivíduos da geração parental, Mendel permitia a autofecundação dos indivíduos da geração F1, ou seja, dos híbridos. A descendência obtida nesse cruzamento correspondia à **geração F2**. Ele observou que a variedade parental que não aparecia em F1 (no exemplo, as flores brancas) ressurgia na geração F2.

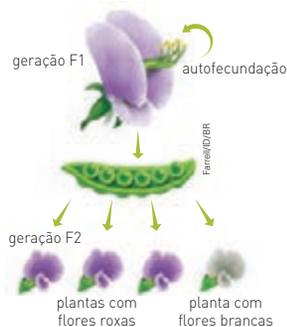
Em cada cruzamento, Mendel contou os indivíduos produzidos que exibiam cada variedade. Ele observou que a geração F2 apresentava uma proporção aproximada de 3 indivíduos da mesma variedade da geração F1 para 1 indivíduo da outra variedade. Considerando a cor da flor, eram encontradas em F2 cerca de três plantas com flores roxas para cada planta com flores brancas. Assim, Mendel propôs que, nesse tipo de cruzamento, a proporção esperada para as variedades na geração F2 seria sempre de **3 : 1** (lê-se “três para um”).

PRIMEIRA LEI DE MENDEL

Para explicar seus resultados, Mendel propôs que as ervilhas apresentavam **fatores hereditários** (atualmente denominados genes) que passariam dos progenitores para os filhos e seriam responsáveis pelas características dos indivíduos. Os fatores conteriam informações sobre as características, e não as próprias características. Mendel referiu-se às variedades que se manifestam na geração F1 como dominantes e às variedades que reaparecem na geração F2 como recessivas.

Mendel propôs que as características eram determinadas por fatores que aparecem aos pares, e cada membro do par é herdado de um dos progenitores. Ele supôs que os pares de fatores se separariam (ou segregariam) na formação dos gametas, e cada gameta carregaria apenas um fator. Esses princípios compõem a **lei da segregação dos fatores**, que também ficou conhecida como **primeira lei de Mendel**.

Hoje em dia, sabe-se que a primeira lei de Mendel é observada somente em alguns casos. Ela não explica, por exemplo, a transmissão de características condicionadas por mais de um par de fatores, como a cor da pele nos seres humanos.



↑ Da autofecundação da geração F1 surgem, na geração F2, tanto plantas com flores roxas quanto plantas com flores brancas. (Representações sem proporção de tamanho; cores-fantasia.)

Fonte de pesquisa: Jane B. Reece e outros. *Biologia de Campbell*. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015. p. 271.

RESULTADOS OBTIDOS PARA AS CARACTERÍSTICAS DA ERVILHA, ESTUDADAS POR MENDEL				
Características	Traço dominante	Traço recessivo	F2	Proporção
Cor da flor	roxa	branca	705 : 224	3,15 : 1
Posição da flor	axial	terminal	651 : 207	3,14 : 1
Cor da semente	amarela	verde	6 022 : 2 001	3,01 : 1
Textura da semente	lisa	rugosa	5 474 : 1 850	2,96 : 1
Forma da vagem	inflada	comprimida	882 : 299	2,95 : 1
Cor da vagem	verde	amarela	428 : 152	2,82 : 1
Altura da planta	alta	baixa	787 : 277	2,84 : 1

↑ A tabela mostra as sete características da ervilha estudadas por Mendel. Note que em todos os casos a proporção em F2 se aproxima de 3 : 1. (Representações sem proporção de tamanho; cores-fantasia.)

Fontes de pesquisa: Jane B. Reece e outros. *Biologia de Campbell*. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015. p. 270; Anthony J. F. Griffiths e outros. *Introdução à genética*. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013. p. 29.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Explique aos estudantes que os conceitos de dominante e de recessivo foram elaborados por Mendel com base nos resultados de seus experimentos. Porém, esses conceitos sofreram ajustes e alterações devido a descobertas e certas análises genéticas em que eles não são aplicáveis. Aproveite a situação para discutir que essas mudanças fazem parte do fazer científico; portanto, os conceitos podem se adequar às novas descobertas científicas.
- Oriente os estudantes a explorar a tabela desta página do Livro do Estudante e a observar com atenção os cruzamentos feitos por Mendel e os resultados que ele obteve. Se julgar oportuno, proponha a eles que escrevam os genótipos de cada planta, para cada uma das características analisadas, a fim de reforçar os conceitos de genótipo e de fenótipo.
- Problematicize a abrangência do modelo de herança descrito pela primeira lei de Mendel, perguntando aos estudantes: “Vocês acham que esse modelo de herança vale para todas as características? Que características vocês acreditam que não se enquadram nesse modelo de herança?”

[...]

[...] Koelreuter ainda comparou o forte contraste entre as duas gerações híbridas obtidas: as plantas obtidas pelo cruzamento de duas espécies distintas (híbridos F1) eram muito semelhantes entre si, manifestando na maioria de seus caracteres aspecto intermediário entre as duas espécies originais. Por sua vez, do cruzamento desses primeiros híbridos com uma das espécies originais nasceram plantas (híbridos F2) bem diferentes entre si, que se pareciam mais com uma ou com outra das espécies originais do que com os híbridos dos quais eram originários.

Mais tarde, e em contraste a Mendel que procurava explicar esse contraste entre as duas gerações em termos citológicos e estatísticos,

Koelreuter adotou uma perspectiva teológica e fez analogias alquímicas. [...]

Em alguns casos, Koelreuter ainda encontrou que os híbridos F2 eram comumente de três tipos: os que se pareciam com as espécies avós, os que se pareciam com os pais F1 e os parecidos com as espécies avós. Em termos gerais, pode-se dizer que Koelreuter reconheceu, em termos qualitativos, as três classes de segregação que, mais tarde, Mendel encontrou na proporção 1 : 2 : 1 [...].

[...]

PRESTES, Maria Elice de Brzezinski; MARTINS, Lillian Al-Chueyr Pereira. Antes de Mendel: Joseph Koelreuter e as pesquisas de hibridização de plantas. *Revista Genética na Escola*, v. 11, n. 2, 2016. Suplemento. Disponível em: https://www.geneticanaescola.com/_files/ugd/b703be_05eb696e7d6a4317afd5cbe205f0e5d0.pdf.

Acesso em: 2 fev. 2022.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Oriente os estudantes a observar o esquema das flores de ervilha desta página do Livro do Estudante. Analise com eles os cruzamentos-teste e peça que indiquem a combinação de genótipos dominantes e recessivos e os indivíduos homocigotos e heterocigotos.

DE OLHO NA BASE

Nas páginas 190 e 191, são trabalhados o processo cognitivo, o objeto de conhecimento e o modificador da habilidade **EF09CI09**. Em relação às competências, são desenvolvidas as competências gerais **4** (utilizar conhecimentos da linguagem científica) e específicas **2** e **3**.

GAMETAS

		GAMETAS	
		B	b
GAMETAS	B		
	b		

AMU Stuehli/IBER

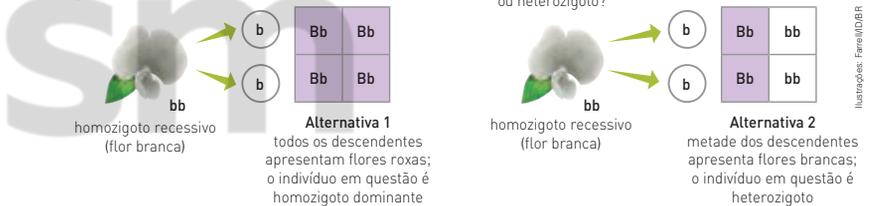
B	b	B	b
B		B	bb
b		b	bb

B	b	B	b
B		B	Bb
b		b	Bb

↑ Para se chegar ao quadro, aplicam-se na primeira linha e na primeira coluna os fatores que podem estar presentes nos gametas de cada progenitor. Os quadros centrais são preenchidos com as possíveis combinações de fatores na descendência, resultantes do encontro desses gametas.

↓ Esquema dos resultados possíveis em cruzamentos-teste com uma planta de ervilha com flores roxas. (Representações sem proporção de tamanho; cores-fantasia.)

Fonte de pesquisa: Jane B. Reece e outros. *Biologia de Campbell*. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015. p. 273.



ANALISANDO CRUZAMENTOS

É possível rever os cruzamentos de F1 realizados por Mendel com plantas de ervilhas, utilizando o que já vimos nesta unidade. Vamos continuar utilizando como exemplo a característica cor da flor: roxa ou branca.

A descendência esperada do cruzamento pode ser visualizada no quadro desta página, de estrutura similar ao que você viu no capítulo 1 – nesse caso, os possíveis fatores dos gametas da geração F1 são representados nas laterais do quadrado e a descendência é calculada pelo cruzamento entre eles.

O fator para flor roxa pode ser representado por **B** e, para flor branca, por **b**. Ao propor que cada indivíduo apresenta um par de fatores para cada característica, Mendel destacou que esses fatores poderiam ser iguais ou diferentes. Indivíduos que apresentam dois tipos de fatores para uma característica, como os indivíduos **Bb**, são heterocigotos. Indivíduos com dois fatores iguais (**BB** ou **bb**) são homocigotos.

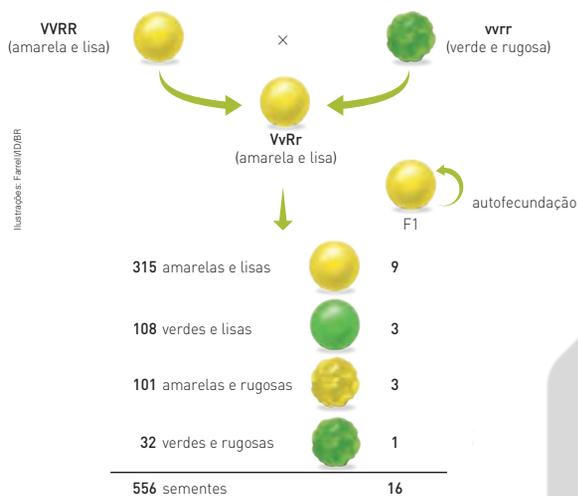
Assim, todos os indivíduos que expressam a característica recessiva, como as plantas de flores brancas, são homocigotos, apresentando dois fatores da variedade recessiva (**bb**). Já os indivíduos que expressam a característica dominante, como uma planta de flor roxa, podem ser tanto homocigotos e apresentar os dois fatores da variedade dominante (**BB**) como heterocigotos e apresentar um fator de cada tipo (**Bb**).

CRUZAMENTO-TESTE

Para testar se um indivíduo com característica dominante é heterocigoto ou homocigoto, Mendel desenvolveu o **cruzamento-teste**. Nele, o indivíduo com a característica dominante é cruzado com um indivíduo com característica recessiva. Se todos os descendentes desse cruzamento apresentarem a característica dominante, o indivíduo é homocigoto; se o cruzamento resultar em descendentes com a característica dominante e descendentes com a característica recessiva, o indivíduo é heterocigoto.

SEGUNDA LEI DE MENDEL

Mendel também realizou cruzamentos analisando duas características simultaneamente. Por exemplo, em um mesmo experimento ele considerou a cor e o aspecto da semente de ervilha. Inicialmente, Mendel cruzou plantas puras para as duas características em questão, obtendo na geração F1 apenas sementes lisas e amarelas. Na autofecundação da geração F1 foram formados quatro tipos de fenótipo: dois iguais à geração parental (sementes amarelas e lisas; sementes verdes e rugosas) e dois novos (sementes amarelas e rugosas; sementes verdes e lisas). Mendel analisou matematicamente esses resultados e observou que a proporção das variedades se aproximava de **9 : 3 : 3 : 1**. Essa mesma proporção foi observada para todos os pares de características que ele estudou.



Note que, se considerarmos apenas uma das características, a proporção de 3 para 1 se mantém. Por exemplo, no cruzamento representado no esquema, se analisarmos apenas a cor da semente, temos uma proporção aproximada de 3 amarelas para 1 verde.

A partir desses experimentos, Mendel concluiu que os pares de fatores de características diferentes se segregam de modo independente na formação dos gametas, o que ficou conhecido como a **segunda lei de Mendel** ou **lei da segregação independente**. Assim, na formação de gametas de um indivíduo da geração F1 do exemplo anterior, o fator **R** pode ir para um gameta com o fator **V** ou para um com o fator **v**. Portanto, na formação dos gametas, a separação dos fatores para a cor da semente é independente da separação dos fatores para o aspecto da semente.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Caso julgue oportuno, peça aos estudantes que calculem a proporção de genótipos formados no cruzamento entre dois indivíduos heterozigotos para duas características. Se for necessário, auxilie-os nisso. Incentive-os a propor estratégias para resolver o problema e, então, apresente a segunda lei de Mendel.

OUTRAS FONTES

Revista *Genética na Escola*, v. 11, n. 2, 2016. Suplemento. Disponível em: https://www.geneticanaescola.com/_files/ugd/b703be_05eb696e7d6a4317afd5cbe205f0e5d0.pdf. Acesso em: 2 fev. 2022.

A edição especial em comemoração aos 150 anos da genética mendeliana traz uma série de textos abordando os trabalhos de Mendel e sua importância para o desenvolvimento da genética, além de propostas de atividades práticas.

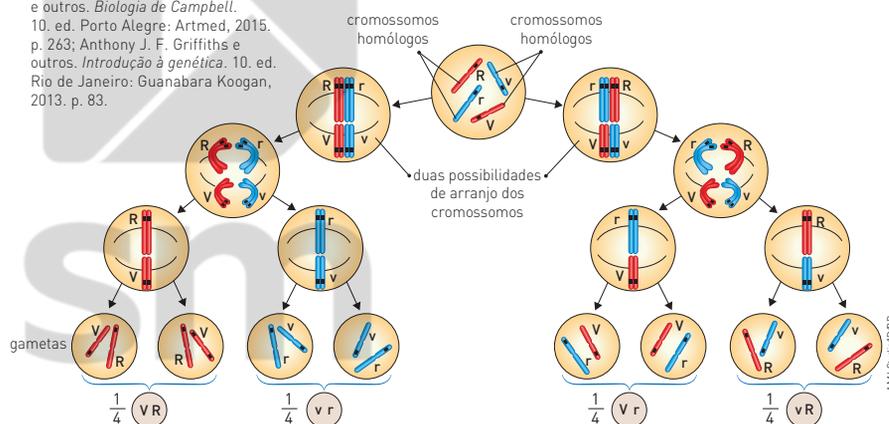
ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Se julgar oportuno, realize a *Atividade complementar* sugerida nesta página do manual para trabalhar a segregação dos cromossomos. Considere associar os cromossomos aos alelos de características abordadas na unidade (por exemplo, a cor da flor da planta de ervilha ou o aspecto da semente das ervilhas), de modo a facilitar o entendimento dos estudantes sobre a relação entre a meiose e a hereditariedade.

célula diploide: célula que tem pares de cromossomos homólogos; já as células que têm apenas um lote de cromossomos, sendo um de cada tipo, são haploides – os gametas são células haploides.

↓ Esquema da relação entre a segregação dos fatores hereditários de Mendel e a segregação dos cromossomos homólogos na formação dos gametas na meiose. Note que os fatores para a cor (V, amarela; v, verde) e a forma da ervilha (R, lisa; r, rugosa) localizam-se em cromossomos diferentes. (Representações sem proporção de tamanho; cores-fantasia.)

Fontes de pesquisa: Jane B. Reece e outros. *Biologia de Campbell*. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015. p. 263; Anthony J. F. Griffiths e outros. *Introdução à genética*. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013. p. 83.



192

SEGREGAÇÃO DOS CROMOSSOMOS

À época, os resultados de Mendel provocaram pouco impacto na comunidade científica, provavelmente por terem sido publicados em uma revista pouco conceituada. Contudo, no final do século XIX, com os avanços dos conhecimentos sobre as células e os cromossomos e com a descoberta dos trabalhos de Mendel por cientistas que estudavam a hereditariedade, percebeu-se a semelhança entre a segregação dos fatores de Mendel e a separação dos cromossomos na meiose durante a formação dos gametas. Assim, foi sugerido que os fatores hereditários de Mendel estariam localizados nos cromossomos, que corresponderiam à base física da hereditariedade.

Os fatores das características estudadas por Mendel localizavam-se em pares diferentes de cromossomos homólogos, e, por isso, eles se segregavam de forma independente. Genes localizados no mesmo cromossomo têm maior probabilidade de se segregarem juntos.

Atualmente, sabe-se que cada cromossomo é composto de uma molécula de DNA, o material genético da célula, associada a proteínas. As regiões do cromossomo que apresentam informações para as características hereditárias são chamadas de genes, e suas variedades, de alelos.

Nas células diploides, como as células que formam o nosso corpo e as que dão origem aos gametas, os cromossomos apresentam-se em pares de cromossomos homólogos, que têm a mesma sequência de genes, tamanho e forma. Durante a formação dos gametas, esses cromossomos se separam e cada gameta recebe apenas um cromossomo de cada par de homólogos, assim como foi sugerido por Mendel para os fatores hereditários.

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

SEGREGAÇÃO DOS CROMOSSOMOS EM STOP MOTION

Para estudar a segregação dos cromossomos durante a meiose, pode ser interessante trabalhar com um modelo de meiose utilizando cromossomos feitos de massa de modelar.

Material

- massa de modelar de diferentes cores
- aparelho celular com aplicativo de animação *stop motion*

Como fazer

1. Organize os estudantes em trios. Cada trio deve receber pelos menos duas cores de massa de modelar.
2. Peça aos estudantes que utilizem a massa de modelar para criar dois pares de cromossomos.

3. Os trios devem simular as fases da meiose com os cromossomos produzidos e registrar as etapas com o aparelho de celular.
4. Com o uso de um aplicativo específico, cada grupo deve criar uma animação *stop motion* da meiose, que mostre a segregação independente dos cromossomos.
5. As animações devem ser apresentadas em sala de aula e, depois, caso julgue coerente, podem ser disponibilizadas em plataformas de compartilhamento de vídeos.

OUTROS PADRÕES DE HEREDITARIEDADE

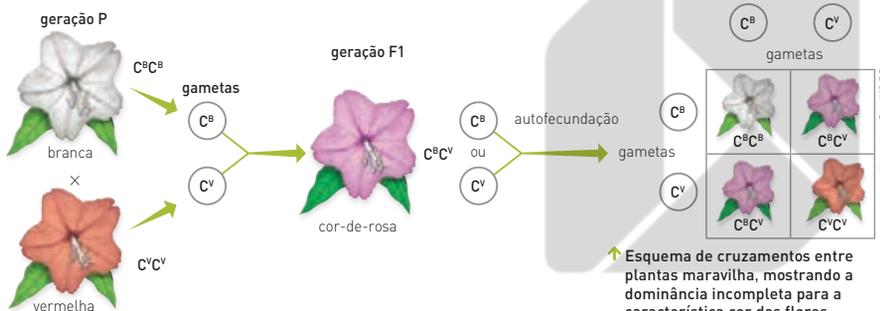
Algumas características podem apresentar padrões de herança mais complexos do que os descritos por Mendel. A seguir, você vai conhecer alguns desses casos.

RELAÇÕES DE DOMINÂNCIA

As características estudadas por Mendel nas ervilhas apresentam somente dois fenótipos. A cor da flor, por exemplo, pode ser roxa ou branca. Essa característica é determinada por apenas um par de alelos, e a presença do alelo dominante (no homocigoto ou no heterocigoto) determina um dos fenótipos; o duplo recessivo condiciona o outro. Esse tipo de herança está ligada à **dominância completa** de um alelo sobre outro.

Em alguns casos, no entanto, nenhum dos alelos apresenta dominância completa, e o heterocigoto apresenta uma terceira característica. Isso é chamado **dominância incompleta**, a qual ocorre, por exemplo, na herança da cor da flor da espécie *Mirabilis jalapa*, conhecida como maravilha. Indivíduos homocigotos com dois alelos para a cor vermelha apresentam flores vermelhas; indivíduos homocigotos que apresentam dois alelos para a cor branca apresentam flores brancas; indivíduos heterocigotos apresentam flores cor-de-rosa, coloração intermediária.

Nesse tipo de herança, a proporção esperada para os descendentes do cruzamento entre dois indivíduos heterocigotos é de 1 vermelha : 2 cor-de-rosa : 1 branca, uma variação da proporção 3 : 1 proposta por Mendel.



↑ Variedades de cores em flores da planta maravilha (*Mirabilis jalapa*).

↑ Esquema de cruzamentos entre plantas maravilha, mostrando a dominância incompleta para a característica cor das flores. Os genes são representados pela mesma letra maiúscula (C) acompanhada de uma letra sobrescrita, que caracteriza cada alelo (B ou V). (Representações sem proporção de tamanho; cores-fantasia.)

Fonte de pesquisa: Jane B. Reece e outros. *Biologia de Campbell*. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015. p. 277.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Se for possível, apresente aos estudantes outros casos/outras características com padrões de herança não mendelianos. Peça a eles que tentem elaborar hipóteses para explicar os padrões de herança apresentados.
- Verifique se os estudantes compreenderam a nomenclatura dos alelos indicada na legenda do esquema dos cruzamentos entre plantas maravilha.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Promova uma discussão com a turma sobre os tipos sanguíneos. A fim de instigar a curiosidade dos estudantes pelo assunto, caso julgue oportuno, pergunte se conhecem o tipo sanguíneo deles. Aproveite para problematizar o tema perguntando se acreditam que existe alguma relação entre o tipo de sangue e a genética – e, caso respondam que existe, peça-lhes que procurem explicar essa relação.
- Peça aos estudantes que expliquem e infiram as possibilidades de transfusões sanguíneas entre os diferentes grupos sanguíneos. Se for necessário, conduza com eles a elaboração de um diagrama de transfusão sanguínea na lousa.

DE OLHO NA BASE

Nesta página, são trabalhados o processo cognitivo e o objeto de conhecimento da habilidade **EF09CI08**, bem como as competências geral **4** (utilizar conhecimentos da linguagem científica) e específica **3** (compreender processos relativos ao mundo natural).

TRANSFUSÕES SANGÜÍNEAS

O sistema ABO é importante para as transfusões sanguíneas, pois os antígenos presentes nas hemácias dos grupos A, AB e B podem ser reconhecidos pelo sistema imune da pessoa que está recebendo a transfusão. Nesses casos, o sistema imune promove a aglutinação (aglomeração) das hemácias, podendo causar problemas sérios no organismo do receptor.

- Indivíduos com sangue tipo A têm anticorpos anti-B, que atacam hemácias com antígenos B.
- Indivíduos com sangue tipo B têm anticorpos anti-A, que atacam hemácias com antígenos A.
- Indivíduos com sangue tipo O têm anticorpos anti-A e anti-B, que atacam hemácias com antígenos A e B.
- Indivíduos com sangue tipo AB não têm anticorpos contra antígenos do sistema ABO.

Veja a seguir as possibilidades de transfusão sanguínea entre os grupos do sistema ABO.



Tabela de tipos sanguíneos do sistema ABO, de acordo com os alelos apresentados. (Representações sem proporção de tamanho; cores-fantasia.)

Fonte de pesquisa: Jane B. Reece e outros. *Biologia de Campbell*. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015. p. 278.

ALELOS MÚLTIPLOS

Os exemplos que vimos até agora são de características determinadas por genes que apresentam apenas dois tipos de alelo. No entanto, algumas características podem envolver uma quantidade maior de alelos, ou seja, podem apresentar **alelos múltiplos**, como é o caso da herança do sistema sanguíneo ABO. Apesar de os indivíduos diploides só apresentarem dois alelos em suas células, um herdado de cada progenitor, nos casos de alelos múltiplos há na população três ou mais tipos de alelo. Esses alelos podem ser codominantes, apresentar dominância completa ou apresentar dominância incompleta.

Sistema ABO

De acordo com esse sistema, os seres humanos podem apresentar quatro tipos sanguíneos, **A**, **B**, **AB** ou **O**, dependendo da existência de certos **antígenos**, carboidratos que podem ser encontrados na superfície das suas hemácias.

- Indivíduos com sangue tipo **A** apresentam hemácias com antígenos A.
- Indivíduos com sangue tipo **B** apresentam hemácias com antígenos B.
- Indivíduos com sangue tipo **AB** apresentam hemácias com antígenos A e B.
- Indivíduos com sangue tipo **O** apresentam hemácias sem antígenos do sistema ABO.

O gene que determina a presença e o tipo dos antígenos do sistema ABO apresenta três alelos possíveis: **I^A**, **I^B** e **i**.

- **I^A** determina a presença do antígeno A.
- **I^B** determina a presença do antígeno B.
- **i** não determina antígenos.

Os alelos **I^A** e **I^B** são codominantes, ou seja, o indivíduo que tem esses dois alelos apresenta as duas características simultaneamente: suas hemácias têm antígenos A e B. **I^A** e **I^B** apresentam dominância completa em relação ao alelo **i**.

GRUPOS SANGÜÍNEOS DO SISTEMA ABO				
Pares de alelos (genótipo)	I ^A I ^A ou I ^A i	I ^B I ^B ou I ^B i	I ^A I ^B	ii
Hemácias				
Tipo sanguíneo (fenótipo)	A	B	AB	O

Ilustrações: AMI, StudiodBR

OUTRAS FONTES

OLIVEIRA, Clarisa Lopes de *et al.* Sistema ABO: jogo da compatibilidade sanguínea. *In: IV Congresso Nacional de Educação (Conedu)*, 2017, João Pessoa. Anais [...]. Campina Grande: Realize Editora, 2017. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/38621>. Acesso em: 2 fev. 2022.

Esse artigo apresenta um jogo cujos objetivos são avaliar a forma como os estudantes relacionam os conceitos de genética do sistema ABO com situações cotidianas, aplicar conhecimentos sobre a genética do sistema ABO e identificar as relações desse sistema com um possível teste de paternidade.

ATIVIDADES

1. a) Plantas puras altas e plantas puras anãs. b) Traços de plantas altas. c) Traços de plantas altas e de plantas anãs.

- Reveja as sete características da ervilha-de-cheiro estudadas por Mendel, mencionadas neste capítulo, e responda às questões a seguir.
 - Considerando a característica altura da planta, que tipos de planta seriam selecionados por Mendel para o cruzamento parental?
 - Qual(is) traço(s) se espera que seja(m) apresentado(s) pelas plantas da geração F1, originadas nesse cruzamento?
 - Qual(is) traço(s) se espera que seja(m) apresentado(s) pelas plantas da geração F2, originadas da autofecundação da geração F1?

- Construa um quadro representando o cruzamento entre dois heterozigotos para a característica posição da flor na ervilha-de-cheiro (reveja a tabela "Resultados obtidos para as características da ervilha, estudadas por Mendel").

- Qual é a proporção esperada para os traços dessa característica na descendência?

Veja resposta em Respostas e comentários.

- Leia a afirmação a seguir e responda à questão.

Nas plantas de ervilha, flor de cor roxa é um traço dominante sobre flor de cor branca, e o traço de posição axial é dominante sobre a posição terminal da flor na planta.

- Se ocorrer a autofecundação de uma planta heterozigota para essas duas características, qual é a proporção esperada de cada traço entre os descendentes?

Veja resposta em Respostas e comentários.

- Associe os conceitos com suas definições.

a) gene I – d; II – e; III – b; IV – a; V – c.

b) cromossomo

c) heterozigoto

d) homozigoto

e) alelo

I. Indivíduo que apresenta alelos iguais para determinado gene.

II. Variedade de um gene.

III. Estrutura composta de uma molécula de DNA associada a proteínas.

IV. Trecho do cromossomo com informações para uma característica.

V. Indivíduo que apresenta alelos diferentes para determinado gene.

- Leia o texto a seguir e, depois, responda às questões.

A primeira lei de Mendel explica a transmissão de características que expressam fenótipos bem distintos e que são produzidas por um único gene com dois alelos. Um exemplo é a forma do tomate-cereja: pode ocorrer a forma redonda do fruto – manifestada na presença do alelo dominante – ou a forma alongada do fruto – manifestada no homozigoto recessivo.



↑ Tomate-cereja redondo (A) e tomate-cereja alongado (B). Diâmetro e comprimento: cerca de 2 cm.

a) Veja resposta em Respostas e comentários.

- No caderno, represente o cruzamento entre uma planta homozigota dominante (tomates redondos) e uma homozigota recessiva (tomates alongados), indicando o genótipo da geração parental e dos descendentes.

- Qual é a proporção esperada para um cruzamento entre heterozigotos? **Proporção 3 : 1 de frutos redondos e alongados.**

- Relacione a segunda lei de Mendel à separação dos cromossomos na meiose durante a formação dos gametas. **Veja resposta em Respostas e comentários.**

- Joaquim sofreu um acidente e precisa receber transfusão sanguínea. Sabendo que ele tem sangue do tipo A, identifique de quais pessoas a seguir ele poderia receber sangue, considerando o sistema ABO. Justifique.

I. Letícia: sangue do tipo AB.

II. Fábio: sangue do tipo O.

III. Marisa: sangue do tipo B.

IV. Ricardo: sangue do tipo A.

Veja respostas em Respostas e comentários.

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

- Caso os estudantes tenham dificuldade para responder às questões, aproveite para rever o conteúdo relacionado a elas.

-

	T	t
T	TT	Tt
t	Tt	tt

A característica flor axial é dominante em relação à característica flor terminal. Assim, o cruzamento entre dois heterozigotos é o cruzamento entre duas plantas com flor axial: **Tt × Tt**. A proporção esperada para os descendentes desse cruzamento é de 3 plantas com flores em posição axial para 1 com flores em posição terminal.

- Proporção esperada: 9 plantas com flor roxa axial, para 3 com flor roxa terminal, para 3 com flor branca axial, para 1 com flor branca terminal.

- Muitos estudantes confundem esses conceitos. Aproveite para verificar se todos fizeram as associações corretas.

- a) Homozigota dominante: AA; homozigota recessiva: aa.**

	A	A
a	Aa	Aa
a	Aa	Aa

100% dos descendentes serão heterozigotos (**Aa**).

- A segunda lei de Mendel diz que os pares de fatores de características diferentes se segregam independentemente na formação dos gametas. No fim do século XIX, os cientistas perceberam a relação entre a segregação dos fatores de Mendel (alelos) e a separação dos cromossomos na meiose, na formação dos gametas. Nesse processo, os cromossomos homólogos se separam e cada gameta recebe apenas um cromossomo de cada par de homólogos, como foi sugerido por Mendel para os fatores hereditários.
- De Fábio (sangue do tipo O) e de Ricardo (sangue do tipo A). Por ser do tipo A, Joaquim tem anticorpos anti-B e, portanto, só pode receber sangue dos tipos A e O, que não têm antígenos B.

DE OLHO NA BASE

Nas páginas 195 e 196, as atividades 1, 2, 3, 5, 6, 8, 9, 10 e 11 trabalham o processo cognitivo, o objeto de conhecimento e o modificador da habilidade **EF09CI09**. As atividades 6, 8, 9 e 10, por sua vez, promovem a habilidade **EF09CI08**. Quanto às competências, são desenvolvidas as competências específicas 2 e 3, no âmbito dos conhecimentos fundamentais e das estruturas explicativas das Ciências da Natureza e da compreensão de processos relativos ao mundo natural.

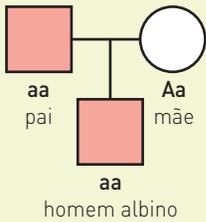
8. É interessante aproveitar o momento de correção desta atividade para relembrar os conceitos de codominância, dominância incompleta e dominância completa.

9. a) $aa \times Aa$

	A	a
a	Aa	aa
a	Aa	aa

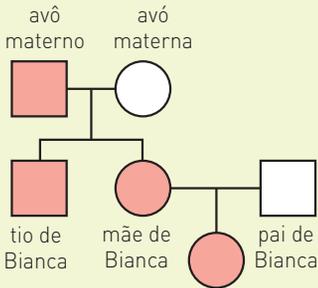
A probabilidade de nascer um filho albino é 50%.

b) O genótipo da mãe deve ser, necessariamente, heterozigoto.



ID/BR

10.



ID/BR

- avô materno – A_
- avó materna – aa
- tio de Bianca – Aa
- mãe de Bianca – Aa
- pai de Bianca – aa
- Bianca – Aa

11. O cientista pode realizar um cruzamento-teste entre as drosófilas de cor cinza e as drosófilas de cor ébano.

8. Identifique a relação de dominância nas situações descritas a seguir. a) **Codominância.**

a) Todos os descendentes do cruzamento entre um macaco homozigoto com antígenos **M** em suas hemácias e uma macaca homozigota com antígenos **N** em suas hemácias apresentam hemácias com antígenos **M e N**.

b) Todos os descendentes do cruzamento entre um galo homozigoto de plumagem branca com uma galinha homozigota de plumagem preta apresentam plumagem cinza (coloração intermediária). **Dominância incompleta.**

c) Todas as plantas originadas do cruzamento entre uma planta homozigota de flores amarelas e uma planta homozigota de flores brancas apresentam flores amarelas. **Dominância completa.**

9. Leia o texto a seguir e responda às questões.

O albinismo é uma condição caracterizada pela ausência de pigmentação na pele. Ela decorre da deficiência na produção da melanina, proteína que confere pigmentação aos cabelos, à pele e aos olhos nos mamíferos. No ser humano, o albinismo é condicionado por um alelo recessivo: o indivíduo homozigoto recessivo apresenta o fenótipo albino. A ausência de melanina deixa o indivíduo mais vulnerável aos efeitos resultantes da exposição ao sol, como o câncer de pele.



↑ Pessoas albinas devem tomar bastante cuidado ao se expor ao sol, como usar protetor com alto fator de proteção solar.

a) Imagine que um casal formado por um homem albino e uma mulher heterozigota para essa característica deseje ter um filho. Qual é a chance de esse casal ter um filho albino? No caderno, construa um quadro que justifique sua resposta.

b) Considere que o pai do homem albino do item **a** também seja albino. Qual seria o genótipo da mãe do homem albino? No caderno, construa um heredograma que represente essa situação.

a) e b) **Veja respostas em Respostas e comentários.**

10. Bianca apresenta a doença de Huntington. Essa doença hereditária é causada por um gene dominante. Em sua família, sua mãe, seu tio (irmão da mãe) e seu avô materno têm a mesma doença.

• Construa um heredograma para a família de Bianca, incluindo o pai e a avó materna. Identifique os alelos que cada indivíduo tem. **Veja respostas em Respostas e comentários.**

11. Em dupla, leia o texto e, depois, faça o que se pede.

Em um laboratório, um cientista estava estudando a herança da cor do corpo em drosófilas, também chamadas de moscas-da-fruta. Nesse inseto, a cor ébano é determinada por um alelo recessivo, e a cor cinza, por um alelo dominante.

Para organizar seus experimentos, o pesquisador mantinha as drosófilas em três tubos:

- tubo 1 – apenas indivíduos ébano de linhagem pura;
- tubo 2 – apenas indivíduos híbridos na cor cinza.
- tubo 3 – apenas indivíduos cinza de linhagem pura.

Certo dia, ele se distraiu e algumas drosófilas acabaram escapando dos tubos. Após conseguir recuperar algumas delas, pôde identificar as que tinham corpo ébano e devolvê-las ao tubo 1. As de corpo cinza, no entanto, ele não conseguia distinguir se pertenciam ao tubo 2 ou ao tubo 3.

• Proponham um experimento para que o geneticista possa identificar de quais tubos eram as drosófilas de cor cinza capturadas.

Resposta variável.

ESTRATÉGIAS DE APOIO

As atividades desta seção podem ser utilizadas em uma avaliação reguladora.

Caso observe pontos que ainda demandem revisão ou melhoria, você pode propor à turma algumas atividades que trabalhem cruzamentos, de forma a explorar o passo a passo da resolução desse tipo de problema. Nos exercícios de identificação de genótipos com base em um fenótipo, se for necessário, oriente os estudantes a sempre começar marcando os homozigotos recessivos e, a partir deles, os pais, que necessariamente carregam um gene recessivo cada um, e assim por diante.

*Resposta variável. Os estudantes podem citar questões éticas relacionadas aos estudos com células-tronco, transgênicos na alimentação, por exemplo.

BIOTECNOLOGIA

De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU), **biotecnologia** é qualquer aplicação tecnológica que utilize seres vivos ou seus derivados para fazer ou modificar produtos ou processos, tendo em vista usos específicos.

A biotecnologia, porém, não é uma novidade e envolve processos utilizados pelos seres humanos há milhares de anos. A produção de queijo, vinho, cerveja, iogurte e pão são exemplos de atividades biotecnológicas.

O avanço dos conhecimentos em genética no século XX propiciou também o avanço da biotecnologia, por exemplo, com o desenvolvimento de técnicas que possibilitaram ao ser humano modificar o material genético dos seres vivos para a fabricação de remédios, alimentos e outros produtos.

O desenvolvimento dessas técnicas de manipulação genética dos organismos ampliou a aplicação da biotecnologia e viabilizou, por exemplo, a produção de organismos geneticamente modificados, a clonagem, a terapia gênica, o uso de células-tronco e o desenvolvimento de vacinas. Essas aplicações, que você vai ver neste capítulo, têm levantado diversas questões éticas, sendo assunto muitas vezes controverso.

PARA COMEÇAR

*A biotecnologia está presente em nosso dia a dia, mesmo que muitas vezes não a notemos. Ela se relaciona com a medicina, a agricultura e a indústria farmacêutica, por exemplo. Você já se deparou com questões éticas relacionadas à biotecnologia?**

↓ Uma forma de aplicação da biotecnologia é o uso de microrganismos na produção de alimentos, como o queijo. Na foto, produção do queijo canastra. Delfinópolis (MG), 2016.



ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Inicie o desenvolvimento do capítulo com a questão de abertura, de modo a verificar se os estudantes identificam problemas éticos relacionados à biotecnologia. Solicite a eles que comentem os casos que listarem e promova uma discussão inicial sobre o tema.
- Se julgar pertinente, proponha uma pesquisa sobre as profissões relacionadas à biotecnologia. Atualmente, esse é um campo de trabalho muito promissor. Conhecê-lo pode ampliar o horizonte dos estudantes em relação ao projeto de vida deles.
- Este capítulo possibilita o trabalho com o tema contemporâneo transversal **Ciência e tecnologia**, ao abordar as aplicações dos conhecimentos sobre genética e as implicações da ciência e de suas tecnologias.

DE OLHO NA BASE

O conteúdo desta página desenvolve as competências específicas **2** e **4** (compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza, de modo a sentir segurança no debate de questões científicas, tecnológicas, socioambientais e do mundo do trabalho, e avaliar implicações políticas e socioambientais da ciência e de suas tecnologias).

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Caso julgue oportuno, explique aos estudantes que, desde que os seres humanos se tornaram sedentários, foi iniciado um processo de domesticação de espécies animais e vegetais, que atualmente é denominado seleção artificial.
- Comente com os estudantes que a descoberta do DNA – e dos processos celulares envolvidos na síntese de proteínas – permitiu aos cientistas o desenvolvimento de técnicas para manipular o material genético e produzir organismos geneticamente modificados (OGM).
- Peça aos estudantes que leiam o texto do boxe *Ampliação* e explorem o esquema da página 198 do Livro do Estudante, a fim de auxiliá-los na compreensão da tecnologia da transgenia.

DE OLHO NA BASE

O assunto das páginas 198 e 199 desenvolve as competências gerais **2** e **7** e específicas **5** e **8**, no que se refere à análise crítica, à argumentação com base em fatos, dados e informações confiáveis e à defesa de ideias, pontos de vista e à tomada de decisões comuns que respeitem e promovam a consciência socioambiental, com posicionamento ético. Também são desenvolvidas as competências específicas **2** e **4** (compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza, de modo a sentir segurança no debate de questões científicas, tecnológicas, socioambientais e do mundo do trabalho, e avaliar aplicações e implicações políticas e socioambientais da ciência e de suas tecnologias).



↑ A maioria das plantas cultivadas como alimento foi obtida por melhoramento genético, como o milho: ao longo dos anos, foram sendo selecionadas as plantas com espigas maiores e com maior quantidade de grãos.

A DIABETES MELITO

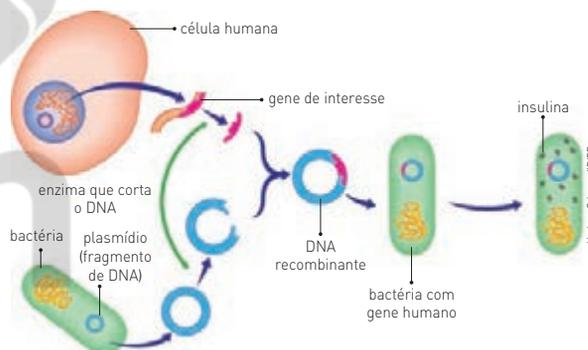
A diabetes melito é uma doença caracterizada pelas altas taxas de glicose no sangue. Há dois tipos básicos de diabetes melito.

A diabetes melito tipo I é decorrente da deficiência na produção de insulina causada pela destruição das células pancreáticas. Em geral, é uma doença hereditária, e seu controle é feito, principalmente, com aplicações diárias de insulina.

Na diabetes melito tipo II, as células-alvo não respondem bem à ação da insulina. Essa doença está associada a fatores hereditários, envelhecimento, sedentarismo e obesidade. É controlada com a prática de exercícios físicos, com alimentação adequada e uso de medicamentos, combinados ou não com injeções de insulina.

Esquema da inserção, em uma bactéria, do gene responsável pela produção de insulina humana. Os plasmídios são fragmentos circulares de DNA bacteriano encontrados no citoplasma de uma bactéria. (Representações sem proporção de tamanho; cores-fantasia.)

Fonte de pesquisa: Jane B. Reece e outros. *Biologia de Campbell*. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015. p. 412.



MELHORAMENTO GENÉTICO

Há milhares de anos, os seres humanos vêm selecionando animais e plantas de acordo com características de interesse para sua utilização. Inicialmente, essa seleção era feita de forma intuitiva, promovendo o cruzamento de indivíduos com a característica de interesse. Por exemplo, agricultores selecionavam plantas que produziam frutos maiores para plantio e cruzamento. O processo de seleção e modificação genética visando o interesse humano é denominado **melhoramento genético**.

ORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS

Os **organismos geneticamente modificados** (OGM) são aqueles cujos genes foram manipulados, por meio de técnicas laboratoriais, a fim de expressar uma característica específica e de interesse do ser humano. Nesse grupo, são encontrados os **transgênicos**, organismos que receberam um ou mais genes de outra espécie. Observe a seguir alguns exemplos de seres vivos transgênicos.

Bactérias transgênicas

Existem bactérias que receberam trechos de DNA humano que coordenam a produção de insulina, o que as torna capazes de produzir esse hormônio. A insulina produzida pelas bactérias transgênicas pode ser administrada a pacientes que sofrem de diabetes.

Atualmente, quase toda a insulina utilizada por diabéticos é produzida por bactérias transgênicas. Essa insulina é igual à humana, o que acaba evitando alergias, como ocorria quando eram usadas insulinas de porco ou de boi no tratamento de diabéticos.

As bactérias transgênicas também são utilizadas em outras aplicações, como as bactérias modificadas utilizadas para remoção de metais tóxicos do ambiente.

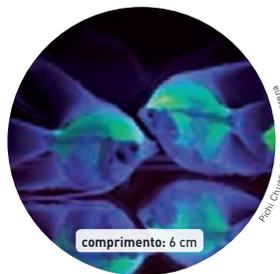
OUTRAS FONTES

BTeduc – Educação – Biotecnologia. Disponível em: <https://educbiotecnologia.com/>. Acesso em: 1º fev. 2022.

Nesse *site*, são disponibilizados materiais, como guias de atividades, textos de divulgação científica e artigos, que podem servir de apoio ao tema biotecnologia.

Animais transgênicos

Os animais transgênicos são utilizados em pesquisas científicas diversas. Um exemplo é a produção de cabras transgênicas, que receberam genes humanos para a produção de proteínas secretadas no leite que podem ser utilizadas no tratamento de doenças. Há, contudo, outros tipos de aplicações, como espécies de peixes que receberam DNA de outro organismo e passaram a apresentar características de interesse para seus criadores, como ciclos reprodutivos mais curtos e maior tamanho corporal.



↑ Peixes fluorescentes transgênicos, que receberam um gene de água-viva com informações para a produção de uma proteína fluorescente.

Plantas transgênicas

Muitas variedades de plantas transgênicas já foram desenvolvidas, principalmente para a produção de alimentos. Elas podem ser resistentes a agrotóxicos e a pragas ou apresentar maior valor nutricional, por exemplo. No Brasil, variedades transgênicas de soja, milho, algodão e feijão são amplamente cultivadas.



← Plantação de soja em Araguari (MG). Ao fundo, silos de armazenamento de grãos. Foto de 2021. Muitas variedades de plantas transgênicas são amplamente utilizadas no Brasil. Por exemplo: estima-se que 96% de toda a soja cultivada no país seja transgênica. Outros exemplos de plantas geneticamente modificadas utilizadas em plantações são o milho e o algodão.

MOSQUITOS GENETICAMENTE MODIFICADOS

No Brasil, mosquitos *Aedes aegypti* geneticamente modificados estão sendo testados para combater a dengue, a zika e a chikungunya, doenças transmitidas por essa espécie. Por manipulação genética, machos desses mosquitos recebem um gene modificado que produz uma proteína que provoca a morte da prole do mosquito, ainda na fase de larva ou pupa. Com isso, espera-se reduzir a população de *Aedes aegypti* e, conseqüentemente, a ocorrência dessas doenças na população brasileira.

cultivar: variedade de planta produzida para fins de agricultura.

Fonte de pesquisa: Luisa Massarini; Flávia Natércia. *Transgênicos em debate*. Rio de Janeiro: Museu da Vida: Casa de Oswaldo Cruz: Fiocruz, 2007. Disponível em: http://www.museudavida.fiocruz.br/images/Publicacoes_Educacao/PDFs/TransgenicosVersaoAdultos.pdf. Acesso em: 2 fev. 2022.

A produção e o consumo de alimentos feitos com organismos transgênicos ainda são polêmicos, por causa de aspectos ambientais, econômicos e sociais. Veja, a seguir, alguns argumentos comumente veiculados por aqueles que os defendem e por aqueles que são contrários aos transgênicos.

A FAVOR

Elevam a produtividade agrícola, o que supostamente atenderia a crescente demanda por alimentos no mundo.

Permitem o desenvolvimento de variedades com características de interesse, como maior valor nutricional.

Já foram liberados por alguns órgãos de controle no mundo e estão no mercado há alguns anos, sem registros de problemas para a saúde humana e de outros animais.

Acredita-se que reduzem o uso de agrotóxicos, pelo desenvolvimento de variedades resistentes a pragas.

CONTRA

É necessário haver mais estudos sobre os potenciais riscos à saúde e ao ambiente.

Transgênicos resistentes a inseticidas e herbicidas, por exemplo, poderiam aumentar a aplicação de agrotóxicos.

A produção de sementes transgênicas está restrita a poucas empresas, geralmente multinacionais, que podem ter o controle do mercado agrícola, prejudicando pequenos e médios produtores.

Podem ocorrer cruzamentos entre cultivares transgênicos e plantas nativas ou não transgênicas.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- O tema plantas e animais transgênicos é, muitas vezes, envolto em uma série de desinformações. Aproveite para solicitar aos estudantes uma pesquisa a respeito disso. Oriente-os a pesquisar notícias que contenham os termos transgênico e organismos geneticamente modificados (OGM). Depois, solicite a cada um que traga para a sala de aula ao menos uma notícia sobre o tema para ser discutida com a turma. Escolha algumas dessas notícias e peça aos estudantes que as leiam, discutindo informações, conceitos e o contexto em que os termos foram mencionados.
- Oriente os estudantes a destacar, na opinião deles, os pontos positivos e os pontos negativos da produção e do consumo de transgênicos e de OGM.

(IN)FORMAÇÃO

Desmistificando a biotecnologia

A educação [...] deve ter como um de seus principais objetivos informar o educando a respeito do mundo em que vive, para que ele possa interferir neste de maneira positiva. [...]

Ao compreender as inter-relações entre o entendimento científico e as mudanças tecnológicas, devem considerar o impacto que estas podem produzir sobre a qualidade de vida. [...] Atualmente nossa vida vem sendo permeada com as novas tecnologias e estas estão intensamente relacionadas ao nosso cotidiano. Há uma série de questões que envolvem aplicações da biotecnologia moderna que afetam diretamente a vida dos cidadãos e que estão a gerar controvérsias.

Exemplos disso são a utilização de diagnósticos baseados em DNA, a clonagem humana, o consumo de alimentos geneticamente modificados e a legislação comercial. [...]

[...]

A biotecnologia [...] é destaque na mídia, que traz as informações de maneira mais atraente, porém apresenta apenas uma parcela da realidade. Esta informação fragmentada não é compreendida pelo público em geral, que fica com a impressão de que tudo está muito distante do dia a dia do cidadão comum. [...] uma análise dos fenômenos biotecnológicos poderá diminuir a divisão entre a escola e o mundo em que os estudantes vivem, na medida em que se torna possível constatar as relações entre a pesquisa científica e a

produção industrial ou a tecnologia tradicionalmente usada em sua comunidade.

CAVAGNOLI, Sonia Regina; SOARES, Maria Amélia Menck. Desmistificando a biotecnologia. Dia a Dia Educação. Disponível em: http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/producoes_pde/artigo_sonia_regina_cavagnoli.pdf. Acesso em: 2 fev. 2022.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

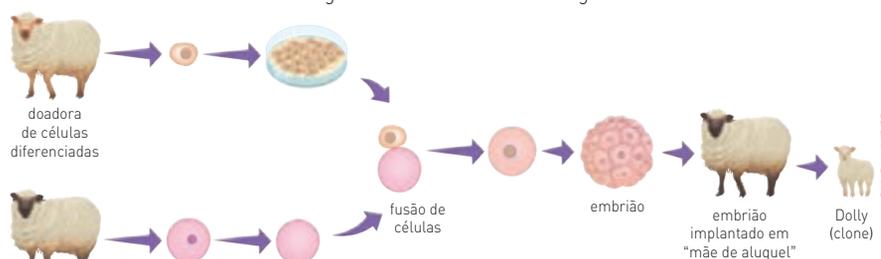
- Promova uma discussão com os estudantes, a fim de explorar o conhecimento deles a respeito do tema clonagem. Faça perguntas como: “O que é clonagem? É possível clonar plantas? Como é a clonagem de animais?”.
- Explique à turma que a clonagem é um processo muito utilizado em microbiologia, com bactérias e leveduras, por exemplo.
- Se julgar oportuno, problematize com os estudantes a questão da ausência da variabilidade genética em clones, questionando, por exemplo: “O que vocês acham que aconteceria se uma praga acometesse uma grande plantação na qual todas as plantas fossem clones?”.
- Pode ser interessante trazer ou pedir aos estudantes que pesquisem e tragam para a sala de aula textos jornalísticos sobre a clonagem da ovelha Dolly. Troque ideias sobre o impacto desse acontecimento e sobre as especulações e as “previsões” que surgiram à época sobre a clonagem de seres humanos, a fim de comparar esse acontecimento com o que realmente ocorreu e com o que vem ocorrendo nessa área nos últimos vinte anos. O texto indicado no box *Outras fontes*, nesta página do manual, aborda essa questão.
- A ovelha Dolly foi clonada por transferência nuclear de células somáticas (células do organismo que não estão envolvidas na reprodução). O núcleo foi obtido de células da glândula mamária de uma ovelha chamada Bellinda; uma outra ovelha, Fluffy, doou o óvulo onde foi introduzido o núcleo; e uma terceira ovelha, Lassie, gestou o clone Dolly. Após 276 tentativas, foi obtido um animal viável.

DE OLHO NA BASE

O conteúdo das páginas 200 e 201 dá continuidade ao desenvolvimento das competências gerais **2** e **7** e específicas **2**, **4**, **5** e **8**, no contexto da clonagem e das células-tronco.

CLONAGEM

A **clonagem** é o processo que permite a produção de cópias genéticas de células e até mesmo de organismos inteiros. O primeiro mamífero clonado foi a ovelha Dolly, em 1997. Observe a seguir como foi feita essa clonagem.



↑ Esquema da clonagem da ovelha Dolly. (Representação sem proporção de tamanho; cores-fantasia.)

Fonte de pesquisa: Jane B. Reece e outros. *Biologia de Campbell*. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015. p. 424.

↓ Esquema da clonagem de uma planta. Um fragmento da planta é selecionado (A). O fragmento é cultivado (B). Após o desenvolvimento de raízes (C), o fragmento é retirado e cultivado em um ambiente propício para seu crescimento (D). Geralmente vários indivíduos são cultivados ao mesmo tempo (E). (Representação sem proporção de tamanho; cores-fantasia.)

Fonte de pesquisa: Clone verde. *Ciência Hoje das Crianças*, ano 26, n. 248, ago. 2013. Disponível em: https://cienciahoje.periodicos.capes.gov.br/storage/acervo/chc/chc_248.pdf. Acesso em: 16 mar. 2022.



A clonagem pode ser utilizada para diversos fins. Na agropecuária, por exemplo, ela permite a obtenção de clones de indivíduos mais produtivos. No entanto, ela gera uma série de preocupações e questões éticas, sobretudo com relação à possibilidade de clonagem de seres humanos, proibida em diversos países.

OUTRAS FONTES

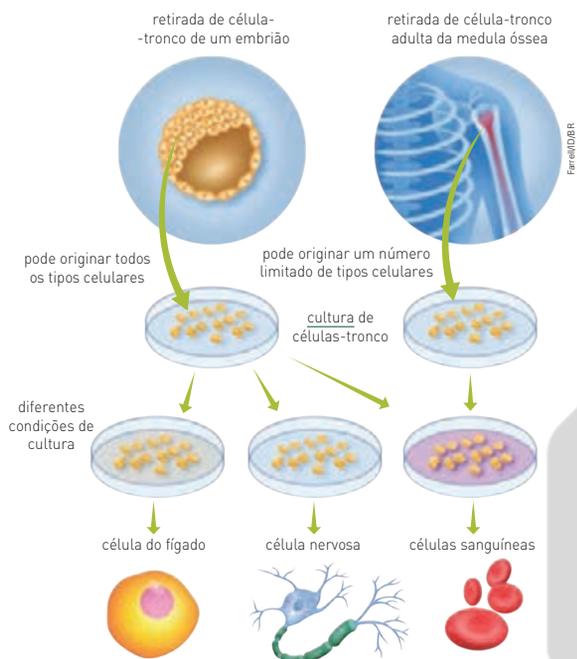
Há 25 anos nascia a ovelha Dolly. *Deutsche Welle*, 5 jul. 2021. Disponível em: <https://www.dw.com/pt-br/h%C3%A1-25-anos-nascimento-da-ovelha-dolly-iniciava-revolu%C3%A7%C3%A3o-cient%C3%ADfica/a-58167437>. Acesso em: 1º fev. 2022.

A notícia aborda o impacto da clonagem da ovelha Dolly e suas consequências para a ciência.

CÉLULAS-TRONCO

Células-tronco são células capazes de se diferenciar em diversos tipos de tecido, como muscular, nervoso, sanguíneo, etc.

As células-tronco podem ser encontradas no cordão umbilical, em embriões e em alguns tecidos de organismos adultos. As encontradas em embriões, chamadas **células-tronco embrionárias**, são capazes de originar qualquer tipo celular do organismo. Já as **células-tronco adultas** são capazes de originar tipos celulares específicos. Por exemplo, células-tronco da medula óssea podem dar origem a todos os tipos de células sanguíneas, mas não a outros tipos celulares. Veja o esquema a seguir.



As células-tronco têm enorme potencial de aplicação na medicina. Cientistas acreditam que elas possam ser usadas no tratamento de diversas doenças, fornecendo células de reposição para órgãos doentes ou danificados. As células-tronco embrionárias são consideradas mais promissoras por serem capazes de se diferenciar em variados tipos celulares. Por serem obtidas de embriões humanos, no entanto, seu uso envolve uma série de questões éticas relacionadas a aspectos científicos, religiosos, jurídicos, entre outros.

CONTROVÉRSIAS NO USO DE CÉLULAS-TRONCO EMBRIONÁRIAS

Para muitas pessoas, a vida inicia-se no momento da fecundação; mesmo um embrião formado apenas por algumas células já teria o mesmo direito de um indivíduo plenamente formado. Por isso, essas pessoas são contra estudos com uso de células-tronco embrionárias.

Essas pesquisas, no entanto, poderiam ajudar no tratamento de diversas doenças e salvar muitas vidas.

- Converse com os colegas e o professor: Como é possível conciliar o respeito às diversas concepções pessoais e o desenvolvimento da ciência?

Resposta pessoal.

cultura: nesse caso, é um preparo que contém os nutrientes adequados e em condições propícias à sobrevivência das células-tronco; meio de cultura.

← Esquema da diferenciação celular a partir da cultura de células-tronco embrionárias e de células-tronco adultas. Note a maior diversidade gerada pelas células-tronco embrionárias. (Representações sem proporção de tamanho; cores-fantasia.)

Fonte de pesquisa: Jane B. Reece e outros. *Biologia de Campbell*. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015. p. 426.

PARA EXPLORAR

DNA: o segredo da vida, de James D. Watson. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

O livro conta a história da descoberta da estrutura do DNA e do desenvolvimento da biotecnologia.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Ao abordar o tema células-tronco, procure pontuar em que momento do desenvolvimento embrionário elas estão presentes, para mostrar aos estudantes que o processo de diferenciação celular começa muito cedo.
- Explique aos estudantes que, no Brasil, o uso de células-tronco de seres humanos é permitido para fins de pesquisa, segundo a Lei n. 11 105, de 24 de março de 2005, disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/l11105.htm (acesso em: 2 fev. 2022).

Respeito aos outros

- Conduza a discussão proporcionando um ambiente de respeito às diferentes opiniões. Um dos desafios da cultura de paz está na dificuldade de aceitar o ponto de vista do outro. Por isso, especialmente nas atividades que promovem debate e discussões de ideias, verifique se há atitudes desrespeitosas entre os estudantes e procure sempre remediá-las, na perspectiva da inclusão e do respeito mútuo. Comente que a lei brasileira permite apenas o uso de embriões inviáveis, ou seja, que não originariam um indivíduo, e somente após o consentimento dos genitores. Destaque a importância da sociedade estar bem informada para participar de tomadas de decisões como essa. Caso julgue propício, questione os estudantes se os valores pessoais ou religiosos, por exemplo, devem interferir na aprovação de leis.

(IN)FORMAÇÃO

Nova terapia gênica pode curar pessoas que nascem sem sistema imunológico

Quem hoje olha para a saudável Cora Oakley, de quatro anos, não imagina que ela recebeu um diagnóstico assustador aos sete dias de idade. A menina de Nova Jersey nasceu com imunodeficiência combinada grave, doença que acomete o sistema imunológico e impossibilita a realização de atividades simples do dia a dia. [...] Cora foi submetida a uma terapia gênica experimental com células-tronco, promovida pela Universidade da Califórnia (Ucla), nos Estados Unidos, e pelo hospital Great Ormond Street, no Reino Unido.

O tratamento teve bons resultados, observados com empolgação pelo professor de microbiologia, imunologia e genética molecular na Ucla Donald Kohn. “Todos os pacientes estão vivos e bem, e em

mais de 95% deles a terapia parece ter corrigido seus problemas no sistema imunológico” [...].

Uma das causas para a imunodeficiência combinada grave (ou SCID, na sigla em inglês) é a deficiência da enzima adenosina desaminase (ADA), responsável por combater substâncias tóxicas presentes nos linfócitos. Se a ADA não funciona bem, os linfócitos acabam morrendo pelos altos níveis de toxicidade, o que diminui o número de células capazes de combater infecções.

Entre 2012 e 2017, 50 crianças participaram dos estudos [...]. Elas tiveram células-tronco formadoras de sangue coletadas para estimular o funcionamento da enzima adenosina desaminase. O método utilizado pelos pesquisadores foi estimular uma nova cópia do gene ADA através de um vetor viral – o lentivírus modificado –, com o objetivo de corrigir a habilidade imunológica das células.

O acompanhamento dos pacientes revelou que 48 crianças obtiveram sucesso com o tratamento, que não ofereceu nenhum tipo de complicação. [...]

[...] Os pesquisadores acreditam ter desenvolvido uma terapia de procedimento pontual e único que apresenta resultados duradouros.

[...]

Nova terapia gênica pode curar pessoas que nascem sem sistema imunológico. Revista *Galileo*, 11 maio 2021. Disponível em: <https://revistagalileo.globo.com/Ciencia/Saude/noticia/2021/05/nova-terapia-genica-pode-curar-pessoas-que-nascem-sem-sistema-imunologico.html>. Acesso em: 3 fev. 2022.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Comente com os estudantes que a possibilidade de manipular o material genético permitiu o desenvolvimento de uma nova área da ciência, a genética molecular.
- Considere realizar a leitura do texto do box *(In)formação*, nesta página do manual, e discutir com os estudantes a técnica CRISPR.

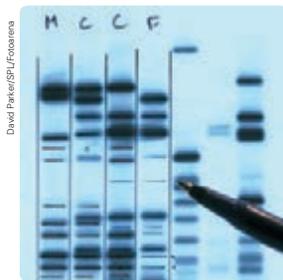
DE OLHO NA BASE

Nesta página, são promovidas as competências gerais **2** e **7** e específicas **2**, **4**, **5** e **8**, no âmbito da terapia gênica e dos testes de paternidade e de maternidade.

PARA EXPLORAR

Extraordinário (Estados Unidos, 2017, 110 min). Direção de Stephen Chbosky.

O filme aborda os dramas familiares e a vida de uma criança portadora da Síndrome de Treacher Collins – anomalia genética rara que afeta uma em cada 40 mil pessoas.



↑ Parte de uma radiografia de trechos de DNA obtidos pela técnica de eletroforese. Observe que alguns trechos do DNA das crianças (identificadas como C) são iguais ao DNA da mãe (M) e que outros trechos são iguais ao DNA do pai (F).

TERAPIA GÊNICA

A **terapia gênica**, ou **geneterapia**, corresponde à introdução de trechos de DNA em células vivas para o tratamento de doenças genéticas. Os trechos de DNA inseridos promoveriam a produção de substâncias que corrigiriam os efeitos de genes alterados causadores de doenças.

Essa técnica já é usada no tratamento de algumas doenças, como a fibrose cística. Sua aplicação também levanta questões éticas, principalmente relacionadas aos testes e à manipulação do material genético de seres humanos.

TESTES DE PATERNIDADE OU DE MATERNIDADE

Atualmente, é possível identificar se uma pessoa é mãe biológica ou pai biológico de alguém por meio de técnicas que permitem fazer comparações do material genético entre indivíduos.

Cada pessoa recebe do pai 50% do material genético e da mãe os outros 50%. Portanto, se uma pessoa tem determinado trecho de DNA, necessariamente esse trecho foi herdado do pai ou da mãe. Ou seja, ou o pai ou a mãe necessariamente apresenta esse mesmo trecho de DNA do filho. Assim, é possível comparar os trechos de DNA do filho com os trechos de DNA do possível pai e da possível mãe e verificar se existem semelhanças entre eles.

VACINAS GÊNICAS

No início de 2022, a Organização Mundial da Saúde (OMS) já havia registrado mais de 5,7 milhões de mortes causada pela pandemia de Covid-19. Contudo, à época, esse número só não foi mais expressivo devido à produção e à disponibilização de novas vacinas, fruto dos esforços de cientistas de todo o mundo, desde o início da pandemia.

Entre as vacinas produzidas para o combate à Covid-19 estão aquelas que se baseiam na tecnologia gênica: as vacinas de RNA. Em geral, as vacinas tradicionais atuam por meio da injeção de antígenos, como partes ou microrganismos inteiros (atenuados ou mortos), estimulando o corpo a produzir anticorpos de defesa contra futuras infecções por esses microrganismos. No entanto, as vacinas de RNA não envolvem a inoculação de antígenos, mas, sim, utilizam a sequência de RNA que vai produzir o antígeno específico que será reconhecido pelo sistema imunológico e, assim, imunizar ou evitar quadros mais graves da doença. Além disso, a produção das vacinas de RNA é mais rápida e mais barata do que a das vacinas tradicionais.

(IN)FORMAÇÃO

CRISPR, uma ferramenta de edição genética, no tratamento do câncer

A tecnologia de edição de genes conhecida como CRISPR vem ganhando novas aplicações e tem potencial para transformar o diagnóstico e o tratamento de diversas doenças, entre elas o câncer. Em 2011, essa ferramenta baseada em “tesouras moleculares” (o CRISPR-Cas9) foi descoberta pela microbiologista francesa Emmanuelle Charpentier em parceria com a bioquímica americana Jennifer Doudna. O feito rendeu às pesquisadoras o Prêmio Nobel de Química de 2020.

CRISPR vem do inglês *Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats*, ou Conjunto de Repetições Palindrômicas Curtas Regularmente Interespçadas e se refere

a uma região do genoma das bactérias caracterizada pela presença de sequências de DNA curtas e repetidas. As bactérias dispõem de um sistema que copia o DNA de um vírus todas as vezes que são atacadas. Em um próximo ataque, elas utilizam essa memória para identificá-lo. Codificada pelo RNA, a proteína C9 da bactéria atua como uma tesoura e elimina parte do DNA do vírus em um novo ataque, impedindo sua reprodução.

As cientistas aplicaram essa técnica em outras células, inclusive humanas, e descobriram que a proteína C9 pode tirar uma sequência específica do DNA responsável pela doença no organismo. Em seguida, essa sequência é substituída por outra, que permite a regeneração dos próprios genes. [...]

[...]

As principais vantagens da edição genética via CRISPR, em relação a outros métodos, são sua especificidade e precisão, mesmo para sequências de gene muito pequenas. [...]

[...]

A engenharia CRISPR traz vantagens pela rapidez oferecida aos diagnósticos e pelos custos reduzidos em comparação com outras tecnologias. [...]

MELLO, Ramon Andrade de. CRISPR, uma ferramenta de edição genética, no tratamento do câncer. *Veja Saúde*, 14 maio 2021. Disponível em: <https://saude.abril.com.br/coluna/com-a-palavra/crispr-uma-ferramenta-de-edicao-genetica-no-tratamento-do-cancer/>. Acesso em: 1^o fev. 2022.

- Quais das atividades a seguir são exemplos de biotecnologia? **Alternativas a e b.**
 - Produção de insulina por bactérias transgênicas.
 - Fabricação de iogurte a partir de leite e microrganismos.
 - Desenvolvimento de uma nova máquina para colheita.
- Associe as tecnologias a seguir à sua definição.
 - transgênico **2. I – b; II – a; III – c.**
 - clonagem
 - terapia gênica
 - Processo de produção de um indivíduo geneticamente idêntico a outro.
 - Organismo que recebeu gene de outra espécie.
 - Tratamento de doenças genéticas pela introdução de trechos de DNA em células do paciente.
- Leia o texto a seguir. Depois, faça o que se pede.

Inicialmente, uma célula do corpo de um macho da espécie foi extraída e depois fundida com um ovócito (cujo núcleo foi removido) de uma fêmea. O embrião em início de desenvolvimento foi implantado em outra fêmea e, após a gestação, nasceu o clone. **Veja respostas em Respostas e comentários.**

 - Identifique o sexo do animal produzido na clonagem hipotética descrita. Justifique sua resposta.
- A charge a seguir trata de células-tronco. Analise-a e, depois, responda às questões.



Lucas Louro & Vinicius Vendramini/Arquivo das artesias

Lucas Louro; Vinicius Vendramini. *Células-tronco*. Disponível em: <http://vidatroncocelular.blogspot.com/2015/04/charge-sobre-o-papel-das-celulas-tronco.html>. Acesso em: 29 abr. 2022.

- No caderno, escreva o que são neurônios, queratinócitos e adipócitos. Para isso, faça uma pesquisa. **Veja resposta em Respostas e comentários.**
 - Por que é possível concluir que as células de cor vermelha retratadas na charge são células-tronco? **Porque elas podem originar diferentes tipos celulares.**
 - Onde são encontradas as células-tronco? **Veja resposta em Respostas e comentários.**
- Com a turma, realize um debate em sala de aula sobre as possibilidades, as controvérsias e as *fake news* relacionadas à biotecnologia. Siga estas orientações:
 - Juntos, escolham um tema relacionado à biotecnologia, como o plantio de transgênicos, o uso de células-tronco embrionárias em pesquisas, a liberação de testes com terapia gênica e com clonagem humana, as *fake news* relacionadas às vacinas de RNA, entre outros. **Resposta variável.**
 - Façam uma pesquisa sobre o tema escolhido em *sites* especializados e em meios de comunicação confiáveis. **Resposta variável.**
 - Reflitam sobre os aspectos técnicos e éticos apontados. Posicionem-se em relação à questão. **Resposta pessoal.**

203

ESTRATÉGIAS DE APOIO

Aproveite as questões desta seção para realizar uma avaliação reguladora, a fim de identificar eventuais pontos frágeis na aprendizagem dos estudantes.

Para os estudantes que apresentarem dificuldade, pode-se sugerir a eles que leiam textos sobre os assuntos que geraram mais dúvidas e assistam a documentários que tratem desses temas. No *site* TEDEd, disponível em <https://ed.ted.com/search?utf8=%E2%9C%93&q=biotechnology#ted-ed-lessons> (acesso em: 2 fev. 2022), há animações que tratam de temas relacionados à biotecnologia. Os vídeos estão em inglês, mas é possível habilitar as legendas em português.

Após a realização das atividades, promova uma discussão a respeito dos temas abordados, para verificar se houve ganhos no aprendizado.

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

- A alternativa **c** apresenta uma atividade que envolve tecnologia, mas sem o uso de organismos em seu desenvolvimento e, por isso, não se trata de biotecnologia.
- Diferenciar esses conceitos é importante para que os estudantes compreendam as notícias relacionadas à ciência que são divulgadas pela mídia.
- Como o clone é geneticamente idêntico ao animal que doou a célula nucleada, ele é um macho.
- a)** Neurônios são células especializadas na condução do impulso nervoso; queratinócitos são células especializadas na síntese de queratina nos animais; adipócitos são células especializadas no armazenamento de gordura.

c) Células-tronco podem ser encontradas em embriões ou em determinadas regiões do organismo adulto, como a medula óssea. As células-tronco embrionárias podem originar qualquer tipo celular. Nos adultos, as células-tronco encontram-se em número reduzido e podem originar apenas alguns tipos celulares.
- É importante que você faça a mediação da exposição das opiniões dos estudantes, para que os diferentes pontos de vista que surgirem sejam respeitados.

DE OLHO NA BASE

As atividades desta seção desenvolvem a competência específica **2** (compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza). A atividade **5**, por sua vez, desenvolve as competências gerais **2** e **7** e específicas **5** e **8**, no que diz respeito à análise crítica, à argumentação com base em fatos, dados e informações confiáveis, à defesa de ideias e pontos de vista e à tomada de decisões comuns que respeitem e promovam a consciência socioambiental, com posicionamento ético. Também desenvolve as competências específicas **2** e **4**, no que se refere ao debate de questões científicas, tecnológicas, socioambientais e do mundo do trabalho e às implicações políticas e socioambientais da ciência e de suas tecnologias.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Caso julgue necessário, faça uma introdução do tema biopirataria, explorando a definição desse termo e ressaltando a grande biodiversidade existente em nosso país. Você também pode propor aos estudantes que pesquisem casos de biopirataria ocorridos no Brasil.
- Sugira aos estudantes que façam a leitura dos textos e listem eventuais dúvidas.
- Aproveite o tema para discutir com a turma a importância do conhecimento das comunidades tradicionais sobre as plantas da região em que vivem. A área da ciência que estuda esses conhecimentos tradicionais é a etnobotânica. O uso de plantas medicinais por essas comunidades costuma atrair a atenção de empresas e de pesquisadores interessados em novas substâncias com ação farmacológica.

DE OLHO NA BASE

O trabalho com esta seção desenvolve as competências geral 2 e específica 4 (recorrer à reflexão e à análise crítica e avaliar implicações socioambientais da ciência e de suas tecnologias), bem como as competências geral 7 e específica 5 (promover a consciência socioambiental, com posicionamento ético).

Biopirataria

A **biopirataria** é a exploração ilegal de recursos da biodiversidade de um país e a apropriação do patrimônio genético e dos conhecimentos de comunidades tradicionais locais. Como o Brasil apresenta uma das maiores biodiversidades do mundo, é também um dos principais alvos de biopirataria.

Atualmente, existem algumas normas internacionais que regulam esse tipo de exploração. No entanto, a falta de fiscalização e outros fatores tornam a biopirataria uma questão ainda a ser solucionada.

Conheça alguns casos a seguir.

O cupuaçu é nosso!

O cupuaçu é nosso (*Cupuaçu belongs to us*). Com esse slogan, a organização não governamental Amazonlink promoveu um debate sobre a campanha brasileira contra a biopirataria. No centro das discussões estiveram os pedidos de patente e de marca registrada do fruto brasileiro cupuaçu, reivindicados por empresas estrangeiras. [...]

Fonte primária de alimento na Amazônia, tanto para populações indígenas como para animais, o cupuaçu é usado para fazer sucos, sorvetes, tortas e geleias a partir da polpa. Além disso, características semelhantes às do cacau propiciam a fabricação de um tipo de chocolate a partir do caroço do fruto, o chamado “cupulate”.

Com a descoberta dessas potencialidades por empresas internacionais, começaram a pipocar pedidos de patentes sobre a extração do óleo da semente do cupuaçu e sobre a produção do chocolate derivado de seu fruto. [...]

O cupuaçu é apenas um caso entre tantos outros de apropriação indevida de recursos de países megadiversos. [...]

Luciana Cristo. Contra a biopirataria. *Ciência Hoje*, 24 mar. 2006. Disponível em: <http://cienciahoje.org.br/acervo/contr-a-biopirataria/>. Acesso em: 2 fev. 2022.



comprimento: 20 cm

← Cupuaçu. A maior parte dos pedidos de patente do cupuaçu foi feita por uma empresa japonesa, que também registrou o nome “cupuaçu” como marca registrada. Em 2003, após os pedidos e o registro terem sido descobertos, entidades brasileiras abriram processo e, em março de 2004, saiu a decisão que cancelou o registro da marca.

marca registrada: registro de exclusividade no uso de um nome ou de um símbolo.

países megadiversos: grupo de países que detêm a maior parte da biodiversidade mundial; o Brasil é um deles.

patente: registro que garante exclusividade na exploração comercial de uma invenção.

slogan: expressão geralmente curta, fácil de lembrar, utilizada em campanhas publicitárias e políticas, por exemplo, para lançar um produto, uma marca, entre outros.

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

EXPLORANDO O CONHECIMENTO REGIONAL SOBRE PLANTAS MEDICINAIS

Esta atividade incentiva a pesquisa acerca dos conhecimentos locais sobre plantas medicinais.

Objetivos

- Entender e valorizar o conhecimento local.
- Relacionar o conhecimento local ao conhecimento científico.

Material

- computadores com acesso à internet ou acesso a bibliotecas com livros sobre o tema
- cartolinas
- canetas hidrográficas

- tesoura com pontas arredondadas
- cola

Como fazer

1. Organize a turma em grupos de quatro ou cinco estudantes.
2. Oriente os estudantes a buscar informações sobre o uso de plantas medicinais na própria comunidade. Para isso, eles podem conversar com familiares e vizinhos, por exemplo.
3. Os estudantes devem anotar o nome popular das plantas mencionadas e trazer essas informações para a aula.
4. Cada grupo deve selecionar três plantas entre as informações trazidas pelos estudantes e pesquisar os seguintes dados sobre elas:

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

1. Na biopirataria, os conhecimentos de populações tradicionais são apropriados por empresas, que passam a cobrar pelo uso desse conhecimento sem que as populações recebam algo em troca.
2. Observe se os estudantes discutem como essas normas podem evitar que países mais ricos, que em geral detêm um nível maior de desenvolvimento científico e tecnológico, explorem os recursos de países mais pobres sem dar o devido retorno.
3. É importante que os estudantes percebam que, apesar da necessidade dos avanços biotecnológicos, o patrimônio genético e cultural deve ser preservado. Por isso, é fundamental que se busquem alternativas a fim de conciliar esses dois aspectos; por exemplo, pode-se criar campanhas com o intuito de conscientizar a população sobre os problemas que a exploração indevida do patrimônio genético causa a espécies nativas e a comunidades tradicionais.

Curare

Um exemplo de apropriação do conhecimento indígena é o da erva *Chondrodendron tomentosum*, usada por índios para fazer o veneno de flecha curare. A substância ativa tubocurarina foi isolada na década de 1940 e rendeu às empresas Glaxo Wellcome, Abbott e Eli Lilly patentes milionárias de relaxantes musculares usados em cirurgias.

Jararaca

Em 1963, o pesquisador brasileiro Sérgio Ferreira descobriu que o veneno da cobra jararaca tinha um princípio ativo com potencial para remédios anti-hipertensivos. O cientista publicou um artigo sobre a descoberta, mas foi o laboratório Bristol Myers-Squibb quem patenteou o uso da substância. [...]

Andiroba

As sementes da árvore andiroba fornecem um óleo amarelo com propriedades medicinais conhecidas por [indígenas] e caboclos. Ele é usado para tratar bicho-do-pé e como repelente natural de insetos. A empresa francesa Rocher Yves patenteou na década de 1990 o uso do extrato de andiroba para qualquer aplicação cosmética ou farmacêutica.



Foto: Colombari/Acervo da Imagem

↑ Processo de extração do veneno de jararaca. Atente para as gotas que saem das presas da serpente.

Rafael Garcia. Quem vai explorar a biodiversidade amazônica? *Galileu*, ed. 187, fev. 2007. Disponível em: <http://revistagalileu.globo.com/Galileu/0,6993,ECT625254-1948-2,00.html>. Acesso em: 2 fev. 2022.

Para refletir

Responda sempre no caderno.

1. De que forma a biopirataria prejudica as comunidades tradicionais? **Veja resposta em Respostas e comentários.**
2. Com os colegas, discutam a importância da criação de normas que protejam o patrimônio da fauna, da flora e dos conhecimentos tradicionais de um país. **Resposta pessoal.**
3. Leia o texto a seguir e responda à questão.

O patrimônio genético pode ser definido como uma informação de caráter genético presente em amostras originadas de seres vivos. Essas amostras podem ser, por exemplo, substâncias produzidas por esses seres vivos. Para se obter essas substâncias, os seres podem estar vivos ou mortos, ser domesticados ou viver livres na natureza, ao longo do território de um país.

- Algumas pessoas acreditam que a exploração do patrimônio genético é necessária para o avanço da biotecnologia, enquanto outras acreditam que o patrimônio genético e cultural dos países deve ser preservado. Em sua opinião, é possível conciliar essas duas visões? Justifique. **Respostas pessoais.**

- nome científico;
 - propriedades medicinais conhecidas;
 - região de origem;
 - região em que é encontrada atualmente.
5. Os grupos devem organizar as informações a respeito das plantas em um ou mais cartazes e realizar uma apresentação para os colegas, explicando o(s) uso(s) de cada planta pela comunidade.

OUTRAS FONTES

CABALZAR, Aloisio *et al.* (org.). *Manual de etnobotânica: plantas, artefatos e conhecimentos indígenas*. São Paulo: Instituto Socioambiental (ISA); São Gabriel da Cachoeira, AM: Federação das Organizações Indígenas do Rio Negro (Foirn), 2017. Disponível em: https://acervo.socioambiental.org/sites/default/files/publications/Manual_de_Etnobotanica_baixa.pdf. Acesso em: 2 fev. 2022.

Publicado pelo ISA e pelo Foirn, o manual é fruto de um projeto cujo objetivo é unir os conhecimentos indígenas e científicos a respeito das plantas e de seus usos.

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

- Auxilie os estudantes na análise da tabela, caso julgue necessário.
 - O pareamento entre as bases nitrogenadas das duas cadeias da molécula de DNA.
- O importante é que o parágrafo informe que os cromossomos são formados por DNA e proteínas e que os genes são trechos de DNA e se localizam nos cromossomos.
- Genótipo é a constituição genética do indivíduo para determinada característica; fenótipo é a manifestação do genótipo, que pode ser influenciada pelo ambiente.
- Durante a correção, se necessário, lembre o conceito de gameta, para que os estudantes compreendam a resposta.
- Gametas têm cromossomos que carregam as informações genéticas dos pais. Após a fecundação, forma-se o zigoto, que apresenta cromossomos de origem materna e cromossomos de origem paterna, e se desenvolverá em um indivíduo com características herdadas dos pais.
- É importante que os estudantes compreendam que o interesse humano orienta o melhoramento genético.
- Mendel registrou sete traços diferentes, entre eles a textura da ervilha – lisa ou rugosa. Ao cruzar ervilhas lisas com rugosas, ele percebeu que obtinha ervilhas que eram completamente lisas.
 - Que cada híbrido de ervilha herdava ambos os “traços”, mas somente o traço liso se tornava visível. Os traços são os alelos do gene para textura da ervilha.
 - Geração parental lisa (LL) × rugosa (ll):

	L	l
l	Ll	Ll
l	Ll	Ll

100% de ervilhas lisas.

Geração F1: lisa (Ll) × lisa (Ll):

	L	l
L	LL	Ll
l	Ll	ll

$\frac{3}{4}$ de ervilhas lisas.

$\frac{1}{4}$ de ervilhas rugosas.

- Leia o texto, analise a tabela e responda às questões.

O bioquímico austríaco Erwin Chargaff fez uma série de estudos analisando a proporção de adenina, guanina, timina e citosina do material genético de várias espécies. Em todos os casos, ele encontrou uma quantidade muito próxima entre dois tipos de bases nitrogenadas, assim como para os outros dois. Alguns de seus resultados estão mostrados na tabela a seguir.

PORCENTAGEM DE BASES NITROGENADAS EM VARIADAS ESPÉCIES				
Organismo	Adenina	Timina	Guanina	Citosina
Bactéria	26%	23,9%	24,9%	25,2%
Levedura	31,3%	32,9%	18,7%	17,1%
Rato	28,6%	28,4%	21,4%	21,5%
Ser humano	30,9%	29,4%	19,9%	19,8%

Fonte de pesquisa: Anthony J. F. Griffiths e outros. *Introdução à genética*. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013. p. 222.

- A tabela mostra que a proporção é semelhante entre quais tipos de base nitrogenada? **Adenina e timina; guanina e citosina.**
- Qual propriedade do DNA foi evidenciada pelos experimentos de Chargaff?
Veja resposta em Respostas e comentários. Resposta pessoal.
- Escreva um parágrafo relacionando os conceitos de DNA, cromossomo e gene.
Veja resposta em Respostas e comentários.
- Explique o que são genótipo e fenótipo.
Veja resposta em Respostas e comentários.
- Um aluno fez a seguinte afirmação:
“Todas as células humanas têm 46 cromossomos, que formam 23 pares de cromossomos”.
 - A afirmação do aluno está correta? Justifique. **Não. Gametas humanos têm 23 cromossomos.**
- Associe os gametas à transmissão das características hereditárias no ser humano.
Veja resposta em Respostas e comentários.
- Explique o que é melhoramento genético.
É o processo de seleção e modificação de características genéticas com interesse humano.

- Leia o texto a seguir e, depois, discuta com os colegas as questões propostas.

Mendel selecionou 22 variedades diferentes de ervilhas e cruzou-as entre si, mantendo o registro de sete traços diferentes, como a textura da ervilha – lisa ou rugosa. Mendel descobriu que, quando ele cruzava ervilhas lisas com rugosas, ele obtinha ervilhas que eram completamente lisas. Porém, se ele produzisse uma nova geração de ervilhas a partir dos híbridos, um quarto das ervilhas seria rugosa.

Mendel propôs que as ervilhas não estavam misturando seus traços “rugosos” e “lisos”. Cada híbrido de ervilha herdava ambos os traços, mas somente o traço liso se tornava visível. Na geração seguinte, os traços eram transmitidos novamente e um quarto das novas ervilhas herdava dois “traços rugosos”, o que fazia delas rugosas. Mendel havia descoberto o que cientistas iriam, mais tarde, chamar de alelos “dominantes” e “recessivos”.

Genes discretos são herdados. Entendendo a evolução. Instituto de Biociências – Universidade de São Paulo (USP). Disponível em: <https://evosite.ib.usp.br/history/discretogenes.shtml>. Acesso em: 2 fev. 2022.

a) Cruzamento controlado entre variedades de ervilha.

- Que procedimentos científicos Gregor Mendel utilizou em seus estudos com ervilhas?
 - Que características das ervilhas Mendel observou em seus experimentos? O que ele percebeu ao cruzar ervilhas lisas com rugosas? **b), c) e d) Veja respostas em Respostas e comentários.**
 - A que conclusão Mendel chegou sobre os híbridos do primeiro cruzamento? O que seriam os “traços” mencionados no texto?
 - No caderno, monte um esquema mostrando os resultados de cruzamentos obtidos por Mendel para a característica textura da ervilha (lisa ou rugosa) nas duas gerações. Elabore quadros que indiquem os possíveis genótipos de cada geração.
- Leia o texto a seguir e faça o que se pede.
A galinha andaluza é uma variedade da galinha doméstica. Nessa variedade, o cruzamen-

ESTRATÉGIAS DE APOIO

Estas atividades podem ser utilizadas em uma avaliação final sobre o aprendizado dos estudantes.

Aos estudantes que apresentarem dificuldades, pode-se propor a resolução das atividades em duplas ou em trios ou atividades extras sobre cruzamentos genéticos e problemas envolvendo a transmissão de características hereditárias. Caso haja pontos frágeis no domínio de algum conceito, proponha aos estudantes uma pesquisa sobre o tema em que eles tiveram dificuldade, seguida de uma apresentação para a turma. O trabalho pode ser realizado em duplas ou em grupos. Ao final, avalie o desenvolvimento dos estudantes.

to entre indivíduos de plumagem preta com indivíduos de plumagem branca, ambos homocigotos, produz descendentes heterocigotos com plumagem num fenótipo intermediário em relação aos homocigotos: a plumagem cinza-azulada.

O cruzamento de um macho com uma fêmea heterocigotos (ambos com plumagem cinza-azulada, portanto) produz descendentes na proporção 1 : 2 : 1, ou seja: 25% com plumagem preta, 50% com plumagem cinza-azulada e 25% com plumagem branca.

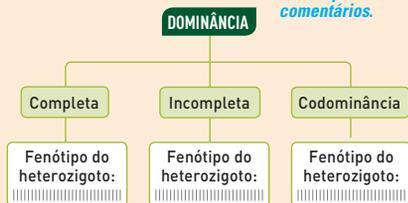
a) Identifique o padrão de dominância relacionado à característica descrita. Justifique sua resposta. **Veja respostas em Respostas e comentários.**

b) Qual é o genótipo dos gametas gerados na geração parental para a característica cor da plumagem? **Plumagem preta × plumagem branca: P_p P_p × P_b P_b.**

9. Sobre a doação de sangue no sistema ABO, elabore uma hipótese que explique o uso dos termos destacados no texto a seguir.

Pessoas com sangue tipo O são consideradas **doadoras universais**, enquanto pessoas com sangue tipo AB são consideradas **receptoras universais**. **Veja resposta em Respostas e comentários.**

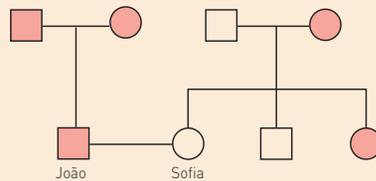
10. Copie o esquema a seguir no caderno. Depois, complete-o, identificando o fenótipo do heterocigoto em cada caso. **Veja resposta em Respostas e comentários.**



11. Leia o texto, analise o heredograma e faça o que se pede.

Ainda no início do século XX, foi descoberto um outro sistema de grupos sanguíneos, o sistema Rh. Ele está relacionado à presença do antígeno fator Rh na superfície das hemácias, e os indivíduos podem ser Rh positivo ou Rh negativo. O sistema Rh é condicionado por um gene com dominância completa entre seus

dois alelos: o alelo dominante R, que produz o sangue tipo Rh positivo, e o alelo recessivo r, que, quando em homocigose, produz o sangue de tipo Rh negativo. O heredograma a seguir mostra a herança dessa característica em uma família. O símbolo preenchido representa os indivíduos com Rh negativo.



a) Qual é o tipo sanguíneo de João? E o de Sofia? Eles são homocigotos ou heterocigotos? **a) e b) Veja respostas em Respostas e comentários.**

b) Qual é o tipo sanguíneo da irmã e o do pai de Sofia? Que alelos cada um deles tem?

c) Qual é a chance de João e Sofia terem um descendente Rh negativo? Construa um quadro para justificar sua resposta.

João (rr) × Sofia (Rr).
12. Leia o texto a seguir e faça o que se pede.

No início da década de 1950, Rosalind Franklin produziu um registro do DNA utilizando raios X. Esse registro fotográfico ajudou Francis Crick e James Watson a elaborar sua proposta de estrutura em dupla-hélice. Trabalhos como os de Maurice Wilkins confirmaram essa estrutura. Watson, Crick e Wilkins foram vencedores do Prêmio Nobel de Fisiologia e Medicina, em 1962.

- Faça uma pesquisa sobre os experimentos de Rosalind Franklin citados no texto, em livros ou sites confiáveis. Depois, discuta com os colegas também sobre o fato de ela não ter sido indicada ao Prêmio Nobel.

Respostas variáveis.

13. O desenvolvimento da genética e da biotecnologia envolve uma série de questões éticas. Tecnologias como a clonagem e o desenvolvimento de organismos transgênicos suscitam essas questões.

- Discuta a importância da participação de pessoas com diversos pontos de vista no debate sobre essas questões.

Resposta pessoal.

8. a) Dominância incompleta, pois o heterocigoto tem fenótipo intermediário aos homocigotos.

b) Os gametas formados pelo indivíduo de plumagem preta são P^p. Os gametas formados pelo indivíduo de plumagem branca são P^b.

9. Espera-se que os estudantes identifiquem a ausência de antígenos nas hemácias de pessoas do tipo O como característica que favorece a doação para todos os grupos sanguíneos (doador universal). As hemácias de pessoas do tipo AB não têm os anticorpos anti-A e anti-B, podendo, assim, receber sangue de todos os tipos sem risco de incompatibilidade (receptor universal).

10. Completa: o heterocigoto apresenta a mesma característica do homocigoto dominante. Incompleta: o heterocigoto apresenta característica intermediária. Codominância: o heterocigoto apresenta as características dos dois homocigotos.

11. a) João é do tipo Rh negativo e é homocigoto recessivo (rr); Sofia é do tipo Rh positivo e é heterocigota (Rr).

b) A irmã de Sofia é do tipo Rh negativo (rr); o pai dela é do tipo Rh positivo (Rr).

c) João (rr) × Sofia (Rr)

	r	r
R	Rr	Rr
r	rr	rr

A chance de nascer uma criança do tipo Rh negativo é 50%.

12. O objetivo é que os estudantes questionem os motivos que possam ter impedido Rosalind Franklin de receber o mérito pelo trabalho que realizou. A discussão pode ser expandida para a discriminação contra as mulheres nas ciências.

Respeito aos outros

13. Espera-se que os estudantes compreendam a importância de escutar pessoas com opiniões distintas antes de tomar decisões que afetem a população. Pode-se aproveitar a conversa para saber se eles se sentem representados nas discussões sobre saúde e meio ambiente do país. Debata quais são as formas de aumentar a participação popular nessas questões.

DE OLHO NA BASE

Na seção *Atividades integradas*, a habilidade EF09CI08 é trabalhada nas atividades 2, 3, 4, 5 e 11. Por sua vez, a atividade 7 promove o processo cognitivo, o objeto de conhecimento e o modificador da habilidade EF09CI09; essa habilidade também tem seu modificador desenvolvido nas atividades 8, 10 e 11. Quanto às competências, são desenvolvidas as competências gerais 1 e 7 e específicas 2, 3 e 4. A atividade 13 promove o respeito à diversidade de opiniões, desenvolvendo a competência geral 9.



Capítulo 1 – Hereditariedade

- Reconheço a hereditariedade como mecanismo de transmissão das características de uma geração a outra por meio do material genético e a herança biológica como o conjunto de características hereditárias de um ser?
- Utilizo corretamente conceitos gerais da genética, como cromossomos, DNA, gene e alelo, homocigoto, heterocigoto, dominante e recessivo?
- Percebo a influência do ambiente sobre o genótipo na determinação do fenótipo?
- Simulo, por meio de um teste, a transmissão de características em dois seres parentais para verificar os fenótipos e os genótipos deles e dos filhos?
- Analiso um heredograma simples, a fim de obter informação sobre a descendência?
- Associo os gametas à transmissão de características hereditárias e percebo as relações estabelecidas entre os indivíduos de diferentes gerações?
- Sou capaz de inferir características hereditárias e não hereditárias, componentes de nossa identidade?

Capítulo 2 – O estudo da genética

- Entendo as proposições da primeira e da segunda lei de Mendel?
- Percebo que há padrões variados de hereditariedade?
- Represento o cruzamento genético entre seres vivos, indicando o genótipo da geração parental e dos descendentes?
- Construo e interpreto um heredograma para uma característica em uma família aplicando corretamente as representações gráficas para as relações de dominância e de recessividade nos alelos de cada indivíduo?
- Proponho um experimento capaz de identificar corretamente organismos homocigotos e heterocigotos para uma dada característica?

Capítulo 3 – Genética e tecnologia

- Compreendo o que é biotecnologia?
- Identifico os transgênicos como um tipo de organismo geneticamente modificado e os diferentes pontos de vista sobre a utilização desses seres?
- Entendo o que é clonagem, suas oportunidades de aplicação e questões éticas relacionadas a ela, como a clonagem humana?
- Reflito sobre o respeito às crenças individuais?
- Identifico a biopirataria como uma forma de desrespeito à natureza, ao patrimônio genético e às comunidades tradicionais de um país?



OBJETIVOS

Capítulo 1 – Como os seres vivos surgem?

- Compreender o desenvolvimento do pensamento científico a respeito da origem e da geração dos seres vivos.
- Conhecer algumas das hipóteses e dos experimentos usados para explicar a origem da vida na Terra.

Capítulo 2 – Evolução dos seres vivos

- Conhecer as teorias de Lamarck e de Darwin e Wallace sobre a evolução dos seres vivos.
- Explicar as principais propostas dessas duas teorias.
- Perceber que a ciência é uma construção coletiva que está em constante aperfeiçoamento.

Capítulo 3 – A evolução acontece

- Conhecer algumas evidências da evolução dos seres vivos e perceber a importância de cada uma delas.
- Construir noções sobre a evolução humana.
- Refletir sobre algumas causas que impedem o acesso universal à educação formal.

JUSTIFICATIVA

Atualmente aceita pela imensa maioria da comunidade científica, a teoria da evolução biológica vem acumulando, ao longo dos anos, evidências das mais diversas áreas da ciência. Do estudo dos fósseis à genética molecular, os dados científicos têm mostrado que a evolução é um fato: os organismos evoluíram e continuam a evoluir. Diante disso, é fundamental que os estudantes reconheçam e compreendam os processos que moldam a diversidade da vida. Assim, o capítulo 1 apresenta algumas das ideias de diferentes cientistas, suas hipóteses e seus experimentos sobre a geração dos organismos e a origem da vida ao longo do tempo, reforçando, desse modo, a ideia de que a construção do conhecimento científico é um empreendimento humano histórico e coletivo. O capítulo 2 enfatiza os aspectos históricos, em especial as ideias de três relevantes naturalistas que se dedicaram ao estudo da evolução biológica. Por fim, o capítulo 3 ressalta algumas das evidências utilizadas pelos cientistas que também contribuem para aprimorar a compreensão dos mecanismos subjacentes à evolução dos seres vivos, inclusive a evolução humana.

SOBRE A UNIDADE

A unidade aborda a origem da vida e a evolução biológica. As especulações sobre a origem da vida provavelmente são tão antigas quanto o raciocínio abstrato. Diferentes culturas em todo o mundo criaram mitos e lendas procurando explicar essa origem – e a ciência também. Esse tema, assim como o da evolução biológica, continua presente na mídia e no trabalho de pesquisadores das mais diversas áreas do saber.

As teorias evolucionistas revolucionaram a Biologia, redefinindo a maneira como os seres vivos são classificados e como os seres humanos compreendem a si mesmos. O capítulo 1 trata da geração dos seres vivos e da origem da vida, apresentando experimentos realizados para testar hipóteses relacionadas a esses temas. Já os capítulos 2 e 3 abordam a evolução biológica e evidenciam exemplos de adaptações resultantes do processo evolutivo. As ideias de Lamarck e de Darwin e Wallace são exploradas, assim como as evidências de que a seleção natural está relacionada à diversidade biológica, desenvolvendo as habilidades **EF09CI10** e **EF09CI11**, além dos aspectos já destacados nos objetivos e na justificativa. A unidade aborda, ainda, a valorização do direito à educação.

Em relação às competências, são trabalhadas nesta unidade as competências gerais da Educação Básica **1, 2 e 7** e específicas de Ciências da Natureza **1, 2, 3 e 5**, especialmente aquelas relacionadas à valorização dos conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico e à compreensão do conhecimento científico como provisório e histórico (competências geral **1** e específica **1**), à compreensão de conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza (competência específica **2**) e à construção de uma sociedade justa e democrática (competências geral **1** e específica **2**).

MAPA DA UNIDADE

CONTEÚDOS	BOXES/SEÇÕES ESPECIAIS	HABILIDADES	COMPETÊNCIAS	TCTS
CAPÍTULO 1 – COMO OS SERES VIVOS SURGEM?				
<ul style="list-style-type: none"> • Geração espontânea × biogênese • Experimentos de Redi • Experimentos de Needham e Spallanzani • Experimentos de Pasteur • Hipótese da evolução química da vida • Experimentos de Miller e Urey e de Fox • Hipótese da panspermia • Hipóteses heterotrófica e autotrófica 			(CGEB1) (CGEB2) (CECN1) (CECN2) (CECN3)	
CAPÍTULO 2 – EVOLUÇÃO DOS SERES VIVOS				
<ul style="list-style-type: none"> • Fixismo × evolucionismo • Teoria de Lamarck • Evolução segundo Darwin e Wallace • Teoria sintética da evolução 	BOXE VALOR A educação na Constituição PRÁTICAS DE CIÊNCIAS A leitura e a pesquisa de informações	(EF09CI10) (EF09CI11)	(CGEB1) (CGEB2) (CGEB7) (CECN1) (CECN2) (CECN3) (CECN5)	
CAPÍTULO 3 – A EVOLUÇÃO ACONTECE				
<ul style="list-style-type: none"> • Evidências da evolução dos seres vivos • Evolução humana 	AMPLIANDO HORIZONTES O direito à educação formal	(EF09CI10) (EF09CI11)	(CGEB1) (CGEB2) (CGEB7) (CECN1) (CECN2) (CECN3) (CECN5)	Educação em direitos humanos

EVOLUÇÃO

O termo evolução costuma ser empregado no dia a dia como sinônimo de progresso ou melhoria. Para as Ciências da Natureza, porém, evolução tem outro significado: o de descendência com modificação. Nesta unidade, você vai conhecer um pouco da história do pensamento evolutivo, os mecanismos básicos da evolução biológica e as principais teorias sobre a origem da vida na Terra.

CAPÍTULO 1
Como os seres vivos surgem?

CAPÍTULO 2
Evolução dos seres vivos

CAPÍTULO 3
A evolução acontece

1. Resposta pessoal. É possível que os estudantes já tenham entrado em contato com algumas das hipóteses sobre a origem da vida na Terra, como a de que a vida surgiu no mar, por exemplo.

PRIMEIRAS IDEIAS

2. Resposta pessoal. É importante que os estudantes justifiquem seu posicionamento. Oriente-os a sempre procurar fontes confiáveis para a elaboração de argumentos, não somente quanto à origem dos seres vivos, mas também a respeito de qualquer assunto.

1. Como você supõe que a vida tenha surgido na Terra?
2. Você acredita que um ser vivo pode surgir sem que outro ser vivo tenha lhe dado origem? Explique.
3. Por que muitos seres vivos que habitaram a Terra no passado são diferentes dos seres atuais? Resposta variável. É possível que os estudantes mencionem a seleção natural e a extinção das espécies.
4. Em sua opinião, os fósseis podem ajudar a explicar como era a Terra no passado? Justifique sua resposta. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes reconheçam que os fósseis são registros de tempos antigos e, por isso, são muito importantes na reconstrução teórica de como eram os ambientes no passado.

PRIMEIRAS IDEIAS

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Estas questões podem ser utilizadas para mapear os conhecimentos prévios dos estudantes sobre os conteúdos que serão abordados nesta unidade. Nesse momento inicial, se julgar oportuno, observe e registre os pontos de maior fragilidade no aprendizado dos estudantes e os conceitos que aparentemente eles têm mais consolidados, a fim de utilizá-los no planejamento das aulas.

LEITURA DA IMAGEM

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

1. Os coleópteros são comumente chamados de besouros. Nesses animais, as asas anteriores modificadas por endurecimento são denominadas élitros.
2. Como semelhanças, os estudantes podem mencionar a forma geral ovalada do corpo e a presença de asas de aspecto rígido. Como diferenças, eles podem apontar a variação no tamanho e nas cores, bem como na cabeça e nas peças bucais dos animais.

Justiça – direito à educação

4. Espera-se que os estudantes respondam que a educação formal é um direito. Lembre-os de que milhares de pessoas no mundo não têm acesso à educação formal e, por isso, são prejudicadas em diferentes áreas da vida, como no mercado de trabalho, no acesso à cultura e no pleno exercício da cidadania, entre outras.



LEITURA DA IMAGEM

1. Que animais estão retratados na foto? *A foto retrata diversas espécies de besouros.*
2. Identifique as diferenças e as semelhanças entre esses animais. *Veja resposta em Respostas e comentários.*
3. Como é possível explicar as diferenças encontradas entre esses animais? *Resposta pessoal. Verifique se os estudantes chamam a evolução biológica e a diversificação de uma espécie ancestral.*
4. Em sua opinião, a educação formal, ou seja, aquela que ocorre nas escolas, é um direito ou um privilégio? Justifique sua resposta.

Respostas pessoais.



Museu de História Natural, Londres. Fotografias: Alamy/Photoarena

Coleção de animais coletados pelo naturalista britânico Alfred Russel Wallace (1823-1913) pertencente ao acervo do Museu de História Natural de Londres, Inglaterra.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Caso julgue oportuno, ao desenvolver a atividade 2, escolha dois besouros da foto de abertura e peça a um estudante que descreva as diferenças e as semelhanças entre eles. Faça isso com as imagens de outros besouros, envolvendo e incentivando a participação dos estudantes.
- O trabalho do naturalista britânico Alfred Russel Wallace será tratado no capítulo 2 desta unidade.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- A pergunta em *Para começar* é outro momento propício ao levantamento de conhecimentos prévios dos estudantes e para um planejamento inicial. Caso julgue oportuno, inicie a aula sobre esse tema com base nas concepções prévias apresentadas pela turma. Você pode promover uma roda de discussão com os estudantes. Anote na lousa as principais ideias que surgirem e peça a eles que as copiem no caderno. Retome-as ao final do trabalho com o capítulo. A reflexão e a elaboração de hipóteses promovem o protagonismo dos estudantes.
- Pergunte aos estudantes se eles sabem como as enguias são geradas. Mesmo que eles não saibam exatamente como uma enguia se reproduz, é provável que suas respostas se aproximem mais das ideias da biogênese do que das ideias da geração espontânea. Apresente as ideias de Aristóteles e chame atenção da turma para a importância da construção do conhecimento científico ao longo do tempo.
- Embora atualmente os conceitos apresentados por Aristóteles possam parecer simplistas, explique aos estudantes a importância desse filósofo para o desenvolvimento do conhecimento científico.
- O conteúdo desta unidade pode ser explorado relacionando-o às habilidades EF09CI08 e EF09CI09, trabalhadas na unidade 7.

DE OLHO NA BASE

O conteúdo das páginas 212 e 213 promove a competência geral da Educação Básica 1 e as competências específicas de Ciências da Natureza 1 e 3, no que se refere à valorização dos conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico e à compreensão do conhecimento científico como provisório e histórico, bem como de fenômenos e processos relativos ao mundo natural.

Capítulo

1

COMO OS SERES VIVOS SURGEM?

PARA COMEÇAR

Desde a Antiguidade, a humanidade procura entender a geração dos seres vivos. Em sua opinião, como os primeiros seres vivos surgiram na Terra?

Resposta pessoal. Os estudantes podem dar diferentes explicações para a origem da vida, como a teoria do Big Bang, a panspermia, a criação divina e a evolução química. Anote as hipóteses levantadas pelos estudantes e aproveite para promover uma discussão no sentido de valorizar e respeitar as concepções não científicas e alternativas deles.

↓ Os estudos de Aristóteles sobre as enguias de água doce foram bem detalhados. Para ele, esses seres surgiam por geração espontânea. Na foto, enguia da espécie *Anguilla anguilla*.

GERAÇÃO ESPONTÂNEA × BIOGÊNESE

A origem e a geração dos seres vivos são estudadas pelo ser humano há muito tempo. Ao longo da história, duas ideias principais sobre a geração dos seres vivos foram elaboradas:

- **Geração espontânea** – um organismo pode se originar da matéria disponível no ambiente, sem a necessidade de outro organismo que o gere.
- **Biogênese** – todos os seres vivos têm origem em outro ser vivo.

Na época do filósofo grego Aristóteles (384 a.C.-322 a.C.), acreditava-se que os animais poderiam surgir por geração espontânea. Segundo ele, muitos animais e plantas eram gerados por organismos semelhantes aos descendentes, mas alguns seres vivos, como enguias de água doce, ostras e moscas, poderiam surgir sem “pais”.

Em seus estudos, Aristóteles não conseguiu encontrar os órgãos sexuais nem os ovos das enguias, por exemplo. Por isso, concluiu que elas eram geradas espontaneamente a partir da matéria do ambiente.



W. Mendel/Burton-Beard/
Norden - PictureFotostore

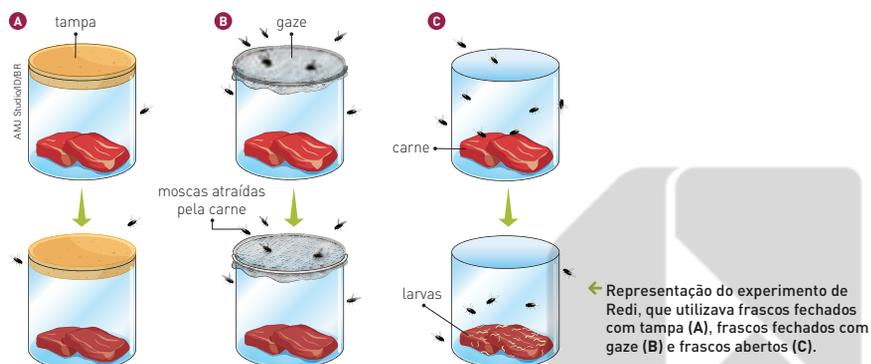
EXPERIMENTOS SOBRE A GERAÇÃO DOS SERES VIVOS

Até o início do século XVII, a ideia de que muitos organismos poderiam surgir de forma espontânea era aceita de modo praticamente unânime. Acreditava-se, por exemplo, que a carne em decomposição originava vermes – que hoje sabemos ser larvas de moscas.

Porém, evidências de que, ao menos nesse caso, a geração espontânea não era uma explicação adequada foram obtidas pelo padre e naturalista italiano Francesco Redi (1626-1697).

Para verificar o modo como ocorria a “geração” dos vermes sobre a carne em decomposição, Redi realizou experimentos que estão descritos em sua obra *Experiências sobre a geração de insetos*, de 1668.

Redi colocava porções de carne de diversos animais em vários recipientes. Alguns recipientes eram fechados com tampa. Outros eram fechados com gaze, procedimento que Redi adotou para testar a ideia corrente na época de que a geração espontânea dependia da exposição do material ao ar. Por fim, alguns recipientes permaneciam abertos. Veja o esquema a seguir.



Com o tempo, moscas eram atraídas pelo cheiro da carne em decomposição, mas só conseguiam entrar nos recipientes abertos. Redi observou que ovos eram colocados sobre a carne dos frascos abertos e que, posteriormente, deles saíam larvas que davam origem a moscas adultas. Nos frascos fechados, não surgiam larvas na carne. Redi concluiu, então, que as moscas nasciam dos ovos, e não por geração espontânea.

Os experimentos de Redi contribuíram para que as ideias de geração espontânea perdessem a credibilidade no fim do século XVII. No entanto, havia casos para os quais a geração espontânea oferecia uma possibilidade de explicação. O próprio Redi, ainda que de modo relutante, aceitava que alguns seres vivos podiam ser originados de forma espontânea, como os vermes que parasitam o intestino humano.



↑ Retrato de Francesco Redi, século XIX.

Coleção particular. Encargado: Fabiana de/ Biologia/online/ Coleção História/Alamy/Forstena

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Antes de iniciar o trabalho com o conteúdo desta página, leia com os estudantes o texto do experimento representado nas imagens, perguntando a eles o que podem inferir por meio da observação delas. Peça a eles que expliquem o que entenderam do experimento.
- Explique aos estudantes o conceito de grupo-controle e peça a eles que identifiquem qual é o grupo-controle no experimento de Redi.
- Destaque a importância da investigação e da experimentação na ciência como forma de obter evidências empíricas para, eventualmente, corroborar ou refutar uma hipótese.
- Francesco Redi é, muitas vezes, apontado como um dos precursores do chamado método científico. De fato, o experimento reproduzido nesta página do Livro do Estudante é um exemplo de experimento elaborado e desenvolvido com rigor. No entanto, é importante notar que essa é uma das formas de fazer ciência. O chamado método científico é um dos modos de investigar a natureza, e não o único.

(IN)FORMAÇÃO

Francisco Redi e o método experimental

Fazendo um paralelo do trabalho dos dois grandes nomes da ciência, Galileu [Galilei, 1564-1642] e Redi, ambos tendo morado na cidade italiana de Florença, Cole diz [...] que “Galileu introduziu o método experimental no estudo das ciências físicas. Redi demonstrou que o método experimental era o mais eficiente meio de se chegar à verdade concernente aos fenômenos biológicos”. [...]

Diz Huxley [...], ao analisar a obra de Redi, que “a extrema simplicidade de suas experiências e a transparência de suas ideias resultaram, aos poucos, a aceitação de suas teorias e de suas consequências”.

De suas experiências sobre a geração dos insetos, tirou Redi o rótulo de seu livro, publicado em 1668, *Esperienze intorno alla generatione degli insetti* (“Experiências em torno da geração dos insetos”) e escrito sob a forma de carta a um amigo, o “*illustrissimo signor Carlo Dati*”. Na carta-livro (ou “livro-carta”), Redi conversa, teoricamente, com o amigo Dati, explicando-lhe todas as etapas de seu trabalho experimental, bem como apresentava um estudo crítico e histórico sobre a teoria da geração espontânea [...].

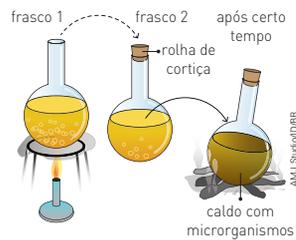
MENEZES, Orlando Bastos de. A origem dos seres vivos, à luz da evolução do pensamento humano. *Sitientibus*, Feira de Santana, n. 11, p. 72, jan./jun. 1993.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Antes de iniciar o trabalho com o conteúdo desta página, peça aos estudantes que leiam o texto dos experimentos representados nas imagens, perguntando as diferenças entre eles e em qual dos experimentos eles acreditam que as chances de um resultado mais confiável sejam maiores.
- Solicite aos estudantes que, no decorrer do capítulo, anotem no caderno o nome dos cientistas citados no texto e elaborem uma síntese sobre os experimentos desses cientistas, produzindo, para isso, um quadro-resumo que poderá ser utilizado por eles, quando necessário.
- Verifique a possibilidade de desenvolver a *Atividade complementar* sugerida nesta página do manual. Além de auxiliar na assimilação do conteúdo por meio de uma estratégia didática multimodal, possibilitando a inserção de imagens e de textos, essa atividade propicia um trabalho interdisciplinar com o componente curricular Língua Portuguesa, relacionado ao objeto de conhecimento Textualização, revisão e edição.

DE OLHO NA BASE

O conteúdo das páginas 214 e 215 dá prosseguimento ao trabalho com a competência geral da Educação Básica **1** e as competências específicas de Ciências da Natureza **1** e **3**, no contexto dos experimentos (e das controvérsias) de Needham e Spallanzani e dos experimentos de Pasteur.



↑ Esquema simplificado de um dos experimentos desenvolvidos por John Needham. (Representação sem proporção de tamanho e distância entre os elementos; cores-fantasia.)

Needham e Spallanzani

Com a invenção dos microscópios no fim do século XVI, a humanidade passou a conhecer os microrganismos, como bactérias e protozoários. Para muitos estudiosos, organismos tão simples só poderiam se reproduzir de forma espontânea.

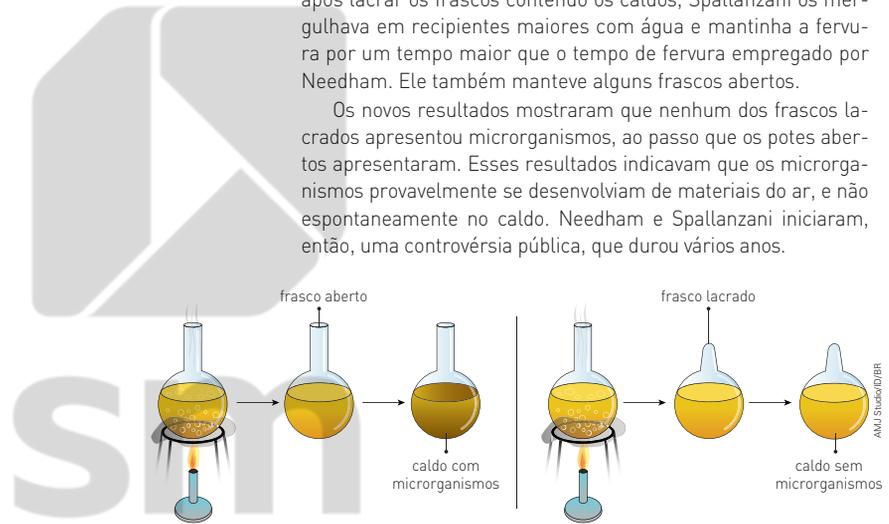
Esse tema provocou controvérsia entre o padre e naturalista inglês John Tuberville Needham (1713-1781) e o também padre e naturalista italiano Lazzaro Spallanzani (1729-1799).

Needham realizou experimentos em que colocava caldo de carne de carneiro fervido, e ainda quente, em um frasco que, em seguida, era fechado com uma rolha de cortiça. Após algum tempo, ele recolhia amostras do caldo e as observava ao microscópio. Needham observou grande quantidade de microrganismos no caldo. Ele repetiu o procedimento com caldos de diversos animais e plantas, obtendo sempre os mesmos resultados.

Segundo Needham, a fervura dos caldos e o fechamento dos frascos impediria que microrganismos do ambiente contaminassem os caldos. Ele concluiu que os microrganismos eram gerados espontaneamente por uma força vital.

Os experimentos de Needham foram repetidos por Lazzaro Spallanzani, em 1761, e apresentaram os mesmos resultados obtidos pelo naturalista inglês. Spallanzani, então, fez algumas alterações nos procedimentos, pois ele acreditava que Needham não havia fervido os caldos por tempo suficiente. Por exemplo, após lacrar os frascos contendo os caldos, Spallanzani os mergulhava em recipientes maiores com água e mantinha a fervura por um tempo maior que o tempo de fervura empregado por Needham. Ele também manteve alguns frascos abertos.

Os novos resultados mostraram que nenhum dos frascos lacrados apresentou microrganismos, ao passo que os potes abertos apresentaram. Esses resultados indicavam que os microrganismos provavelmente se desenvolviam de materiais do ar, e não espontaneamente no caldo. Needham e Spallanzani iniciaram, então, uma controvérsia pública, que durou vários anos.



↑ Esquema simplificado do experimento de Lazzaro Spallanzani. Note que os microrganismos surgiram apenas nos frascos abertos, o que é evidenciado pelo líquido turvo. (Representação sem proporção de tamanho e distância entre os elementos; cores-fantasia.)

214

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

LINHA DO TEMPO SOBRE GERAÇÃO DOS SERES VIVOS

Apresente aos estudantes os textos da série O mistério da geração, produzidos pela InVivo (da Fundação Oswaldo Cruz) e indicados a seguir.

- TEIXEIRA, Luis Antonio; PALMA, Ana. O mistério da geração 1: de gansos e árvores. Disponível em: <http://www.invivo.fiocruz.br/cienciaetecnologia/o-misterio-da-geracao-1-de-gansos-e-arvores/>. Acesso em: 10 maio 2022.
- TEIXEIRA, Luis Antonio; PALMA, Ana. O mistério da geração 2: o debate pega fogo. Disponível em: <http://www.invivo.fiocruz.br/cienciaetecnologia/o-misterio-de-geracao-2-o-debate-pega-fogo/>. Acesso em: 10 maio 2022.
- TEIXEIRA, Luis Antonio; PALMA, Ana. O mistério da geração 3: Pasteur sobe a montanha. Disponível em: <http://www.invivo.fiocruz.br/>

[cienciaetecnologia/o-misterio-da-geracao-3-pasteur-sobe-a-montanha/](http://www.invivo.fiocruz.br/cienciaetecnologia/o-misterio-da-geracao-3-pasteur-sobe-a-montanha/). Acesso em: 10 maio 2022.

Com base nesses textos, solicite aos estudantes que elaborem uma linha do tempo a partir do século XVII – com o experimento de Redi – até o século XIX – com o experimento de Pasteur. Incentive-os a colocar pequenos boxes de curiosidades ao longo da linha do tempo.

Para aprofundar ainda mais essa produção, é possível pesquisar o contexto histórico em que cada cientista estava inserido, já que fatores externos, como política e religião, podem explicar determinadas posições tomadas no período. Se julgar pertinente, apresente aos estudantes outros dados que eles podem acrescentar à linha do tempo.

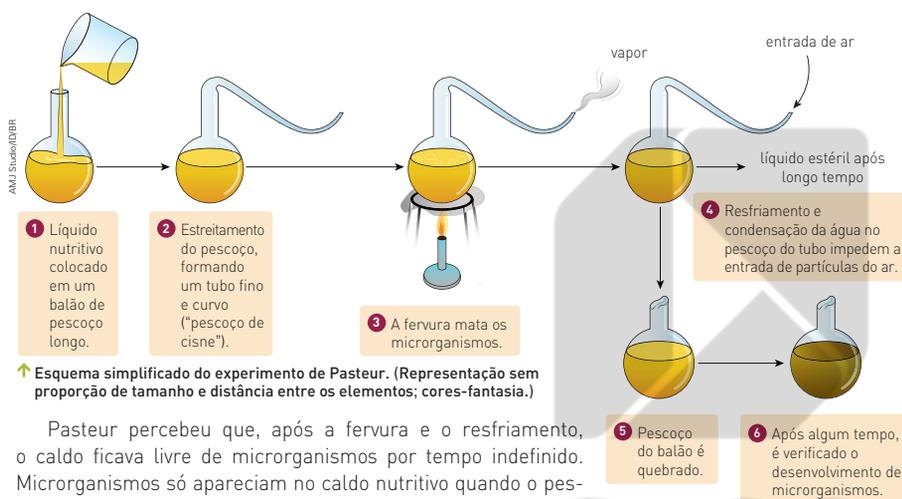
Os experimentos de Pasteur

Em 1860, a Academia de Ciências de Paris ofereceu um prêmio ao pesquisador que produzisse o melhor trabalho sobre o tema da geração dos seres vivos. A academia era contrária à ideia da geração espontânea. Assim, o prêmio era uma oportunidade para que um estudo refutasse essa ideia com evidências baseadas em resultados de experimentos.

O cientista francês Louis Pasteur (1822-1895) foi o único a se inscrever, ganhando o prêmio. Em seu trabalho, Pasteur apresentou evidências contrárias à geração espontânea.

O experimento realizado por Pasteur era uma variação dos experimentos com caldos fervidos de Needham e de Spallanzani. A inovação estava nos frascos: eles tinham um pescoço longo, fino e encurvado, chamado “pescoço de cisne”.

Esse formato permitia que o ar entrasse no frasco, o que respondia às críticas ao experimento de Spallanzani, de que os frascos lacrados impediram o contato com o ar, onde estaria a força vital. O pescoço encurvado impedia que a poeira e os microrganismos chegassem ao caldo, pois eles aderiam à parte de dentro do pescoço do frasco. Após a fervura, o caldo era resfriado.



Pasteur percebeu que, após a fervura e o resfriamento, o caldo ficava livre de microrganismos por tempo indefinido. Microrganismos só apareciam no caldo nutritivo quando o pescoço do frasco era quebrado e materiais presentes no ar podiam cair diretamente no caldo.

Os resultados dos experimentos de Pasteur mostraram que, nas condições em que ele trabalhou, a geração espontânea de microrganismos não ocorria. Esses resultados tiveram grande importância, pois foram a base para que, posteriormente, a comunidade científica aceitasse que a geração espontânea não é um fenômeno observado na natureza.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Faça com os estudantes a leitura do texto que aborda os experimentos de Pasteur e peça a eles que comparem e destaquem as principais diferenças entre os experimentos do cientista francês com os de Needham e Spallanzani.
- É comum encontrar em materiais didáticos a declaração de que Pasteur teria derrubado em definitivo a teoria da geração espontânea. No entanto, o trabalho de historiadores da ciência demonstra que isso é um equívoco. Após os prêmios concedidos a Pasteur pela Academia de Ciências de Paris, alguns estudiosos ainda acreditavam que, em certos casos, a geração espontânea seria a explicação mais viável para a geração de seres vivos. Além disso, é importante ressaltar que Pasteur demonstrou que, nas condições específicas por ele testadas, a geração espontânea não ocorria. Essa conclusão, no entanto, não poderia ser extrapolada universalmente para todos os possíveis casos de ocorrência de geração espontânea. Para isso, seria necessário testar cada um desses casos.
- Além dos experimentos sobre a geração dos seres vivos, Pasteur desenvolveu muitos outros experimentos e técnicas relacionados à microbiologia. O box *Outras fontes*, nesta página do manual, traz informações sobre a vida de Pasteur. Caso julgue pertinente, trabalhe com os estudantes trechos da biografia indicada.

OUTRAS FONTES

GOUVEIA-MATOS, João Augusto de Mello. Pasteur: ciência para ajudar a vida. *Química Nova na Escola*, n. 6, nov. 1997. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc06/historia.pdf>. Acesso em: 7 fev. 2022.

O texto traz uma breve biografia de Louis Pasteur, com ênfase em seus trabalhos relacionados à microbiologia.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Explique aos estudantes que os coacervados, embora apresentem organização semelhante à da membrana citoplasmática, não podem ser considerados organismos vivos. Essas estruturas artificiais têm diversas denominações, por exemplo: protobiontes, microsferas, protocélulas e micelas, entre outras.
- Para instigar a imaginação dos estudantes, apresente outras imagens que representem a Terra primitiva, para que possam compará-las com a Terra que hoje conhecemos.

DE OLHO NA BASE

O conteúdo das páginas 216 e 217 promove as competências geral **1** e específicas **1** e **3**, no âmbito da valorização dos conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico e da compreensão do conhecimento científico como provisório e histórico, bem como de fenômenos e processos relativos ao mundo natural e tecnológico.

Representação artística das condições da Terra primitiva, conforme imaginado por Oparin. Note a presença de raios e de água líquida. (Representação sem proporção de tamanho; cores-fantasia.)



Cris Almeida/IDBR

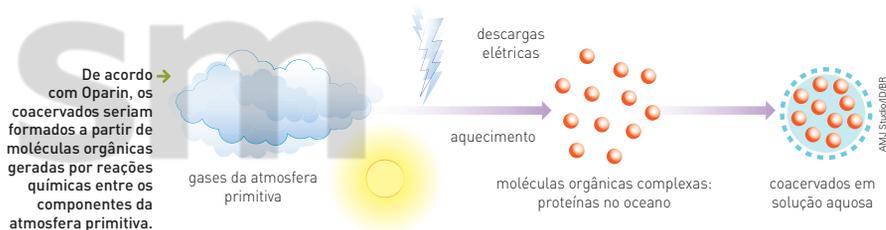
HIPÓTESE DE OPARIN-HALDANE

Na Inglaterra, em 1939, o biólogo John Haldane (1892-1964) apresentou uma proposta semelhante à de Oparin. Assim, por causa da semelhança entre as ideias desses cientistas, a hipótese que eles defendiam também ficou conhecida como **hipótese de Oparin-Haldane**.

Oparin propôs que a atmosfera primitiva era formada por metano (CH_4), amônia (NH_3), monóxido de carbono (CO), hidrogênio (H_2) e vapor de água (H_2O). Não existia O_2 e, portanto, também não existia a camada de ozônio (O_3). Assim, a superfície terrestre recebia grande quantidade de radiação UV. Além disso, as temperaturas eram elevadas e ocorriam constantes tempestades com descargas elétricas.

Segundo a hipótese de Oparin, esse ambiente favorecia a ocorrência de inúmeras reações químicas espontâneas entre os componentes da atmosfera. Dessas reações teriam surgido substâncias mais complexas, como carboidratos, aminoácidos, ácidos graxos e nucleotídeos. Essas substâncias compõem os seres vivos que conhecemos hoje.

Ao realizar experimentos, Oparin observou que, quando proteínas estavam dispersas em uma solução, elas se associavam em pequenas estruturas. Ele chamou essas estruturas de **coacervados** e acreditava que elas teriam se formado nos oceanos primitivos. O primeiro ser vivo teria sido um coacervado que tinha desenvolvido a capacidade de se reproduzir.



216

(IN)FORMAÇÃO

A química pré-biótica

Os aminoácidos são fundamentais para a vida. No mundo atual eles são produzidos por intermédio das proteínas, no interior das células. Para a vida ter surgido, eles precisariam ter sido produzidos por processos abióticos (inorgânicos). A proposta Oparin-Haldane é que os aminoácidos teriam sido produzidos a partir de moléculas carbonadas mais simples, num ambiente redutor [baixa concentração de O_2]. Nos anos 1950, Harold Urey (1893-1981) argumentou que a atmosfera da Terra, em sua origem, era parecida com a dos planetas gasosos (Júpiter, Saturno, Urano e Netuno). Eles teriam mantido suas atmosferas quase inalteradas por causa da grande massa (alta gravidade) e baixa temperatura (distantes do Sol). Os planetas rochosos (Mercúrio,

Vênus, Terra e Marte) as teriam perdido pela baixa gravidade e pela proximidade do Sol, que teria dissociado as moléculas pela ação dos raios UV e que produz alta temperatura atmosférica. Como Júpiter e seus parceiros gasosos têm atmosfera rica em amônia (NH_3), metano (CH_4) e hidrogênio (H_2), assim também teria sido a atmosfera primitiva da Terra e dos outros planetas rochosos.

A hipótese de Urey entusiasmou seu aluno Stanley Miller. Ele conhecia a teoria de Oparin de que os aminoácidos poderiam se formar por processos abióticos numa atmosfera redutora e decidiu colocar isso à prova no laboratório. Em 1953, montou um experimento mimetizando os processos atmosféricos, em que um gás de amônia, metano e hidrogênio passava por uma câmara onde havia descargas elétricas, depois era condensado num recipiente de água e evaporado novamente, num ciclo contínuo. Em poucos dias

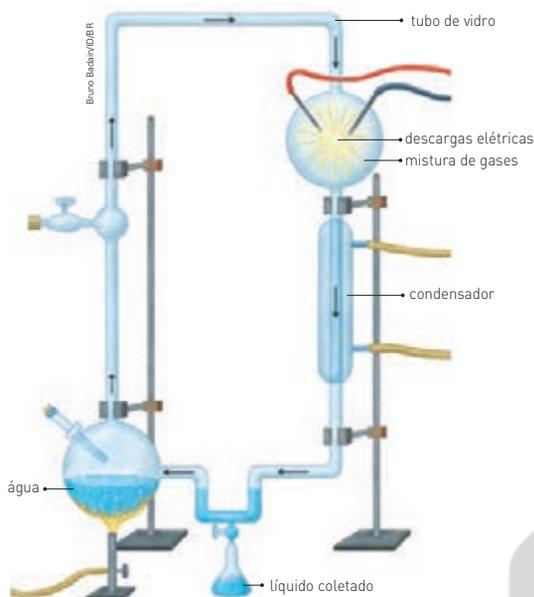
se formou um precipitado rico em aminoácidos. Esse resultado é espetacular e abriu horizontes novos para o entendimento da origem da vida. O experimento é um cartão-postal exibido pelos professores de ciências como sendo a demonstração de que foi assim que a vida se originou na Terra, mas isso é incorreto por dois motivos.

O primeiro problema com o experimento de Miller é que a atmosfera da Terra nunca foi redutora, pelo menos no grau necessário para formar aminoácidos. As inúmeras variantes do experimento de Miller, quando realizadas em ambientes neutros (intermediário entre oxidante e redutor) ou baixamente redutores, nunca produziram quantidades relevantes de aminoácidos. A ideia de atmosferas redutoras em planetas rochosos foi demonstrada inconsistente pela planetologia por volta dos anos 1970 [...]. Os planetas rochosos se formaram a partir de poeira seca, sem a capa

O EXPERIMENTO DE MILLER E UREY

Em 1953, os cientistas estadunidenses Stanley Miller (1930-2007) e Harold Urey (1893-1981) elaboraram um experimento com base na hipótese de Oparin-Haldane. Eles construíram um aparelho que simulava as condições ambientais da Terra primitiva da forma como Oparin e Haldane imaginaram.

Veja o esquema a seguir.



↑ Representação do experimento de Stanley Miller e Harold Urey. (Representação sem proporção de tamanho; cores-fantasia.)

No aparelho, um frasco com água era aquecido, formando vapor de água. Esse vapor era conduzido por um tubo de vidro até um balão de vidro em que existiam diversos gases, como H_2 , NH_3 e CH_4 . A ideia de Miller e Urey era simular, nesse balão, as prováveis condições da atmosfera primitiva de acordo com a hipótese da evolução química da vida.

A mistura de gases era submetida a descargas elétricas, simulando tempestades, e então atravessava um condensador, de forma que passasse para o estado líquido.

Esse líquido era então recolhido em um frasco. Após alguns dias de funcionamento do experimento, Miller e Urey analisaram o líquido do frasco e perceberam que havia moléculas orgânicas, como aminoácidos. Esse resultado foi considerado uma evidência favorável às ideias de Oparin e Haldane.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Ao abordar o experimento de Miller e Urey, realizado com base na hipótese de Oparin-Haldane, ressalte para os estudantes que o conhecimento científico se desenvolve, por exemplo, com base na elaboração de teorias e na elaboração e condução de experimentos.
- Peça aos estudantes que analisem atentamente o experimento de Miller e Urey e seus resultados. Solicite, então, que apresentem críticas a esse experimento. O texto reproduzido na seção *(In)formação*, nas páginas 216 e 217 deste manual, traz mais informações sobre o tema.
- Após essa dinâmica, explique aos estudantes que a crítica a ideias e a experimentos científicos não é algo negativo. Pelo contrário, é um dos aspectos relevantes da ciência, pois permite que novos experimentos e ideias sejam propostos, contribuindo para o avanço do conhecimento científico. Promova uma discussão acerca desse aspecto da ciência.

de água e elementos voláteis que formaram os planetas gasosos. É por isso que os planetas rochosos têm atmosferas neutras (ricas em dióxido de carbono e nitrogênio), e os gasosos têm atmosferas redutoras (ricas em hidrogênio, amônia e metano). O segundo problema é que os experimentos nunca produziram vida ou qualquer coisa mais complexa que aminoácidos.

[...]

Não se encontrou até agora um mecanismo ou ambiente que desse conta de produzir toda a variedade de compostos orgânicos necessários para a vida. É possível que a sopa pré-biótica tenha tido contribuições de diferentes processos ocorridos no ambiente interplanetário, na atmosfera terrestre e nas fontes hidrotermais. Embora o problema de saber quanto cada fonte contribuiu para a sopa pré-biótica continue em aberto,

a origem abiótica de compostos orgânicos essenciais para a vida, como os aminoácidos, está firmemente embasada em experimentos de laboratório e processos teóricos.

DAMINELI, Augusto; DAMINELI, Daniel Santa Cruz. Origens da vida. *Estudos Avançados*, v. 21, n. 59, abr. 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/7YByCSpwXRnY4tWxVK39bQB/?lang=pt>. Acesso em: 7 fev. 2022.

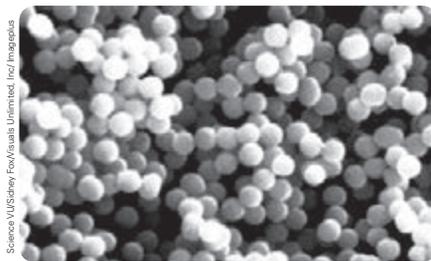
ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Retome com os estudantes a definição de aminoácidos, explicando a eles que são substâncias orgânicas que, quando agrupadas, levam à formação de proteínas – macromoléculas com inúmeras funções em um organismo. Muitos alimentos são fontes de aminoácidos.
- Pergunte aos estudantes se eles já conhecem a hipótese da panspermia, incentivando-os a procurar mais informações sobre o tema e as possibilidades de pesquisas nessa área, com o desenvolvimento da tecnologia espacial.
- Peça à turma que elabore questões que comparem a hipótese da panspermia com outras hipóteses sobre o surgimento da vida na Terra. Pergunte aos estudantes qual hipótese eles consideram a mais provável e por que pensam assim.
- O tópico “A hipótese da panspermia” permite retomar o trabalho com a habilidade EF09CI16.

DE OLHO NA BASE

O conteúdo das páginas 218 e 219 continua o desenvolvimento das competências geral 1 e específicas 1 e 3, no contexto do experimento de Fox, da hipótese da panspermia e das hipóteses heterotrófica e autotrófica.

O EXPERIMENTO DE FOX



↑ As microesferas que Fox obteve em seus experimentos forneceram evidências para teorias sobre a origem da vida na Terra.

Em 1957, outro cientista estadunidense, Sidney Fox (1912-1998), realizou um experimento que também ajudou a sustentar a hipótese de Oparin-Haldane. Ele depositou uma mistura de aminoácidos sobre uma superfície aquecida, tentando simular as rochas da Terra primitiva, que provavelmente apresentavam altas temperaturas. Como resultado, formaram-se cadeias de aminoácidos, as quais ele chamou de proteinóides.

Em outro experimento, Fox aqueceu os proteinóides em água e notou que eles formavam pequenas esferas, que ele chamou de microesferas. Algumas características dessas estruturas, como o formato e a capacidade de se dividir, levaram Fox a especular que elas poderiam representar um estágio anterior à formação das primeiras células.

A HIPÓTESE DA PANSPERMIA

Alguns cientistas defendem a ideia de que os primeiros seres vivos, ou as moléculas que deram origem às primeiras formas de vida, vieram do espaço. Essa ideia é conhecida como **hipótese da panspermia** (do grego *pan* = tudo e *sperma* = semente).

Os defensores dessa hipótese baseiam-se, entre outras evidências, na descoberta de matéria orgânica em corpos celestes, como meteoritos e asteroides. Esses achados estimularam o desenvolvimento de um novo campo de estudos, a **exobiologia** ou **astrobiologia**, que investiga a existência de seres vivos em outros lugares do Universo.



Foto do cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko, no qual foram descobertas moléculas orgânicas como a glicina, aminoácido encontrado nos seres vivos. Esse cometa tem aproximadamente 4 km de comprimento.

aminoácido: molécula componente das proteínas.

218

(IN)FORMAÇÃO

Os exoplanetas

Você sabia que a contração e a rotação de uma nuvem de gás e poeira gerou, ao longo do tempo, tudo que hoje temos em nosso Sistema Solar?

O Sol se formou onde se concentrou a maior parte da matéria, à medida que a velocidade de rotação dessa nuvem aumentava. Em torno do Sol, o material restante assumiu o formato de discos achatados. Progressivamente, a aglomeração da matéria nesses discos proporcionou o surgimento dos protoplanetas. Com o tempo, eles atraíram massa suficiente para adquirir o formato esférico e “limpar” a sua órbita, e assim formaram-se os planetas. A partir do material restante, nasceram também os cometas, asteroides e outros objetos.

Assim como o Sol, outras grandes estrelas se formaram. Será que essas estrelas poderiam também ter planetas em sua órbita? A resposta é sim! Esses planetas que se encontram fora do nosso Sistema Solar, na órbita de outras estrelas, são chamados de exoplanetas.

Um exemplo de estrela que se formou como o nosso Sol é a anã vermelha Próxima Centauri. Ela é a estrela fora do Sistema Solar que está mais próxima da Terra, podendo ser identificada no céu na constelação do Centauro, a uma distância de aproximadamente 4,2 anos-luz (cerca de 40 trilhões de km) do nosso planeta. Em sua órbita foi descoberto, em 2016, o exoplaneta que é então o planeta mais próximo de nós dentre os que estão fora de nosso Sistema Solar. Seu nome é Próxima Centauri b, também chamado de Próxima b, que tem um período orbital de aproximadamente 11 dias.

Como detectar os exoplanetas?

Nós conseguimos enxergar apenas objetos que emitem ou refletem luz. Como os planetas não emitem luz, a melhor forma de identificá-los seria observando a luz que eles refletem. O problema é que, muitas vezes, a luz refletida pelo planeta é ofuscada pela luz emitida pela estrela que ele orbita. Seria como olhar para um poste de luz a cem metros de distância e ser capaz de detectar uma mariposa voando ao lado dele, a partir da luz refletida nela.

No entanto, existem outras maneiras diferentes de detectar os exoplanetas. Geralmente, eles são identificados a partir da observação dos efeitos de sua existência na estrela que ele orbita.

Trânsito

Muitos exoplanetas foram detectados ao observar a variação da intensidade do brilho

AS HIPÓTESES HETEROTRÓFICA E AUTOTRÓFICA

Uma das questões sobre os primeiros seres vivos que a ciência procura responder é: De que maneira eles obtinham energia? Há duas hipóteses básicas para responder a essa pergunta: a **hipótese heterotrófica** e a **hipótese autotrófica**.

A hipótese heterotrófica

Organismos heterótrofos são aqueles que não conseguem produzir o próprio alimento, enquanto os autótrofos produzem seu alimento por processos como fotossíntese e quimiossíntese. De acordo com a **hipótese heterotrófica**, os primeiros seres vivos seriam heterótrofos, pois os processos de produção de matéria orgânica, como a fotossíntese, são bastante complexos e dificilmente teriam evoluído nos primeiros seres vivos.

O alimento utilizado pelas primeiras formas de vida seria constituído de matéria orgânica disponível nos oceanos primitivos. Essa matéria orgânica seria formada constantemente por reações químicas espontâneas favorecidas pelas condições ambientais.

De acordo com essa hipótese, a energia seria extraída das moléculas orgânicas por meio do processo de fermentação, que libera CO_2 .

Com o passar do tempo, a concentração de CO_2 na atmosfera aumentou. Nesse ambiente, tiveram maior sucesso organismos capazes de aproveitar a energia luminosa e o gás carbônico para produzir a própria matéria orgânica: os seres autótrofos fotossintetizantes. Como resultado da fotossíntese, ocorre a liberação de O_2 . Com o aumento da concentração desse gás na atmosfera, os organismos aeróbios passaram a proliferar.

A hipótese autotrófica

Na década de 1970, foram descobertos, em fendas vulcânicas marinhas, organismos unicelulares procariontes vivendo em temperaturas elevadas, que podem ser superiores a 80°C . Essas fendas são um ambiente bastante inóspito, provavelmente parecido com a Terra primitiva. Os organismos descobertos, conhecidos como arqueas, são autótrofos quimiossintetizantes, ou seja, produzem alimento a partir da energia liberada por reações químicas.

Com a descoberta das arqueas, a **hipótese autotrófica**, segundo a qual os primeiros seres vivos seriam capazes de produzir o próprio alimento, ganhou força na comunidade científica.

Atualmente, os defensores da hipótese autotrófica consideram que os primeiros seres vivos eram autótrofos quimiossintetizantes. Ao longo do tempo, teriam surgido, na sequência, os autótrofos fotossintetizadores, os heterótrofos fermentadores e os heterótrofos aeróbios.



↑ Ambientes inóspitos, como essas fendas vulcânicas marinhas no oceano Atlântico, fornecem informações para os cientistas que pesquisam a origem da vida. Foto de 2011.

Arquivos/Ciências da Terra e do Espaço/Ambientes Marinhos (Marum).
Universidade de Bremen

219

da estrela que ele orbita, que diminui quando o planeta passa em frente a ela. Este tipo de observação é a mais utilizada para encontrar exoplanetas e é chamada de trânsito. Podemos identificar os planetas Vênus e Mercúrio dessa maneira, observando-os aqui da Terra, em determinadas épocas. No dia 11 de novembro do ano de 2019, por exemplo, foi possível observar o trânsito de Mercúrio.

[...]

Outros métodos de detecção

Há outras formas de detectar exoplanetas, como a astrometria, a imagem direta deste exoplaneta ou a lente gravitacional.

Até o momento, mais de 4 100 exoplanetas já foram confirmados, 5 200 aguardam confirmação e ainda há muitos outros a serem descobertos!

RIOGA, Letícia. Os exoplanetas. *Blog do Espaço!* Disponível em: <https://www.ufmg.br/espacodoconhecimento/exoplanetas/>. Acesso em: 11 fev. 2022.

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

1. Caso julgue apropriado, sugira aos estudantes a elaboração de um quadro, no caderno, pontuando as principais explicações para cada hipótese.
2. a) A inovação estava nos frascos utilizados por Pasteur em seu experimento: eles tinham pescoço longo, fino e encurvado (chamado de “pescoço de cisne”).
b) O formato do frasco permitia que o ar entrasse, mas impedia que a poeira e os microrganismos chegassem ao caldo, pois eles ficariam aderidos à parte de dentro do pescoço do frasco. Esse é um momento oportuno para discutir com os estudantes o papel da criatividade no fazer científico.
3. Comente com os estudantes que uma boa estratégia experimental precisaria contemplar o isolamento controlado dos recipientes, de tal forma que animais não pudessem ter acesso a eles. Outra possibilidade seria o monitoramento dos recipientes, por exemplo, por câmeras que registrassem o acesso de animais a eles, mostrando que os camundongos vieram de fora. Esta atividade exercita o protagonismo dos estudantes, ao aproximá-los de procedimentos da ciência, como a reflexão e a proposição de experimentos.
4. a) e b) Aproveite para comentar com os estudantes que, mais do que um palpite sobre algum fenômeno, uma hipótese científica é uma explicação ou uma proposição especulativa fundamentada em uma teoria já estabelecida.

DE OLHO NA BASE

As atividades desenvolvem as competências geral 1 e específicas 1 e 3 (valorizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, compreender o conhecimento científico como provisório e histórico e compreender fenômenos e processos relativos ao mundo natural e tecnológico). As atividades 3 e 4 promovem as competências geral 2 e específica 2, ao recorrer à abordagem própria das ciências.

ATIVIDADES

Responda sempre no caderno.

1. A hipótese da geração espontânea defendia a ideia de que alguns seres vivos, em determinadas circunstâncias, poderiam ser gerados espontaneamente, isto é, sem genitores, da matéria não viva do meio.

1. Compare as explicações da geração espontânea e da biogênese e indique as ideias principais de cada uma. Segundo a biogênese, todos os seres vivos se originam de outro ser vivo.
2. Os experimentos de Pasteur sobre a geração dos seres vivos podem ser considerados uma variação dos experimentos feitos por Needham e Spallanzani. Sobre esse tema, responda:
 - a) Que inovação o experimento de Pasteur apresentava em relação aos experimentos de Needham e Spallanzani?
 - b) Por que essa inovação foi importante para enfraquecer a ideia da geração espontânea?
3. a) e b) Veja respostas em **Respostas e comentários**.
O médico belga Jan Baptista van Helmont (1579-1644), cujas ideias estavam ligadas à teoria da geração espontânea, ficou conhecido pelas “receitas” que formulou para a produção de seres vivos. Entre elas destaca-se a seguinte:

Se comprimirmos uma camisa suja no orifício de um recipiente contendo grãos de trigo, o fermento que sai da camisa suja, modificado pelo odor do grão, produz a transmutação do trigo em camundongos em aproximadamente 21 dias [...].

Lilian Al-Chueyr P. Martins. Pasteur e a geração espontânea: uma história equivocada. *Filosofia e história da Biologia*, v. 4, p. 84, 2009.



↑ Esquema simplificado do experimento de Van Helmont.

Hoje, sabemos que Van Helmont estava equivocado em sua proposta.

- Elabore um experimento que poderia mostrar que a receita descrita no trecho anterior não poderia gerar camundongos. **Resposta pessoal.**
4. Leia o texto a seguir e faça o que se pede.

Vida em lua de Saturno?

[...] durante uma de suas órbitas ao redor de Enceladus [Encélado, uma das luas de

4. a) A hipótese autotrófica, que defende que os primeiros seres vivos eram autótrofos quimiossintetizantes.

Saturno], a sonda espacial Cassini (fortuitamente) passou através de um imenso jato de vapor de água lançada ao espaço e realizou uma série de leituras. Os resultados foram enviados à Terra e revelaram que o material continha diversas partículas e H_2 , isto é, hidrogênio molecular.

[...]

Os cientistas acreditam que o H_2 seja resultado de reações hidrotermais entre rochas quentes e a água que se encontra sob a camada de gelo da superfície. Segundo explicaram, aqui no nosso planeta, é exatamente esse processo que fornece energia aos ecossistemas que se formam nas proximidades de fontes hidrotermais. Por aqui, os organismos que se desenvolvem nesses locais consomem o hidrogênio como alimento e liberam o metano. E adivinhe só: os pesquisadores também detectaram metano em Enceladus!

[...] No jato lançado pela superfície de Enceladus, a sonda detectou água, gelo, silicatos, sais e grandes quantidades de dióxido de carbono. Tomando a Terra como referência mais uma vez, o hidrogênio molecular e o CO_2 são fundamentais para que um processo chamado metagênese – que consiste em uma reação que permite que micróbios possam sobreviver em ambientes subterrâneos sem luz – possa acontecer.

Maria Luciana Rincón. Nasa anuncia que lua de Saturno poderia abrigar formas de vida. *Tecmundo*, 13 abr. 2017. Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/exploracaoespacial/115846-nasa-anuncia-lua-saturno-abrigar-formasvida.htm>. Acesso em: 8 fev. 2022.

silicato: composto formado por um átomo de silício rodeado por quatro átomos de oxigênio.

- a) A qual hipótese sobre a origem da vida podem ser associados os organismos que realizam metagênese e vivem em ambientes subterrâneos sem luz?
- b) Alguns cientistas acreditam que a vida também pode ter surgido em outras regiões do Universo. Elabore uma hipótese que explique como eventuais microrganismos poderiam ter surgido em Encélado.

4. b) Resposta pessoal. Provavelmente os estudantes utilizarão elementos da hipótese da evolução química da vida.

220

ESTRATÉGIAS DE APOIO

Após realizar uma avaliação reguladora, observe que dificuldades os estudantes eventualmente ainda apresentam. Para auxiliá-los na resolução das atividades, oriente-os a trabalhar em duplas, de modo que troquem impressões e informações, sobretudo em relação à atividade 3. Caso eles tenham produzido a linha do tempo sugerida na *Atividade complementar* da página 214 deste manual, ela poderá auxiliá-los na organização das informações, além de ser ampliada neste momento, para que concluem as atividades.

Outra estratégia é dividir os conteúdos apresentados entre pequenos grupos de estudantes e pedir-lhes que elaborem uma resenha sucinta que poderá ser apresentada oralmente. É importante que os estudantes protagonizem

novas estratégias propostas, para que entendam que podem fazê-las posteriormente de maneira independente. Ao final, avalie se os pontos frágeis no aprendizado foram resolvidos.

EVOLUÇÃO DOS SERES VIVOS

*Resposta pessoal. Nesse momento não é necessário que os estudantes expliquem corretamente os processos pelos quais uma população biológica pode mudar. Aproveite para avaliar as concepções prévias deles sobre evolução biológica e conceitos-chave como evolução, variabilidade, mutações, herança de

FIXISMO × EVOLUCIONISMO

A **evolução biológica** é o processo em que as espécies de seres vivos se modificam ao longo do tempo, podendo gerar novas espécies a partir de espécies ancestrais. **características adquiridas e seleção natural.**

A ideia de que as espécies podem se modificar é bastante antiga, mas sua aceitação pelos estudiosos é relativamente recente. Até o século XIX, predominava a crença de que os seres vivos existentes não passariam por mudanças. Essa ideia é conhecida como **fixismo**.

Outra ideia muito aceita há alguns séculos é a de que o mundo estava organizado de acordo com uma escala, em que todos os seres – não apenas os seres vivos – obedeciam a uma organização com crescente grau de complexidade ou de perfeição. Essa ideia é conhecida como a **grande cadeia do ser**.

Durante a Idade Média, a influência da Igreja católica na Europa determinava a forma como a natureza era interpretada. Assim, os seres vivos teriam sido criados por Deus da forma como os conhecemos, ou seja, nunca haviam mudado.

PARA COMEÇAR

A convicção de que as espécies de seres vivos se transformam ao longo do tempo é relativamente nova na história da ciência.

*De que forma essa transformação dos seres vivos ocorre?**

↓ De acordo com a ideia da grande cadeia do ser, todos os seres estariam organizados em níveis de hierarquia. Assim, os seres humanos seriam superiores aos animais, que seriam superiores às plantas e estas, aos minerais.

HABILIDADES DESENVOLVIDAS NO CAPÍTULO

(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.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- A pergunta em *Para começar* é conveniente para identificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre a evolução dos seres vivos. Considere reunir os estudantes em duplas (ou em grupos de até quatro componentes) e reserve um momento para que eles discutam o conteúdo antes de você abordá-lo. Em seguida, conduza um debate com a turma e, com base nas percepções, nas dúvidas e nos conhecimentos que os estudantes apresentarem, dê início à aula.
- Incentive os estudantes a refletir sobre a ideia equivocada de superioridade do ser humano em relação a outras espécies.

DE OLHO NA BASE

O conteúdo desta página desenvolve as competências geral 1 e específicas 1, 2 e 3, quanto ao uso e à valorização dos conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, à compreensão do conhecimento científico como provisório e histórico, de conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza e de fenômenos e processos relativos ao mundo natural.



Clarissa, Clarissa, Clarissa
Momento P&G/Imagens

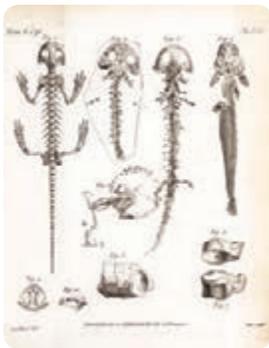
ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Comente com os estudantes que o avanço do conhecimento científico sempre deixa margem a novos questionamentos, o que acaba contribuindo para a formulação de novas hipóteses e novas descobertas.
- Problematicize o tema da evolução, perguntando aos estudantes: “O que vocês entendem por evolução?” É provável que eles associem evolução a progresso ou a melhoria, sentido que é comumente empregado no dia a dia. Ressalte que, em ciência, o termo evolução é entendido como um processo que implica mudança ao longo do tempo. Tome cuidado para não se referir ao processo evolutivo como um processo finalista.
- Explique aos estudantes que Lamarck admitia que os seres vivos estavam em constante transformação, como parte de uma tendência natural a uma complexidade cada vez maior. Enfatize que o que ficou conhecido como “lei do uso e do desuso” era uma maneira de tentar explicar como as espécies de seres vivos se modificavam.

DE OLHO NA BASE

As páginas 222 e 223 trabalham o processo cognitivo, o objeto de conhecimento e o modificador da habilidade **EF09CI10**, no contexto das ideias evolucionistas de Lamarck e de Darwin, e iniciam o desenvolvimento da habilidade **EF09CI11**. O conteúdo dessas páginas também desenvolve as competências geral **1** e as específicas **1, 2 e 3**.

Cover: Georges. Recherches sur les ossements fossiles, vol. 5, pt. 2. Paris: Chez G. Durour et E. G. Coignie, 1821. Pl. 23. Paris: BIRN



↑ Ilustração presente em um trabalho de anatomia comparada desenvolvido pelo naturalista francês Georges Cuvier (1769–1832). Nele, Cuvier compara fósseis e ossos de uma salamandra, de um sapo e de um peixe.

PARA EXPLORAR

A fascinante aventura da vida: a evolução dos seres vivos, de Neide Simões de Mattos e Suzana Facchini Granato. São Paulo: Atual, 2011 (Coleção Projeto Ciência).

A obra aborda a evolução dos seres vivos e as experiências que levaram os cientistas às hipóteses mais prováveis para explicar como ocorre a evolução.

De acordo com as ideias de Lamarck, as aves aquáticas, como os atobás (*Sula leucogaster*) (A), ao esticarem os dedos durante a natação, acabaram adquirindo membranas entre eles. No caso do sabiá-laranjeira (*Turdus rufiventris*) (B), o hábito de pousar em galhos teria feito com que seus dedos se recurvassem. O hábito da garça (*Casmerodius albus*) (C) de pescar à beira d'água teria levado ao alongamento de seu pescoço.



IDEIAS EVOLUCIONISTAS

A descoberta cada vez mais frequente de fósseis, ou seja, vestígios de seres vivos antigos, fez surgir, no século XVIII, a ideia de que as espécies podem ser extintas. Os estudos comparando fósseis com espécies atualmente existentes e a ideia de que a Terra poderia ser mais antiga do que se imaginava até então tiveram um papel importante para o desenvolvimento das ideias evolucionistas.

AS IDEIAS DE LAMARCK

Um dos primeiros estudiosos a propor uma teoria evolucionista foi o naturalista francês Jean Baptiste Pierre Antoine de Monet, cavaleiro de Lamarck (1744-1829).

Para Lamarck, organismos muito simples se originariam por **geração espontânea**, a partir de matéria não viva. Esses seres vivos sofreriam mudanças inevitáveis, sempre com o **aumento da complexidade** do organismo. Essas mudanças não ocorreriam ao acaso, mas com um propósito.

Além disso, Lamarck acreditava que mudanças no organismo ocorreriam como resposta a necessidades geradas pelas condições do ambiente. Por exemplo, se uma ave habitasse um local com tendência a alagar, o uso frequente das pernas para nadar provocaria o crescimento de uma membrana entre os dedos, ou seja, o uso frequente de determinado órgão faria com que este se desenvolvesse e aumentasse de tamanho. Já a falta de uso (desuso) teria o efeito contrário, atrofiando o órgão. Esse princípio foi chamado **lei do uso e do desuso**.

Lamarck também acreditava em uma ideia, bastante aceita em sua época, conhecida como **herança dos caracteres adquiridos**. Segundo essa ideia, uma característica adquirida pelo uso ou pelo desuso de uma parte do corpo poderia ser transmitida às gerações seguintes.

Atualmente, as ideias de Lamarck não são aceitas pela maioria dos cientistas. No entanto, no século XIX, elas foram citadas em trabalhos científicos por muitos estudiosos, como Charles Darwin.

222

(IN)FORMAÇÃO

A metodologia de Lamarck

Como se pode avaliar o trabalho de um pesquisador? Não faria sentido avaliar Lamarck com base em alguma metodologia atual ou na visão epistemológica de algum filósofo atual. É necessário conhecer e discutir a metodologia utilizada por ele em seu próprio trabalho. Essa metodologia pode ser considerada sob dois aspectos. Um deles é aquele que se apresenta explicitamente, no que poderíamos chamar “discurso metodológico” do autor; ou seja, aquilo que ele afirma estar fazendo ou que deve ser feito. O outro aspecto é o que se pode extrair da análise da própria prática do autor; ou seja, a sua *praxis* ou metodologia prática, a descrição de seu efetivo procedimento ao desenvolver a sua pesquisa. A prática pode ser

coerente com o discurso metodológico, ou não. Uma crítica realmente séria da obra de Lamarck é impossível sem esse tipo de distinção, pois não se pode querer censurá-lo adotando uma visão de ciência incompatível com a sua. Pode-se, sim, criticá-lo, se ele não pratica aquilo que diz ser o método científico correto. Vamos iniciar, portanto, pela análise do seu discurso metodológico.

Lamarck diferencia rigidamente fato e teoria. Para ele, os fatos poderiam ser estabelecidos de forma totalmente segura, enquanto as teorias não, sendo sempre duvidosas. [...]

[...]

Embora Lamarck tenha confiança em sua própria teoria, ele não a coloca contudo como algo final, mas algo que poderia ser rejeitado como desprovido de fundamento se fosse pos-

sível demonstrar rigorosamente que suas consequências são falsas.

Esse discurso metodológico que permeia a obra de Lamarck não é muito original, como se pode perceber. Lamarck foi altamente influenciado por Etienne Bonnot abbé de Condillac (1714-1780). O discurso metodológico de Lamarck é, em grande parte, o discurso de Condillac e, nesse sentido, ele pode ser considerado empirista. [...]

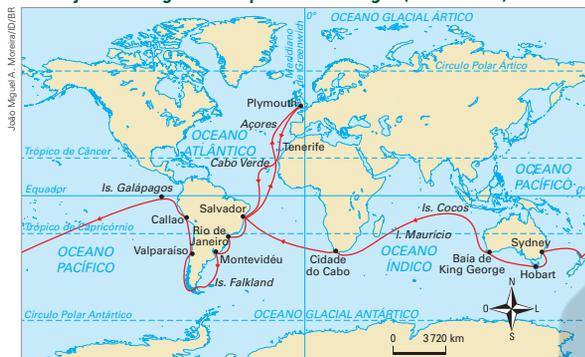
MARTINS, Lillian Al-Chueyr Pereira; MARTINS, Roberto de Andrade. A metodologia de Lamarck. *Trans/Form/Ação*, São Paulo, v. 19, p. 115-140, 1996. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/trans/a/PTrn9qWsvqSZ9TnnDWzXZph/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 8 fev. 2022.

A EVOLUÇÃO BIOLÓGICA SEGUNDO DARWIN

Charles Robert Darwin (1809-1882) foi um dos mais importantes estudiosos da história ocidental. Sua teoria da evolução ajudou a mudar a forma de entender e de interpretar a natureza. Atualmente, todos os estudos sobre os seres vivos e a natureza baseiam-se nas ideias de Darwin.

Entre os anos 1831 e 1836, Darwin participou de uma viagem ao redor do mundo a bordo do navio da Marinha Real Britânica HMS Beagle. A finalidade da viagem era realizar estudos cartográficos da costa sul-americana. Ao longo do percurso, Darwin acabou exercendo o papel de naturalista, coletando muitos exemplares de plantas, animais e rochas e fazendo um estudo bem detalhado das regiões visitadas. As observações feitas nessa viagem contribuíram para que ele formulasse suas ideias acerca da evolução dos seres vivos.

■ Trajeto da viagem feita pelo HMS Beagle (1831-1836)



↑ Retrato de Charles Darwin com 45 anos de idade.

← As setas vermelhas do mapa indicam o trajeto percorrido pelo HMS Beagle em viagem que durou cinco anos. Note que Darwin, durante a viagem, esteve no Brasil.

Fonte de pesquisa: Cleveland P. Hickman; Larry S. Roberts Jr.; Allan Larson. *Integrated principles of zoology* (tradução nossa: *Princípios integrados de zoologia*), 11. ed. Boston: McGraw-Hill, 2001. p. 107.

Um dos locais visitados pelo HMS Beagle foi o arquipélago de Galápagos, localizado no litoral do Equador. Como em todos os lugares por onde passou, Darwin fez observações e coletou exemplares de animais e vegetais.

Ao retornar à Inglaterra, em 1836, Darwin enviou as aves coletadas ao ornitólogo John Gould (1804-1881), que examinou cada exemplar. As observações que fez nas ilhas e os estudos feitos por Gould levaram Darwin a perceber que, em certos grupos de pássaros, a forma dos bicos variava de acordo com o tipo de alimento disponível na ilha que habitavam.



↑ Os tentilhões foram algumas das aves observadas por Darwin em Galápagos. O bico dessas aves é adaptado a diferentes tipos de alimento, como frutos, sementes, cactos e insetos. (Representação sem proporção de tamanho.)

cartográfico: relativo à cartografia, que é o conjunto de estudos e de técnicas que permitem a elaboração de mapas.

ornitólogo: estudioso das aves.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Peça aos estudantes que observem atentamente o trajeto do HMS Beagle e pergunte se algo nesse trajeto chamou a atenção deles. Eles provavelmente comentarão que há paradas no Brasil. Aproveite, então, para citar que, em sua obra *A viagem do Beagle*, de 1839, Darwin descreve sua passagem por nosso país. Alguns dos trechos mais marcantes mostram como o cientista se mostrava indignado com os horrores da escravidão, que à época ainda era legalizada no Brasil.
- Use os exemplos dos tentilhões de Galápagos para explicar aos estudantes o mecanismo de seleção natural, que será abordado na página seguinte. Ressalte à turma que as características sobre as quais atua a seleção natural precisam ser herdadas, isto é, transmitidas de pais para filhos.

(IN)FORMAÇÃO

A origem das espécies

As relações geológicas que existem entre a fauna atual e a fauna extinta da América meridional, assim como certos fatos relativos à distribuição dos seres organizados que povoam este continente, impressionaram-me profundamente quando da minha viagem a bordo do *Beagle*, na condição de naturalista. [...]

A minha obra está agora [1859] quase completa.

Contudo, serão necessários alguns anos mais para terminá-la, e como minha saúde está longe de ser boa, tenho sido exortado a publicar o resumo que é objeto deste volume. Fui mais especialmente levado a isso porque o sr. Wallace, que atualmente estuda a história natural do ar-

quipélago malaio, chegou a conclusões quase idênticas às minhas sobre a origem das espécies.

Em 1858, este grande naturalista enviou-me uma memória a este respeito [...].

DARWIN, Charles Robert. *A origem das espécies*. Rio de Janeiro: Ediouro, 2004. p. 17.

OUTRAS FONTES

Entendendo a evolução: para professores. Instituto de Biociências da USP. Disponível em: <https://evosite.ib.usp.br/index.html>. Acesso em: 8 fev. 2022.

O site visa fornecer aos professores fundamentos conceituais sobre o tema evolução, com várias estratégias e recursos para serem aplicados em sala de aula.

WEINER, Jonathan. *O bico do tentilhão*: uma história da evolução no nosso tempo. Rio de Janeiro: Rocco, 1995.

O livro conta a história de um estudo do casal Peter e Rosemary Grant com os tentilhões no arquipélago de Galápagos.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Comente com os estudantes que Darwin foi influenciado por outros naturalistas, além de Lamarck. Entre suas principais referências estão a obra do geólogo Charles Lyell, a qual lhe chamou a atenção para o fato de que a Terra se transforma, e os textos do economista Thomas Malthus, que afirmava que a taxa de crescimento das populações é muito maior que os recursos disponíveis, o que levaria à competição.
- Explore cada um dos aspectos relacionados ao conceito de população (variabilidade, crescimento, competição) que formam a base conceitual do evolucionismo darwiniano.
- Verifique se os estudantes compreendem as três propriedades que uma população de organismos deve ter para que a evolução por seleção natural ocorra: 1. variabilidade (indivíduos de uma população são diferentes entre si); 2. heritabilidade (características individuais precisam ser herdáveis, isto é, transmitidas de pais para filhos); 3. sucesso reprodutivo diferencial (indivíduos que apresentam certas características são selecionados pelo ambiente, deixando mais representantes nas gerações futuras).

Justiça – direito à educação

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

- Caso seja necessário, auxilie os estudantes a reconhecer o valor da educação para o pleno desenvolvimento da pessoa. Por meio da educação, as pessoas acessam o conhecimento humano construído historicamente e podem conhecer a diversidade humana e biológica e refletir sobre a relação de sua história individual com a história das sociedades, entre outras possibilidades. A educação amplia a visão de mundo das pessoas, possibilitando que elas atuem em seu cotidiano de forma consciente e responsável.

A EDUCAÇÃO NA CONSTITUIÇÃO

O acesso à educação possibilita aos estudantes aprender sobre teorias científicas, como a da evolução pela seleção natural. No Brasil, a educação é um direito garantido pela Constituição Federal de 1988. Veja a seguir:

Art. 6º São direitos sociais a educação, a saúde, a alimentação, o trabalho, a moradia, o transporte, o lazer, a segurança, a previdência social, a proteção à maternidade e à infância, a assistência aos desamparados, na forma desta Constituição.

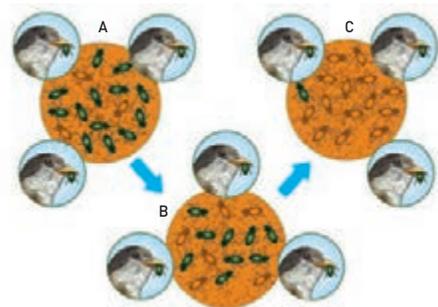
[...]

BRASIL. [Constituição de 1988]. *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília: Presidência da República, [2022]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 8 fev. 2022.

- Por que é importante que a educação seja um direito garantido pela Constituição?

Resposta pessoal.

Esquema do processo de seleção natural. (A) Em uma população hipotética de besouros, existem duas variedades: a verde, mais comum, e a laranja. Uma espécie de pássaro passa a ser comum no ambiente onde esses besouros vivem. Esses pássaros caçam, preferencialmente, os besouros verdes. Isso significa que agora, nesse ambiente, os besouros laranja são mais aptos a sobreviver. Assim, com o passar do tempo (B e C), os besouros laranja se tornam a variedade mais comum.



A seleção natural

Uma das obras que influenciaram Darwin na elaboração de sua teoria foi o *Ensaio sobre o princípio da população*, do inglês Thomas Malthus (1766-1834). Nesse livro, Malthus propõe que a produção de alimentos pela humanidade seria insuficiente para alimentar todas as pessoas, pois a taxa de crescimento da população seria muito maior que a taxa de crescimento da produção de alimentos.

Darwin aplicou essa lógica às populações de animais na natureza: O que aconteceria quando não houvesse alimento suficiente para um grupo de seres vivos? Ele concluiu que ocorreria **competição** entre os indivíduos por alimento. O mesmo ocorreria em relação a outros recursos, como água, espaço, entre outros.

Mas como vencer a competição? Segundo Darwin, isso dependeria de o indivíduo ter características que o tornassem mais apto para conseguir os recursos do ambiente. Assim, os indivíduos com visão mais aguçada para localizar sua presa ou aqueles capazes de correr mais rapidamente para escapar dos predadores, por exemplo, conseguiriam sobreviver por mais tempo e ter mais chance de se reproduzir, transmitindo suas características a seus descendentes, caso elas sejam herdáveis.

Portanto, para Darwin, as condições do ambiente favoreceriam certos indivíduos, isto é, os mais aptos a viver naquelas condições. Esse processo foi chamado por Darwin de **seleção natural**. Veja o esquema a seguir.

Para a seleção natural ocorrer, é necessário que haja **variabilidade** entre os indivíduos de uma população, ou seja, que existam diferenças entre eles. Os indivíduos com **variações herdáveis** que os tornem mais aptos têm mais chance de sobrevivência e deixam mais descendentes para os quais transmitem suas características.

Para Darwin, o acúmulo de variações em uma população, ao longo das gerações, poderia gerar novas espécies a partir de um grupo ancestral comum. Isso é o que se conhece como **descendência com modificação**.

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

JOGO DA EVOLUÇÃO

Apresente aos estudantes o “Jogo da evolução”, material produzido pela Secretaria da Educação do Paraná. Disponível em: http://www.biologia.seed.pr.gov.br/arquivos/File/jogos/jogo_da_evolucao.pdf. Acesso em: 8 fev. 2022.

O jogo tem os objetivos de facilitar a compreensão dos efeitos de diferentes mecanismos evolutivos nas populações, além de apresentar, de forma lúdica e prazerosa, conceitos como mutação, deriva genética, fluxo gênico e seleção natural e promover a discussão sobre esses conceitos.

OUTRAS FONTES

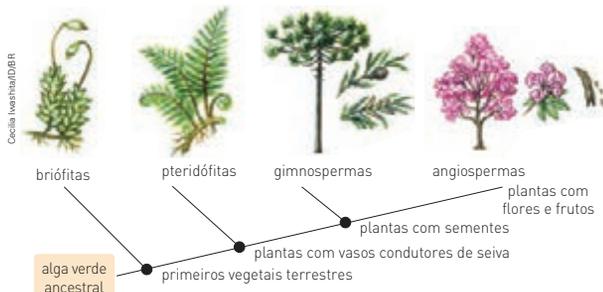
Seleção natural: Charles Darwin & Alfred Russel Wallace. Entendendo a evolução: para professores. Instituto de Biociências da USP. Disponível em: <http://ecologia.ib.usp.br/evosite/history/naturalselection.shtml>. Acesso em: 8 fev. 2022.

O texto apresenta a contribuição de Alfred Russel Wallace e de outros pesquisadores para a teoria da evolução biológica.

O ancestral comum

Para Darwin, a partir de um primeiro ancestral, a evolução teria gerado todas as espécies que já existiram e as que existem atualmente. E, ao longo da evolução, um grupo de seres vivos, que são chamados de **ancestrais comuns**, gerariam novas espécies. As espécies que se originam de um mesmo ancestral comum apresentam um **parentesco evolutivo**.

Essa ideia pode ser representada por figuras conhecidas como **árvores evolutivas**. Veja, a seguir, um exemplo de árvore evolutiva que mostra a relação de parentesco evolutivo entre os principais grupos de plantas.



↑ Para muitos cientistas, o ancestral comum a todos os grupos de plantas atuais foi um grupo de algas verdes. Dessa forma, todos os grupos de plantas apresentam, em maior ou em menor grau, um parentesco evolutivo. (Representação sem proporção de tamanho.)

A TEORIA SINTÉTICA DA EVOLUÇÃO

A teoria elaborada por Darwin não era, evidentemente, perfeita. Algumas das ideias que ele apresentou são consideradas, atualmente, incorretas. Ele acreditava, por exemplo, na herança dos caracteres adquiridos e utilizava esse conceito para explicar, em parte, a origem da variabilidade entre indivíduos da mesma espécie.

Ao longo do século XX, foram incorporadas à teoria de Darwin os conhecimentos de genética, dando origem à **teoria sintética da evolução**. Em linhas gerais, a teoria sintética da evolução foi capaz de estabelecer a conexão entre os genes e o mecanismo da evolução por seleção natural.

De acordo com a teoria sintética, alterações no material genético, como as mutações, promovem a variabilidade entre organismos da mesma espécie. Essa variabilidade está sujeita à ação da seleção natural.



← Esquema do mecanismo de evolução biológica segundo a teoria sintética da evolução.

A ORIGEM DAS ESPÉCIES

Em 1858, o naturalista britânico Alfred Russel Wallace enviou a Darwin um estudo com ideias muito parecidas às dele. Ambos concordaram que suas ideias fossem apresentadas em conjunto em uma reunião de cientistas que ocorreu no mesmo ano em Londres.

Após o evento, Wallace prosseguiu seus estudos, enquanto Darwin foi convencido a publicar suas ideias. Em 1859, foi lançada a primeira edição de *A origem das espécies*, em que Darwin explicava detalhadamente suas ideias sobre a evolução dos seres vivos.

A partir de então, a teoria de Darwin passou a ser uma das mais debatidas nos meios científicos e não científicos. Atualmente, ela é considerada a base da Biologia moderna, e o livro *A origem das espécies* é, até hoje, um dos mais vendidos no mundo.



↑ Retrato de Alfred Wallace aos 72 anos de idade.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Explore com os estudantes os esquemas indicados nesta página do Livro do Estudante. Explique a eles o cladograma, indicando que cada traço representa uma linhagem evolutiva das plantas e cada ponto ou nó, o ancestral comum entre essas linhagens. Se julgar apropriado, apresente outros cladogramas à turma.
- Se julgar pertinente, retome a imagem da abertura da unidade em que aparecem os animais (besouros) coletados pelo naturalista britânico Alfred Russel Wallace e relacione-a com o conteúdo apresentado nesta página.
- Considere realizar a atividade complementar sobre Wallace, nesta página do manual, e comente com a turma a produção científica dele, especialmente suas ideias sobre a evolução dos seres vivos.
- O tópico “A teoria sintética da evolução” possibilita a retomada dos conceitos apresentados na unidade 7, bem como o trabalho com a habilidade **EF09CI08**.

DE OLHO NA BASE

O conteúdo das páginas 224 e 225 promove o processo cognitivo, o objeto de conhecimento e o modificador da habilidade **EF09CI11**. Também desenvolve as competências geral **1** e específicas **1, 2 e 3**. Por fim, com o boxe *Valor* da página 224, promovem-se as competências geral **1** e específica **2** (valorizar os conhecimentos historicamente construídos, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa e democrática).

(IN)FORMAÇÃO

O CONCEITO DE ANCESTRAL COMUM

Ancestral comum é uma linhagem que origina novas e distintas espécies. Por exemplo, entre seis e sete milhões de anos atrás, um ancestral comum teria dado origem aos chimpanzés atuais e aos primeiros hominínios – termo utilizado para se referir a primatas que fazem parte da linhagem do ser humano.

O conceito de ancestralidade permite compreender de que forma as espécies divergiram e pode indicar evidências sobre como a evolução biológica forma novas espécies.

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

AS VIAGENS DE WALLACE PELA AMAZÔNIA

Oriente os estudantes a se reunir em duplas e a realizar uma pesquisa, em fontes confiáveis impressas e digitais, sobre as viagens do naturalista Alfred Russel Wallace pela Amazônia brasileira.

Peça aos estudantes que descrevam os objetivos da viagem e os resultados obtidos durante a expedição. Solicite às duplas que relatem na pesquisa o que o naturalista observou, as espécies que ele coletou e as principais descobertas que fez durante a viagem.

Em sala de aula, conduza uma discussão sobre as pesquisas dos estudantes e enfatize o processo coletivo que caracteriza a construção do conhecimento, neste caso específico, sobre a construção das ideias de seleção natural.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Realize a leitura dos textos com os estudantes e, depois, sugira a eles que, antes de produzirem os quadros, anotem no caderno as principais ideias e as palavras-chaves de cada texto.
- Acompanhe os estudantes na elaboração do quadro, esclarecendo eventuais dúvidas ao longo do processo. Ao final da atividade, é possível produzir um quadro coletivo para ser compartilhado por toda a turma.
- Esse tipo de quadro também pode ser utilizado como estratégia de aprendizagem pelos estudantes em outros momentos de estudo.

DE OLHO NA BASE

Neste momento, promovem-se as habilidades **EF09CI10** e **EF09CI11**, bem como as competências geral **2** e específica **2** (recorrer à abordagem própria das ciências), geral **7** e específica **5** (argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis) e geral **1** e específica **1** (valorizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico e compreender as Ciências da Natureza como empreendimento humano e o conhecimento científico como provisório e histórico).

PRÁTICAS DE CIÊNCIAS

A leitura e a pesquisa de informações

A história da ciência é uma área de estudo que procura entender como o conhecimento científico é construído ao longo do tempo. Os estudos nessa área envolvem a leitura e a pesquisa de informações, que podem ser feitas em fontes primárias, ou seja, documentos originais escritos pelos cientistas que desenvolveram determinado estudo. Também é possível consultar fontes secundárias, que são materiais que tratam das fontes primárias.

Com base na análise desses materiais, é possível entender como a ciência e os conhecimentos vão sendo construídos e testar certas concepções. É frequente, por exemplo, a afirmação de que os trabalhos de Darwin eram totalmente contrários aos de Lamarck. Para algumas pessoas, Darwin seria um herói da ciência, enquanto Lamarck seria um estudioso que teria proposto ideias absurdas e sem sentido.

Nesta atividade, você vai **analisar trechos de fontes primárias** desses dois pesquisadores para verificar se as ideias apresentadas acima são justificadas.

Material

- Trechos traduzidos dos livros *Filosofia zoológica*, de Jean Baptiste Antoine de Monet, cavaleiro de Lamarck, e *Da origem das espécies por meio da seleção natural ou a preservação de raças favorecidas na luta pela vida*, de Charles Robert Darwin.

Como fazer

- 1 Reúna-se com os colegas em grupos de quatro a cinco estudantes.
- 2 Leiam os trechos a seguir.
- 3 Façam, no caderno, um quadro comparando as principais ideias defendidas em cada texto.

Primeira Lei: Em qualquer animal que não tenha concluído todas as etapas do seu desenvolvimento, o uso frequente e permanente de um órgão qualquer o fortifica pouco a pouco, produzindo uma potência proporcional à duração desse uso, enquanto que o desuso constante de tal órgão o enfraquece e até o faz desaparecer.

Segunda Lei: Tudo que a natureza fez os indivíduos adquirir ou perder por influência das circunstâncias em que a sua raça se encontrava durante um longo período de tempo, e consequentemente pela influência do emprego predominante de certo órgão, ou pelo seu desuso, a natureza o conservará nas gerações seguintes nos novos indivíduos, desde que as modificações adquiridas sejam comuns aos dois sexos, ou aos indivíduos que tenham produzido os novos indivíduos.

Jean Baptiste A. de Monet, cavaleiro de Lamarck. *Filosofia zoológica*. Barcelona: Alta Fulla, 1986. p. 175. Citado por: Maria Jose Blondel Enrione. *Seleção de textos históricos para a abordagem de conceitos de evolução biológica para o Ensino Médio*. 2016. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ensino em Biociências e Saúde) – Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2016.

226

(IN)FORMAÇÃO

Descobertas contestam hegemonia de Darwin e recuperam Lamarck

Quando pesquisadores da Universidade Emory, em Atlanta, treinaram camundongos para sentir medo do cheiro de amêndoas (aplicando choques elétricos acompanhados pelo odor), eles descobriram, consternados, que os filhos e netos desses camundongos temiam espontaneamente o mesmo cheiro. Isso não deveria acontecer.

Gerações de estudantes sempre souberam que é impossível herdar características adquiridas. Um camundongo não deveria nascer com algo que seus pais aprenderam durante a vida, assim como aquele que perde a cauda em um acidente não dá à luz filhotes sem cauda.

Se você não é biólogo, pode ser perdoado por estar confuso com o estado da ciência evolutiva.

A biologia evolutiva moderna data de uma síntese que emergiu nas décadas de 1940 a 1960, casando o mecanismo da seleção natural de Charles Darwin com as descobertas de Gregor Mendel sobre como os genes são herdados.

A visão tradicional e ainda dominante reza que as adaptações – desde o cérebro humano até a cauda do pavão – são integral e satisfatoriamente explicadas pela seleção natural (e a subsequente transmissão de características aos descendentes).

Porém, com a chegada de ideias novas vindas da genômica, epigenética e biologia do desenvolvimento, a maioria dos especialistas em evolução concorda que seu campo se encontra em transformação. Boa parte dos novos dados indica que a evolução é algo mais complexo do que presunhamos.

[...]

Considere a ideia de que características adquiridas ao longo da vida podem ser transmitidas para a próxima geração. Ela ganhou força no início do século 19 graças ao biólogo Jean-Baptiste Lamarck, que a usou para explicar a evolução das espécies.

Há muito tempo, porém, entende-se que a hipótese foi desmentida por experimentos – a ponto de, nos círculos evolutivos, o termo “lamarckiano” carregar conotação depreciativa. A ideia mais largamente aceita é a de que as experiências dos pais não afetam as características de sua prole.

Epigenética

Só que elas afetam, sim. O modo como os genes se expressam para produzir o fenótipo de um organismo – as características reais que o organismo acaba tendo – é afetado por substâncias químicas que se ligam a eles. Tudo, desde a dieta até a

PARA CONCLUIR

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

1. O uso frequente e permanente de um órgão o fortalece, enquanto o desuso o enfraquece, até ele desaparecer. Essas características são passadas para a geração seguinte.
2. Espera-se que os estudantes indiquem que ambos acreditavam na validade da lei do uso e do desuso e na herança dos caracteres adquiridos. No entanto, apenas Darwin cita a seleção natural como o processo que atua na modificação das espécies ao longo do tempo.
3. Nesse momento, é válido discutir com os estudantes a ideia deturpada, mas em muitos casos ainda presente, relacionada à genialidade ou ao brilhantismo de cientistas. É importante deixar claro que, na maioria dos casos, a produção de determinado conhecimento científico é fruto de inúmeros erros ou de infortúnios antes de alcançar o consenso da comunidade científica. Ou seja, se atualmente as ideias de Darwin são mais aceitas do que as de Lamarck, isso não significa que Darwin era mais esperto ou visionário; ele apenas direcionou a coleta e a análise de dados, seus estudos e suas observações de forma diferente de Lamarck.
4. Comente com os estudantes que, na pesquisa em história da ciência, a consulta às fontes primárias é a principal ferramenta não só para conhecer o conteúdo conceitual no qual o cientista estava trabalhando, mas também, em alguns casos, para extrair informações sobre o contexto social, político e até cultural e econômico da época.

Como a luz não penetra em todas as partes, os animais que vivem em lugares privados dela não podem usar os órgãos da visão caso a natureza os tenha beneficiado com eles. Pois os animais que fazem parte de um plano de

Jean Baptiste A. de Monet, cavaleiro de Lamarck. *Filosofia zoológica*. Barcelona: Alta Fulla, 1986. p. 179. Citado por: Maria Jose Blondel Enriene. *Seleção de textos históricos para a abordagem de conceitos de evolução biológica para o Ensino Médio*. 2016. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ensino em Biociências e Saúde) – Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2016.

[...] penso que há pouca dúvida de que o uso em animais domésticos fortalece e aumenta certas partes, e o desuso as diminui; e que essas modificações são herdadas. Na natureza, pode não haver parâmetro de comparação pelo qual julgar os efeitos de longo prazo do uso e do desuso, pois não conhecemos as formas ancestrais; mas muitos animais têm estruturas que podem ser explicadas pelos efeitos do desuso.

[...]

Os olhos das toupeiras e de alguns roedores escavadores são rudimentares no tamanho, e em alguns casos cobertos por pele e pelos. Essa condição dos olhos se deve provavelmente a uma redução gradual pelo desuso, talvez auxiliada pela seleção natural. [...]

[...]

Na minha visão de descendência com modificação, a origem de órgãos rudimentares é simples. Temos muitos exemplos de órgãos rudimentares em nossos animais domésticos, como

organização no qual os olhos entram por necessidade, deveriam tê-los na sua origem. Entretanto, fica evidente que o empobrecimento e a desaparecimento deste órgão são efeitos da falta de uso.

uma cauda residual em linhagens sem cauda, um vestígio de orelha em linhagens sem orelha, o reaparecimento de diminutos chifres em linhagens de gado sem chifres, especialmente, segundo Youatt, em animais jovens [...]. Mas duvido que algum desses casos lance alguma luz sobre a origem dos órgãos rudimentares na natureza, além de indicar que órgãos rudimentares podem ser produzidos; pois duvido que espécies selvagens passem por mudanças abruptas. Acredito que o desuso é a principal causa; que levou, em sucessivas gerações, à redução gradual de vários órgãos, até eles se tornarem rudimentares, como no caso dos olhos de animais que habitam cavernas escuras e das asas de aves que habitam ilhas oceânicas, que raramente foram forçadas a voar e acabaram por perder esse poder. Novamente, um órgão útil em certas condições pode se tornar prejudicial em outras [...]; e nesse caso a seleção natural reduziria lentamente o órgão, até que ele se tornasse inofensivo e rudimentar.

Charles R. Darwin. *On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life* (tradução nossa: A origem das espécies por meio da seleção natural ou a preservação de raças favorecidas na luta pela vida). London: John Murray, 1859. p. 134, 137, 454. Tradução nossa.

Para concluir

Responda sempre no caderno.

1. Quais são as principais ideias presentes nos trechos escritos por Lamarck e nos trechos escritos por Darwin? **Veja resposta em Respostas e comentários.**
2. Considerando a análise que você e os colegas fizeram, que semelhanças e diferenças vocês encontraram entre as ideias de Darwin e de Lamarck? **Veja resposta em Respostas e comentários.**
3. Com base na leitura dos textos, você considera correta a noção de que Darwin e Lamarck pensavam bem diferente? **Não. A leitura indica que Darwin e Lamarck acreditavam na lei do uso e do desuso e na herança dos caracteres adquiridos.**
4. Em sua opinião, qual é a importância de os estudiosos, especialmente os historiadores, consultarem fontes primárias? **Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes percebam que, ao consultar fontes primárias, podemos encontrar informações sobre como uma personagem histórica realmente pensava a respeito de determinados assuntos. Essa consulta, portanto, ajuda a combater lendas e desinformações.**

227

poluição do ar ou o comportamento dos pais, pode influir sobre o acréscimo ou a retirada dessas marcas químicas, que ligam ou desligam genes.

Geralmente, esses acréscimos ditos epigenéticos são removidos durante a produção de espermatozoides e óvulos, mas alguns são transmitidos à próxima geração, junto com os genes. Isso é conhecido como herança epigenética, e mais e mais estudos vêm confirmando que ela de fato ocorre.

Voltemos aos camundongos que têm medo de amêndoas. Foi a herança de uma marca epigenética transmitida nos espermatozoides que levou a nova geração a adquirir um medo herdado.

LALAND, Kevin. Descobertas contestam hegemonia de Darwin e recuperam Lamarck. *Folha de S.Paulo*, 11 mar. 2018. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/ilustrissima/2018/03/descobertas-contestam-hegemonia-de-darwin-e-recuperam-lamarck.shtml>. Acesso em: 8 fev. 2022.

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

1. Ressalte que as rochas e as plantas, por exemplo, eram consideradas os seres mais simples e ficavam na base da escala. Os animais e os seres humanos eram vistos como organismos mais complexos; logo, ficavam posicionados em degraus mais altos.
2. Comente com os estudantes que, além disso e sobretudo por meio de estudos de anatomia comparada entre os fósseis e as espécies viventes, foi possível estabelecer similaridades que indicam relações evolutivas.
3. a) Espera-se que os estudantes mencionem que a savana africana é o hábitat natural das girafas. Ela ocorre em regiões áridas de grandes planícies e é formada por vegetação herbácea e por arbustos e árvores. Os estudantes podem argumentar que a tentativa de alcançar as folhas mais tenras em galhos mais altos das árvores teria promovido o crescimento do pescoço das girafas, e essa característica foi transmitida aos descendentes.
b) Girafas que nasceram com o pescoço mais comprido teriam mais chance de se alimentar e, portanto, de sobreviver e gerar mais descendentes do que girafas com pescoço mais curto.

ATIVIDADES

1. A imagem a seguir é uma representação da *scala naturae*, ou grande cadeia dos seres, de 1305. Nos degraus, estão representados os seguintes seres (do degrau mais baixo para o mais alto): rochas, fogo, plantas, animais, ser humano, corpos celestes, anjos e Deus.
3. Segundo Lamarck, as estruturas mais utilizadas pelos seres vivos tendem a se desenvolver e são transmitidas para seus descendentes, enquanto as estruturas menos utilizadas tendem a reduzir e a desaparecer. É muito comum, para exemplificar essa ideia, a menção ao pescoço da girafa. Sobre esse exemplo, Lamarck escreveu, em seu livro *Filosofia zoológica*:



- De acordo com a ideia da *scala naturae*, por qual critério os seres da natureza estavam organizados? **A *scala naturae* representa os seres em ordem de complexidade.**
2. A foto a seguir mostra uma réplica de um fóssil encontrado no Brasil.

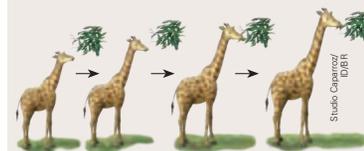


↑ Réplica de fóssil do gênero *Baurusuchus*, um dinossauro que vivia no território que atualmente corresponde ao Brasil.

- Os achados fósseis foram fundamentais para que papel a descoberta de fósseis desempenhou no desenvolvimento das ideias evolucionistas? **o desenvolvimento das ideias evolucionistas, visto que mostraram a existência, no passado, de organismos que foram extintos.**

Sobre os hábitos é curioso observar o resultado da forma e tamanho peculiar da girafa. Sabe-se que este é o animal mais alto dentre os mamíferos, vive no interior da África, onde a região árida e com poucas pradarias torna obrigatória a procura das folhas das árvores. Este hábito mantido depois de muito tempo, em todos os indivíduos da sua raça resultou no aumento das patas dianteiras e do alongamento do seu pescoço, de tal forma que o animal, sem a necessidade de subir sobre as patas traseiras, levanta sua cabeça e alcança com ela seis metros de altura.

Jean Baptiste A. de Monet, cavaleiro de Lamarck. *Filosofia zoológica*. Barcelona: Alta Fulla, 1986. p. 188. Citado por: Maria Jose Blondel Enrione. *Seleção de textos históricos para a abordagem de conceitos de evolução biológica para o Ensino Médio*. 2016. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ensino em Biociências e Saúde) – Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2016.



↑ De acordo com as ideias de Lamarck, as girafas atuais teriam pescoços longos porque seus ancestrais esticavam o pescoço para alcançar folhas de árvores altas.

- a) Faça uma pesquisa sobre o ambiente onde as girafas geralmente são encontradas. Então, relacione as características desse ambiente com a explicação de Lamarck para o tamanho do pescoço da girafa. **Resposta pessoal.**
- b) Reveja o material apresentado neste capítulo e responda: Como Darwin explicaria o tamanho do pescoço das girafas atuais? **Veja resposta em Respostas e comentários.**

228

ESTRATÉGIAS DE APOIO

Após realizar uma avaliação reguladora, caso identifique pontos frágeis no aprendizado dos estudantes, auxilie-os a superá-los. Utilize vídeos e outras fontes que explorem as ideias apresentadas no capítulo como recursos para reforçar o tema evolução biológica. Caso julgue oportuno, auxilie os estudantes a desenvolver mapas conceituais para que possam sintetizar e conectar as principais informações para o desenvolvimento das atividades, além de incentivar a busca de novos exemplos que ilustrem os conteúdos apresentados. Por fim, avalie se as dificuldades foram superadas.

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

TODOS CONTRA O RACISMO

Nesta atividade, os estudantes vão organizar uma campanha de combate ao racismo na escola.

1. Com os estudantes, pesquise, na internet, campanhas contra o preconceito racial. Reserve um tempo para que eles possam elencar os principais pontos. O texto a seguir pode ser uma fonte de pesquisa.

• LOPES, Marina. Como combater o racismo na escola. *Porvir*, 18 nov. 2020. Disponível em: <https://porvir.org/como-combater-o-racismo-na-escola/>. Acesso em: 11 maio 2022.

2. Oriente os estudantes a listar os principais aspectos da campanha e a apresentá-los por meio de cartazes, *podcasts*, debate na escola, entre outros meios.

*5. Segundo a teoria sintética da evolução, a variabilidade é resultado de fenômenos genéticos, como a recombinação gênica e as mutações aleatórias.

4. As propostas de Lamarck e de Darwin apresentam uma semelhança importante: em ambas, a natureza tem um papel importante na transformação das espécies ao longo do tempo.

- a) A forma como a natureza atua na evolução das espécies é a mesma nas propostas de Darwin e de Lamarck? Explique.
b) Como a grande biodiversidade existente na Terra pode ser explicada de acordo com as ideias lamarckistas? E de acordo com as ideias darwinistas?

- a) e b) **Veja respostas em Respostas e comentários.**
5. Apesar de Darwin reconhecer a variabilidade entre os indivíduos de uma mesma espécie, ele não foi capaz de explicar de forma adequada a origem dessas variações.

- De acordo com a teoria sintética da evolução, qual é essa origem? *

6. Leia o texto e responda à questão a seguir.

O darwinismo social foi uma corrente de pensamento que teve início no final do século XIX e se apoiou nas ideias sobre a evolução por seleção natural para justificar o racismo, o imperialismo e a desigualdade social. Essa é uma visão equivocada das ideias de Darwin aplicada no campo das Ciências Humanas.

- Com um colega, façam uma pesquisa sobre o darwinismo social. Em seguida, selecionem uma ou duas falácias relacionadas à superioridade de determinados grupos de pessoas sobre outros e expliquem por que elas são preconceituosas e equivocadas.

Veja resposta em Respostas e comentários.

7. Leia o texto a seguir e faça o que se pede.

Diferentemente do que se pensava, os cupins não formam um grupo específico dentre os insetos. Eles são, na realidade, baratas que vivem em colônias. Essa é a conclusão a que cientistas chegaram após anos de discussão sobre as semelhanças entre os dois tipos de insetos.

Em fevereiro deste ano, a Sociedade Americana de Entomologia atualizou sua lista de nome de insetos classificando os cupins não como uma ordem própria, mas como parte da ordem das baratas.

“Esta ideia de que cupins são baratas sociais é antiga, mas agora foi comprovada por estudos

moleculares”, explica Ana Maria Costa Leonardo, bióloga do Instituto de Biociências da Unesp (Universidade Estadual Paulista) de Rio Claro.

Segundo a especialista, “existe um ancestral comum que originou cupins e baratas [...]”.

[...]

Baratas que comem madeira

As discussões entre especialistas sobre as semelhanças entre cupins e baratas são antigas, remontando à década de 1930. [...]

[...] Apesar de antigo, o debate ainda causava polêmica, com alguns defensores de que os cupins formavam uma ordem específica.

O que sempre foi ponto pacífico é o agrupamento de baratas, cupins e louva-deus em um grupo chamado *Dictyoptera*.

Em 2007, um estudo intitulado “A Morte de uma Ordem”, de Paul Eggleton, biólogo do Museu de História Natural de Londres, utilizou testes de DNA para mostrar de forma robusta que os cupins haviam evoluído como um ramo específico da árvore genealógica das baratas. [...]

O resumo da ópera: na evolução das espécies, baratas, cupins e louva-deus possuíram um ancestral comum. Além disso, baratas e cupins vêm de uma linhagem que possui um mesmo ancestral. Existem mais de 6 mil espécies de baratas e 2800 espécies de cupins. Todos descendentes do mesmo ancestral. As baratas do gênero *Cryptocercus* são as mais próximas dos cupins.

Fernando Cymbaluk. Não só comem nossos móveis... cupins também são baratas sociais. *Tilt UOL*, 2 abr. 2018. Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/ciencia/ultimas-noticias/redacao/2018/04/02/nao-so-comem-nossos-moveis-cupins-tambem-sao-baratas-sociais.htm>. Acesso em: 8 fev. 2022.

- a) Localize no texto os termos “ancestral comum” e “mesmo ancestral”. O que é um ancestral comum? Qual é a relação desse conceito com a evolução biológica?

- b) De acordo com o texto, a classificação dos cupins mudou ao longo do tempo. Isso significa que a comunidade de cientistas mudou de ideia, graças a novas descobertas. Em sua opinião, essa característica da ciência é boa ou ruim? Justifique.

a) **Veja resposta em Respostas e comentários.**

b) **Respostas pessoais.**

4. a) Não. Lamarck acreditava que as mudanças ocorridas nos seres vivos eram uma resposta à necessidade gerada pelo ambiente. Darwin entendia que os indivíduos de uma espécie que tivessem algum fator vantajoso na competição por recursos no ambiente seriam selecionados pela natureza, pois a chance de eles sobreviverem, se reproduzirem e gerarem descendentes seria maior. Darwin denominou esse mecanismo de seleção natural.

- b) Segundo Lamarck, os seres vivos muito simples teriam surgido por geração espontânea e, por processos de mudança, teriam aumentado sua complexidade. As mudanças eram explicadas por causa da variabilidade ocorrida por meio do uso e do desuso, de acordo com as necessidades determinadas por condições ambientais. As características mantidas pelo uso ou pelo desuso de determinado órgão, segundo as ideias lamarckistas, poderiam ser herdadas pelos descendentes. Segundo as concepções de Darwin, os organismos vivos teriam tido um único ancestral comum. Por meio dos mecanismos de seleção natural, os seres vivos com características favoráveis à sobrevivência no ambiente teriam gerado mais descendentes e se diversificado em novas espécies.

5. Comente com a turma que esses fenômenos podem conferir aos indivíduos características diferentes das de seus ancestrais. Se favoráveis e sob a ação da seleção natural, tais características podem ser transmitidas aos descendentes, contribuindo para a adaptação da espécie a determinadas condições do ambiente.
6. Os estudantes podem mencionar a ideia de que as pessoas brancas eram superiores às outras, justificando, por exemplo, o extermínio dos judeus durante o nazismo ou a escravidão. Comente com eles que atualmente o Darwinismo social praticamente inexistente como forma de justificar a superioridade de grupos étnicos e aproveite o momento para discutir sobre a necessidade de se combater o racismo. Considere, portanto, realizar a *Atividade complementar* sugerida na página 228 deste manual.

7. a) “existe um ancestral comum que originou cupins e baratas”; “baratas, cupins e louva-deus possuíram um ancestral comum”; “baratas e cupins vêm de uma linhagem que possuem um mesmo ancestral”. O termo ancestral comum se refere a uma linhagem de indivíduos da mesma espécie que se diversifica e gera uma ou mais novas espécies.

- b) Oriente os estudantes a perceber que novas descobertas são consequência do dinamismo da ciência, pois perguntas são constantemente elaboradas ou reformuladas, gerando novas investigações e aprimorando o conhecimento sobre o mundo natural.

OUTRAS FONTES

BOLSANELLO, Maria Augusta. Darwinismo social, eugenia e racismo “científico”: sua repercussão na sociedade e na educação brasileiras. *Educar em Revista*, n. 12, v. 12, 1996. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/educar/article/view/36031/22220>. Acesso em: 11 maio 2022.

Nesse artigo, a autora discute a definição de darwinismo social e suas relações com o preconceito racial na sociedade brasileira.

DE OLHO NA BASE

As atividades **3**, **4**, **5** e **7** promovem as habilidades **EF09CI10** e **EF09CI11**. Em relação às competências, são desenvolvidas as competências geral **1** e específicas **1**, **2** e **3**, no âmbito do uso e da valorização dos conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, da compreensão do conhecimento científico como provisório e histórico, de conceitos fundamentais e estruturas explicativas de Ciências da Natureza e de fenômenos e processos relativos ao mundo natural. A atividade **6** promove particularmente a competência geral **7**, no âmbito da argumentação para a defesa de ideias que respeitem e promovam os direitos humanos.

HABILIDADE DESENVOLVIDA NO CAPÍTULO

(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.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Trabalhe com os estudantes a questão em *Para começar* e verifique se eles citam alguma evidência que demonstre a ocorrência da evolução. Anote na lousa os apontamentos que fizerem. Se julgar oportuno, utilize esses apontamentos como forma de introduzir o assunto da aula. Você também pode retomá-los ao final do capítulo, repetindo a questão inicial – é interessante que eles percebam o desenvolvimento do próprio aprendizado.
- Apresente aos estudantes o trabalho realizado no Brasil pelo Museu de Paleontologia da Universidade Regional do Cariri, em Santana do Cariri, no Ceará. O museu faz parte do Geopark Araripe, reconhecido como primeiro geoparque das Américas pela Rede Global de Geoparques, com o aval da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco).

DE OLHO NA BASE

O conteúdo das páginas 230 e 231 promove o objeto de conhecimento da habilidade EF09CI11. Também desenvolve as competências específicas 2 e 3 (compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza e características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural).

Capítulo

3

A EVOLUÇÃO ACONTECE

*Resposta pessoal. Os estudantes podem mencionar como evidências de que as espécies se modificavam ao longo do tempo: a observação de órgãos vestigiais e de homologies de estruturas; evidências da biogeografia, com os

PARA COMEÇAR

*A evolução dos seres vivos é hoje considerada um fato científico. Você conhece algumas das evidências que mostram a ocorrência da evolução? **

tentilhões das ilhas Galápagos, e da paleontologia, com descobertas de espécies extintas, entre outras. Ressalte que as evidências apresentadas por Darwin e Wallace eram disruptivas para a época, pois a visão tradicional europeia considerava que as espécies de plantas e animais eram imutáveis.

↓ Fóssil de grilo, de cerca de 110 milhões de anos, encontrado em trecho da chapada do Araripe em Santana do Cariri (PE). Foto de 2012.

EVIDÊNCIAS DA EVOLUÇÃO DOS SERES VIVOS

Quando Charles Darwin e Alfred Wallace publicaram suas explicações para a evolução dos seres vivos, eles apresentaram diversas evidências para justificar esse processo, como os fósseis, os órgãos homólogos, os órgãos análogos e os órgãos vestigiais. Até hoje, essas evidências são objeto de muitas pesquisas científicas.

FÓSSEIS

Os fósseis são vestígios deixados por organismos que viveram há muito tempo e que ficaram preservados em materiais como rochas ou âmbar. Esses vestígios podem ser partes de esqueleto, dentes, ovos, folhas, pegadas e até mesmo fezes.

Utilizando métodos de datação, é possível estimar a idade aproximada de um fóssil. Ao analisar fósseis encontrados no mundo inteiro e compará-los com outros fósseis e com espécies existentes atualmente, os cientistas podem propor hipóteses de relações de parentesco evolutivo entre as espécies. Podem indicar também a provável sequência de surgimento e de extinção de espécies.



230

(IN)FORMAÇÃO

Museu de Paleontologia da Urca

O Museu de Paleontologia Plácido Cidade Nuvens da Universidade Regional do Cariri (Urca) foi fundado em 1985 pela prefeitura municipal de Santana do Cariri [...]. Em 1991, o museu foi doado à Urca, passando a integrar a estrutura da universidade como núcleo de pesquisa e extensão.

A partir de 1997, através do projeto de implantação do Complexo Paleontológico da Chapada do Araripe, o museu tornou-se propulsor da pesquisa paleontológica, na divulgação da ciência e no apoio à cultura do Cariri. Também, através do Núcleo de Difusão Tecnológica, o museu oferece regularmente cursos, treinamentos, encontros, palestras e representa um ponto de apoio logístico para pesquisadores de todo o

mundo. O equipamento também possui acervo bibliográfico especializado (Geologia, Biologia, Paleontologia, Química, Física, entre outros), centro de intercâmbio científico, videoteca e recursos audiovisuais.

O Museu de Paleontologia [da Urca em Santana do Cariri] mantém projetos de escavações permanentes de fósseis em toda a Bacia do Araripe, bem como coleta sistemática de fósseis nas frentes de escavações do calcário laminado, nos municípios de Nova Olinda e Santana do Cariri. Esse programa é a principal ferramenta contra a exploração clandestina e o tráfico de fósseis na região. O museu recebe, em média, 2000 visitantes por mês, sendo um dos principais centros de visitação da região do Vale do Cariri.

Seu atual acervo abriga vários grupos de fósseis, [e] seus maiores representantes são: troncos

ÓRGÃOS HOMÓLOGOS

Os **órgãos homólogos** são aqueles que, em diferentes espécies de seres vivos, apresentam a mesma origem embrionária. Isso significa que esses órgãos se desenvolvem de regiões semelhantes nos embriões dessas espécies. Isso é uma indicação de que o grau de parentesco evolutivo entre elas é alto.

Em certos casos, os órgãos homólogos não apresentam a mesma função nos indivíduos adultos de cada espécie. Por exemplo, o braço de um ser humano, a perna de um cavalo, a asa de um morcego e a nadadeira de uma baleia são considerados órgãos homólogos.



Ilustrações: Crie Alencar/DIBR

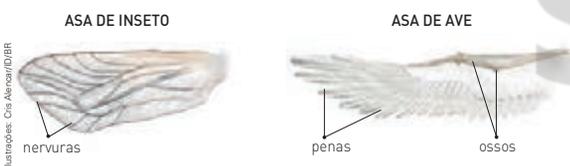
◀ **Membros anteriores de alguns mamíferos. A correspondência entre os ossos dos animais está representada com a mesma cor. (Representações sem proporção de tamanho; cores-fantasia.)**

Fonte de pesquisa: Mark Ridley. *Evolução*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. p. 79.

ÓRGÃOS ANÁLOGOS

Os **órgãos análogos** são aqueles que exercem a mesma função em seres vivos de espécies diferentes. Porém, não necessariamente eles se desenvolvem das mesmas partes dos embriões dessas espécies, ou seja, não têm a mesma origem.

De acordo com a teoria da evolução, isso pode ser interpretado como a seleção natural atuando de forma semelhante em grupos diferentes de seres vivos, muitas vezes separados por milhões de anos. Exemplos de órgãos análogos são as asas de insetos e de aves, animais que, evolutivamente, são pouco próximos. Nesses dois tipos de animal, as asas têm a mesma função básica: o voo.



Ilustrações: Crie Alencar/DIBR

◀ **As asas dos insetos não têm ossos; as asas das aves apresentam, além de ossos, penas. (Representações sem proporção de tamanho.)**

Fonte de pesquisa: Mark Ridley. *Evolução*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. p. 83.

231

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- O conceito de homologia pode se revelar complexo para os estudantes, especialmente por depender da compreensão do que seja o desenvolvimento embrionário. Assim, se julgar pertinente, traga para a sala de aula imagens que mostrem etapas do desenvolvimento embrionário de um vertebrado. Peça aos estudantes que observem, ao longo das etapas, como as diversas estruturas vão se desenvolvendo em regiões específicas do embrião. Explique então que, em animais com maior grau de parentesco evolutivo, as estruturas homólogas terão origem na mesma região embrionária.
- Reforce aos estudantes, na leitura das imagens desta página do Livro do Estudante, a correspondência entre os ossos dos animais, representada pela mesma cor, no caso dos ossos homólogos.
- Comente com os estudantes que outros exemplos de órgãos análogos são a nadadeira do golfinho e a do tubarão, as quais têm a mesma função, mas não a mesma origem embrionária.

petrificados (por silicificação), impressões de samambaias, pinheiros e plantas com frutos; moluscos, artrópodes (crustáceos, aranhas, escorpiões e insetos); peixes (tubarões, raias e diversos peixes ósseos), anfíbios e répteis (tartarugas, lagartos, crocodilianos, pterossauros e dinossauros). Todo esse material fóssilífero é proveniente, principalmente, das Formações Missão Velha e Santana (membros Crato, Ipubi e Romualdo) da Bacia do Araripe.

[...]

Museu de Paleontologia Plácido
Cidade Nuvens. Disponível em:
http://geoparkararipe.urca.br/?page_id=1591.
Acesso em: 8 fev. 2022.

Geopark Araripe

O Geopark Araripe situa-se no sul do Estado do Ceará, na região Nordeste do Brasil. O Geopark Araripe envolve os municípios de Barbalha, Crato, Juazeiro do Norte, Missão Velha, Nova Olinda e

Santana do Cariri, apresentando uma área aproximada de 3 789 km² (IBGE/Funceme, 2001); área correspondente à porção cearense da Bacia Sedimentar do Araripe. Este território [se encontra] em uma região caracterizada pelo importante registro geológico do período Cretáceo, com destaque para seu conteúdo paleontológico, com registros entre 150 e 90 milhões de anos, que apresenta um excepcional estado de preservação e revela uma enorme diversidade paleobiológica.

[...]

Geopark Araripe. Disponível em:
http://geoparkararipe.urca.br/?page_id=3123.
Acesso em: 8 fev. 2022.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Incentive os estudantes a pesquisar outros órgãos vestigiais e adaptações e a trazer imagens de outros exemplos de adaptação. Depois, forme com eles uma roda de conversa para a troca de informações sobre o que pesquisaram.

DE OLHO NA BASE

O conteúdo das páginas 232 e 233 dá prosseguimento à promoção da habilidade **EF09CI11** e das competências específicas de Ciências da Natureza **2 e 3**.



↑ A membrana nictitante, importante para as aves (A) por oferecer proteção aos olhos durante o voo, é apenas um vestígio no olho humano (B).

ÓRGÃOS VESTIGIAIS

Os **órgãos vestigiais** são aqueles que se encontram atrofiados ou sem função em determinada espécie, mas bem desenvolvidos e com função importante em outras espécies. A membrana nictitante, por exemplo, é um órgão vestigial atrofiado no ser humano. Nas aves, ela oferece proteção aos olhos durante o voo.

Os órgãos vestigiais são evidências da evolução porque mostram a seleção natural atuando de diversas formas em grupos diferentes de seres vivos.

ADAPTAÇÕES

Uma **adaptação** pode ser definida como uma característica resultante da seleção natural que torna o ser vivo adaptado ao ambiente onde ele vive. Estar adaptado significa estar apto a sobreviver e a se reproduzir, ou seja, ter características ajustadas ao ambiente, que passaram pela seleção natural.

Algumas adaptações chamam a atenção, seja pelo aspecto que conferem ao ser vivo, seja pela estratégia de sobrevivência ou de reprodução. Veja alguns exemplos a seguir.

ADAPTAÇÕES

- Camuflagem**
A forma e/ou a coloração do ser vivo ajuda-o a se confundir com o ambiente.

comprimento: 12 cm
- Mimetismo**
Um ser vivo de uma espécie se parece com um ser vivo de outra espécie.

envergadura (borboleta-monarca): 7 cm
- Coloração aposemática**
O ser vivo apresenta cores chamativas para indicar a um predador que ele é perigoso.

comprimento: 4 cm

232

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

SIMULANDO A CAMUFLAGEM COMO RESULTADO DA SELEÇÃO NATURAL

Objetivo

Simular o modo de ação da seleção natural.

Material

- papel de presente com motivos florais
- papéis de várias cores (alguns com cores bem semelhantes e outros com cores bem diferentes das cores do papel floral)
- tesoura com pontas arredondadas
- lápis
- cartolina ou papel-cartão

Como fazer

Peça aos estudantes que façam os procedimentos a seguir.

- Cole o papel de presente na cartolina (ou papel-cartão) – este será o tabuleiro da atividade.
- Recorte os papéis coloridos no formato de pequenas borboletas. Elas devem ter mesmo tamanho e forma e variar somente quanto à cor.
- Espalhe as borboletas no papel floral, de modo que pelo menos três borboletas fiquem camufladas e três não fiquem camufladas.
- Cada estudante deve ficar de olhos fechados em frente ao tabuleiro, abrindo-os apenas

por três segundos para tentar localizar as borboletas. Ao fechar os olhos novamente, o estudante deve apontar a borboleta que visualizou. Cada estudante deve repetir esse procedimento de acordo com o número de borboletas no tabuleiro; por exemplo: 10 borboletas, 10 tentativas.

- Ao final da atividade, monte uma tabela com as borboletas visualizadas pelos estudantes.

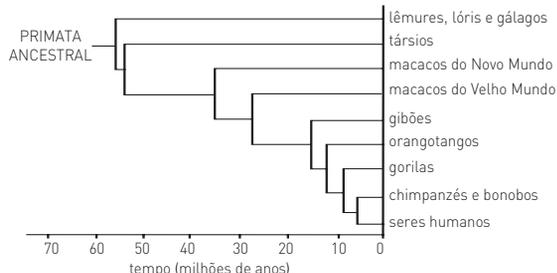
Análise dos resultados

Elabore uma tabela como a que aparece a seguir e a utilize para organizar os resultados obtidos, indicando, como exemplo, o número de vezes que cada estudante visualizou a borboleta de determinada cor.

A EVOLUÇÃO HUMANA

Os seres humanos são classificados como mamíferos primatas. Isso significa que nossa espécie compartilha um ancestral comum com todos os animais que apresentam glândulas mamárias e que somos também evolutivamente próximos dos macacos.

Os chimpanzés são os animais que têm parentesco evolutivo mais próximo do ser humano, com uma semelhança no material genético de aproximadamente 98%. A linhagem humana se separou da linhagem dos chimpanzés e dos bonobos entre 6 milhões e 7 milhões de anos atrás.



↑ **Árvore evolutiva que mostra as relações de parentesco entre os grupos de primatas (ordem à qual pertencem macacos e seres humanos). Note que a espécie humana e os chimpanzés e bonobos compartilham um ancestral comum exclusivo.**

Fonte de pesquisa: Jane B. Reece e outros. *Biologia de Campbell*. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015. p. 740.

OS HOMINÍNIOS

O termo **hominínio** é usado para se referir a primatas que fazem parte da linhagem do ser humano, a única espécie viva de hominínio. Em comum, todas essas espécies apresentam o bipedalismo, que é a capacidade de andar de forma ereta, ou seja, apenas com os membros inferiores, as pernas.

Os **australopitecos** são um dos prováveis hominínios ancestrais dos seres humanos. Os fósseis mais antigos de australopitecos datam de 4 milhões de anos e foram encontrados na África. Paleontólogos acreditam que os australopitecos eram adaptados ao ambiente da savana.

Há cerca de 2,5 milhões de anos, na África, surgiram os primeiros representantes do gênero *Homo*, do qual os seres humanos fazem parte.

Do primeiro grupo ancestral de hominínios ao *Homo sapiens*, muitas adaptações foram selecionadas pela natureza. A postura bípede permitiu que as mãos ficassem livres, o que possibilitou o surgimento de habilidades como fabricar e manusear ferramentas e produzir fogo. Essas habilidades aumentaram a chance de sobrevivência dos primeiros representantes do gênero *Homo*.

PARA EXPLORAR

Museu do Homem Americano (PI)

Para auxiliar na compreensão do tópico sobre evolução humana, você pode visitar o Museu do Homem Americano, que tem como objetivo divulgar expressões culturais produzidas por povos pré-históricos que viveram na América. É possível fazer uma visita virtual e conhecer os vestígios arqueológicos encontrados na Região Nordeste do Brasil. Além disso, nesse museu, você pode entrar em contato com pesquisas arqueológicas recentes e seus resultados. Tanto a exposição permanente quanto as temporárias são atualizadas regularmente.

Informações: fumdham@fumdham.org.br

Localização: Rua João Ferreira dos Santos, s. n. – São Raimundo Nonato (PI).



↑ Na foto, partes do esqueleto de Lucy encontradas pelo paleoantropólogo estadunidense Donald Johanson (1943-) na Etiópia, África, em 1974. Ela viveu há 3,2 milhões de anos.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Após a leitura do texto sobre a evolução humana, apresente aos estudantes o artigo “A cultura dos chimpanzés”, de Drauzio Varella, disponível em <https://drauziovarella.uol.com.br/drauzio/artigos/a-cultura-dos-chimpanzes-artigo> (acesso em: 9 fev. 2022).
- O tema evolução humana costuma gerar controvérsia em sala de aula. Justamente por isso, pode proporcionar um momento de reflexão sobre a importância de se respeitar pessoas com opiniões contrárias. Os debates devem ser feitos de forma que todos sintam que podem se expressar livremente e ser isentos de preconceito de qualquer tipo.
- Caso a escola esteja localizada no município de São Raimundo Nonato (PI), nas proximidades ou em outros locais, mas disponha de recursos, considere levar os estudantes para uma visita guiada ao Museu do Homem Americano, indicado no boxe *Para explorar*, nesta página do Livro do Estudante.

	Borboleta amarela	Borboleta azul	Borboleta marrom	Total
Estudante 1				
Estudante 2				
Estudante 3				
Estudante 4				
Estudante 5				
Total				

Questões para discussão

Provavelmente, as borboletas mais visualizadas serão as de coloração contrastante sobre o papel de presente. Incentive os estudantes a pensar na possível explicação para esse resultado perguntando: “Por que as borboletas ‘camufladas’ foram menos visualizadas?”. Encoraje-os a comentar sobre a vantagem da camuflagem no ambiente natural e a citar os nomes de animais que eles conhecem que apresentam esse tipo de adaptação.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Converse com os estudantes sobre o desenvolvimento da linguagem e da cultura pelo *Homo sapiens*.
- Se julgar pertinente, comente com os estudantes sobre a hipótese multirregional. De acordo com essa hipótese, várias populações de espécies do gênero *Homo* se cruzaram há pelo menos 1 milhão de anos e se dispersaram por todos os continentes. Assim, nossa espécie, o *Homo sapiens*, teria surgido em regiões diferentes do planeta e em momentos distintos. Para conhecer as pesquisas a respeito da origem e da dispersão do gênero *Homo*, veja o artigo sugerido no box *Outras fontes*, nesta página do manual.
- Faça a leitura das imagens com os estudantes, promovendo uma discussão sobre as capacidades do ser humano, com base na evolução.

DE OLHO NA BASE

O conteúdo desta página contribui para o desenvolvimento da habilidade **EF09CI11**, com ênfase no tema evolução humana. Quanto às competências, são promovidas as competências específicas de Ciências da Natureza **2 e 3**, quanto à compreensão de conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza e de características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural, social e tecnológico.

O SER HUMANO MODERNO

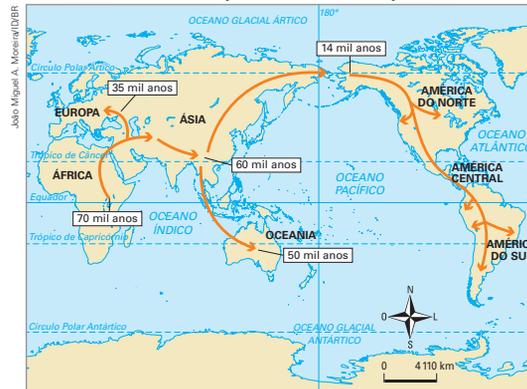
O *Homo sapiens*, espécie conhecida como **ser humano moderno**, surgiu na África provavelmente entre 200 mil e 150 mil anos atrás. Da África, o ser humano moderno teria migrado e colonizado outros continentes. Essa ideia é conhecida como **hipótese da origem única**.

O aumento da capacidade cerebral foi muito importante durante a evolução humana. Isso ocorreu graças ao aumento do volume craniano, que passou de 450 cm³ nos australopitecos para 1350 cm³ no homem moderno.

O aumento da capacidade cerebral possibilitou ao ser humano moderno o uso da linguagem simbólica e o desenvolvimento de diversas culturas.

Com o aumento da capacidade cerebral e o uso da linguagem simbólica, o ser humano se tornou capaz de registrar e de estudar a própria história, além de produzir conhecimentos científicos e de desenvolver tecnologias (como a agricultura e a internet) e artes, como a pintura, a escultura, o artesanato e tantas outras.

Prováveis rotas dos primeiros *Homo sapiens*



Fonte de pesquisa: Douglas J. Futuyma. *Biologia evolutiva*. 3. ed. Ribeirão Preto: Funpec-Editora, 2009. p. 737.



↑ Durante o processo evolutivo, o ser humano desenvolveu habilidades determinantes para a sua cultura, como o registro histórico (A) e o desenvolvimento artístico (B), científico (C) e tecnológico (D).

234

OUTRAS FONTES

Museu Virtual da Evolução Humana. Instituto de Biociências da USP. Disponível em: <https://evolucaohumana.ib.usp.br/>. Acesso em: 8 fev. 2022.

O site disponibiliza imagens de fósseis provenientes de descobertas arqueológicas de relevância para pesquisa e ensino sobre o tema “Evolução dos hominínios”.

ESCOBAR, Herton. Cientistas brasileiros reescrevem a história do gênero humano. *Jornal da USP*, 5 jul. 2019. Disponível em: <https://jornal.usp.br/ciencias/cientistas-brasileiros-reescrevem-a-historia-do-genero-humano/>. Acesso em: 8 fev. 2022.

O artigo relata pesquisas e evidências sobre a origem e a dispersão do gênero *Homo*.

1. O que são órgãos vestigiais? Explique utilizando exemplos. **Veja resposta em Respostas e comentários.**

2. A nadadeira dos golfinhos e o braço dos seres humanos são adaptados para funções diferentes. No entanto, o estudo dos embriões desses animais mostra que essas estruturas têm a mesma origem embrionária.

a) Que nome é dado às estruturas que apresentam esse tipo de relação? **Órgãos homólogos.**

b) Que evidência da evolução biológica esse tipo de estrutura fornece? **Essas estruturas evidenciam o parentesco evolutivo entre as espécies.**

3. As fotos a seguir mostram um golfinho e um tubarão. Analise o formato do corpo desses animais e responda às questões. **que as têm.**



↑ Golfinho (*Steno bredanensis*).



↑ Tubarão (*Carcharhinus amblyrhynchos*).

Os corpos desses animais apresentam um formato

a) Que semelhanças você percebe entre os corpos desses dois animais? **hidrodinâmico bem adaptado à locomoção dentro da água.**

b) Considerando o processo de evolução biológica, o que você acha que gerou a semelhança corporal nesses animais? **As espécies ancestrais desses animais devem ter evoluído por um processo semelhante de seleção natural.**

c) Os tubarões são peixes e surgiram no planeta Terra muitos milhões de anos antes dos golfinhos, que são mamíferos. O parentesco evolutivo entre eles é relativamente distante. Considerando esse fato e as respostas que você deu aos itens **a** e **b**, como as nadadeiras desses animais podem ser classificadas, uma em relação à outra? **Órgãos análogos.**

4. Explique por que a postura bípede foi importante para a evolução do gênero *Homo*.

Acredita-se que a postura bípede permitiu que as mãos ficassem livres, possibilitando o desenvolvimento de habilidades como fabricar e manusear ferramentas, entre outras, o que contribuiu para o sucesso evolutivo do gênero *Homo*.

5. A imagem a seguir mostra um esqueleto fóssil do pterossauro *Thalassodromeus sethi*. Ele foi descoberto em 2002 na Formação Santana, região do Nordeste brasileiro onde são feitas escavações em busca de vestígios de seres vivos extintos.



a) O que são fósseis? **a), b) e c) Veja respostas em Respostas e comentários.**

b) Por que os fósseis são considerados uma evidência da evolução biológica?

c) Faça uma pesquisa e responda: Quais são as relações de parentesco evolutivo entre esses pterossauros e animais da atualidade?

6. A foto a seguir mostra uma reconstituição do fóssil Luzia. Sua descoberta foi feita por uma equipe de pesquisadores brasileiros.



a) Faça uma pesquisa sobre o fóssil Luzia e explique por que ele é considerado muito importante para a pesquisa da evolução humana no Brasil. **Veja resposta em Respostas e comentários.**

b) Em sua opinião, é importante incentivar e financiar a pesquisa científica no Brasil? Justifique sua resposta. **Resposta pessoal.**

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

1. São aqueles que se encontram atrofiados ou sem função em determinada espécie, mas bem desenvolvidos e com função importante em outras. Exemplos no ser humano: membrana nictitante e músculo auricular.

2. Peça aos estudantes que deem outros exemplos de órgãos homólogos (pata de cavalo e pata de leão são exemplos).

3. Se necessário, utilize outros exemplos de semelhanças sem parentesco evolutivo, como as asas das borboletas e as dos morcegos.

4. Comente com os estudantes que, além do bipedalismo, a posição do polegar em relação aos outros dedos das mãos e o volume cerebral maior foram importantes para a evolução humana.

5. a) São vestígios deixados por seres que viveram há muito tempo e que ficaram preservados em materiais como rochas ou âmbar.

b) Os fósseis permitem o estudo dos seres extintos e a comparação com organismos atuais. Pelo estudo de anatomia comparada, é possível evidenciar as mudanças sofridas por esses organismos, indicando, portanto, a evolução.

c) Os pterossauros eram répteis alados. Eles corresponderam a uma linhagem evolutiva dos répteis que deu origem aos pterossauros e aos dinossauros, sendo "grupos irmãos". Os pterossauros não têm relação de parentesco próxima com as aves, que derivaram de uma linhagem de dinossauros.

6. a) O achado do crânio de Luzia é importante, pois se trata do crânio mais antigo de hominídeo encontrado nas Américas, com data de 11 mil anos atrás. Além disso, o achado corrobora a teoria sobre as duas ondas de migrações que ocorreram para o continente americano.

b) Espera-se que os estudantes reconheçam a importância do financiamento na pesquisa em ciências para pagamento de materiais, recursos e instrumentos, por exemplo.

ESTRATÉGIAS DE APOIO

Utilize as atividades desta seção para realizar uma avaliação reguladora. Caso os estudantes apresentem dificuldade em algum tema, uma estratégia é utilizar vídeos, animações e/ou outras fontes como recursos para reforçar os temas das aulas. Eles também podem realizar as atividades em duplas e trocar informações entre si. Artigos de revistas que abordam a evolução biológica e as adaptações também podem ser consultados, a fim de reforçar o entendimento desses temas.

DE OLHO NA BASE

As atividades desta seção trabalham a habilidade **EF09CI11**. Em relação às competências, são desenvolvidas as competências específicas de Ciências da Natureza **2** e **3**.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Após a leitura do texto, promova uma discussão de modo a reforçar a importância do tema e a necessidade de políticas públicas que mudem a realidade daqueles que não têm acesso à educação, principalmente em situações de suspensão de aulas presenciais, como ocorreu durante a pandemia de covid-19.
- Esta seção possibilita o trabalho com o tema contemporâneo transversal **Educação em direitos humanos** relacionado à cidadania e civismo, ao levar os estudantes a analisar dados de exclusão escolar e a propor soluções para reduzir tais desigualdades e promover o acesso à educação.
- Caso seja necessário conduzir o trabalho desta seção com grupos maiores, organize previamente o tempo e a formação dos grupos, a fim de garantir que todos participem, em especial da atividade 3. Uma possibilidade é orientar alguns grupos a apresentar suas propostas e os demais grupos a levantar pontos complementares ou divergentes. Desse modo, evita-se uma eventual repetição de informações, em caso de propostas semelhantes.
- O artigo sugerido no box *Outras fontes*, nesta página do manual, disponibiliza três vídeos da série Tem notícia boa na educação pública, que mostram iniciativas de boas práticas de ensino na escola pública.

DE OLHO NA BASE

Nas páginas 236 e 237 promovem-se as competências geral **1** e específica **2** (colaborar para a construção de uma sociedade justa e democrática) e as competências gerais **2** (investigar causas e criar soluções) e **7** e específica **5** (construir argumentos com base em dados e informações confiáveis e promover os direitos humanos).



O direito à educação formal

Evolução biológica, formação do Estado brasileiro, elaboração de gráfico e leitura e interpretação de textos que circulam na sociedade são alguns dos temas e das habilidades fundamentais para a formação de um cidadão crítico e capaz de refletir sobre o mundo em que vive. Normalmente, esses temas e essas habilidades são aprendidos nas escolas, ou seja, por meio da educação formal.

No Brasil, o acesso à educação formal é um direito previsto na Constituição. Em teoria, portanto, todos os cidadãos brasileiros deveriam ter as mesmas oportunidades de frequentar a escola. No entanto, no Brasil e no mundo, isso muitas vezes não é observado. Há diferenças, inclusive, nas oportunidades de acesso à escola em relação ao gênero, à religião e à etnia a que a pessoa pertence. O texto a seguir trata da exclusão escolar no Brasil.

A exclusão escolar no Brasil

No Brasil, estima-se que quase 1,1 milhão de crianças e adolescentes em idade escolar obrigatória estavam fora da escola em 2019, segundo dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (Pnad). A maioria nas faixas etárias de 15 a 17 anos, idade na qual todos deveriam estar cursando o Ensino Médio, e de 4 e 5 anos, que corresponde à Pré-Escola, segundo grupo etário da Educação Infantil.

[...]

A exclusão escolar por sexo e cor/raça

Os meninos são maioria entre aquelas(es) que estão fora da escola na faixa etária de escolarização obrigatória, que vai dos 4 aos 17 anos, embora a diferença seja pequena quando comparados às meninas na mesma situação. A maior diferença percentual se dá entre as crianças e adolescentes de 6 a 14 anos, quando a exclusão dos meninos chega a ser quase 10% maior do que a exclusão das meninas. Ainda, chama a atenção e demanda investigação o fato de que, na faixa etária que corresponde ao Ensino Médio, o percentual de meninas fora da escola seja maior do que o de meninos, mesmo que a diferença seja muito pequena.

[...]

Crianças e adolescentes pretas(os), pardas(os) e indígenas são as(os) mais atingidas(os) pela exclusão escolar. Juntos, elas(es) somam mais de 70% entre aquelas(es) que estão fora da escola. É sabido que suas trajetórias escolares também são marcadas pela exclusão: as reprovações e a distorção idade-série incidem sobre negras(os) e indígenas muito mais do que sobre brancos [...]. Não é surpreendente constatar que essas parcelas da população estejam mais fora da escola do que a população branca.

[...]

Em números absolutos, crianças e adolescentes de 4 a 17 anos autodeclaradas(os) pretas(os), pardas(os) e indígenas excluídos da escola somam 781 577, correspondendo a 71,3% de crianças e adolescentes fora da escola.

[...]

2020 – O cenário da pandemia

A pandemia de Covid-19[,] que teve início em março de 2020 e só fez crescer, vem avançando, recentemente, sobre as populações mais jovens [...]. [...]

Em novembro de 2020, portanto ao final do ano letivo, 5 075 294 crianças e adolescentes de 6 a 17 anos estavam fora da escola ou

OUTRAS FONTES

Busca ativa e tecnologia: boas práticas pelo país. Todos pela Educação, 23 fev. 2021. Disponível em: <https://todospelaeducacao.org.br/noticias/busca-ativa-e-tecnologia-boas-praticas-de-ensino-pelo-pais/>. Acesso em: 10 fev. 2022.

A reportagem apresenta iniciativas realizadas na escola pública para combater a evasão e amenizar os impactos da crise na Educação Básica relacionada à pandemia de covid-19.

sem atividades escolares, o que corresponde a 13,9% dessa parcela da população em todo o Brasil.

[...]

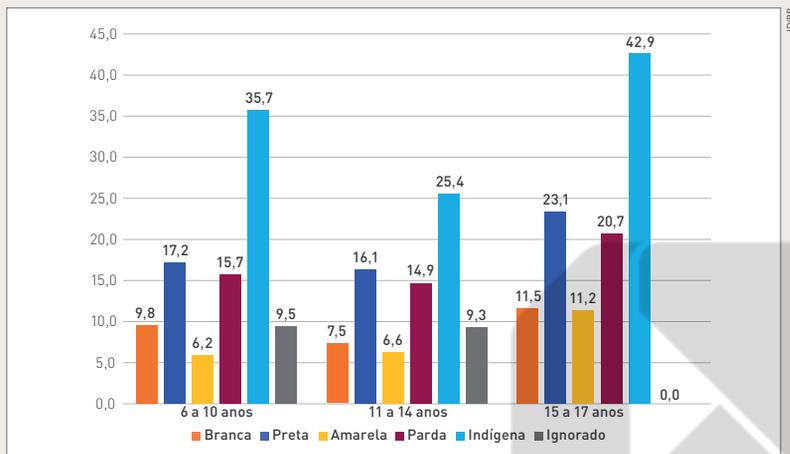
Crianças e adolescentes pretas(os), pardas(os) e indígenas são a maioria dentre as(os) excluídos da escola durante o ano letivo de 2020, o primeiro da pandemia.

[...]

UNICEF BRASIL; CENPEC EDUCAÇÃO. *Cenário da exclusão escolar no Brasil: um alerta sobre os impactos da pandemia da covid-19 na educação*. p. 11, 25-27, 44, 49, 52. Disponível em: <https://www.unicef.org/brazil/media/14026/file/cenario-da-exclusao-escolar-no-brasil.pdf>. Acesso em: 11 fev. 2022.

Encontrar cada um dos mais de 5 milhões de crianças e adolescentes que estão fora da escola, ou não conseguiram se manter aprendendo na pandemia, não é uma tarefa simples. É fundamental que haja um esforço conjunto, unindo profissionais da educação, saúde, assistência social, com apoio de organizações da sociedade civil, empresas, instituições religiosas e toda a sociedade.

■ Brasil: Porcentagem de crianças e adolescentes de 6 a 17 anos com Ensino Médio incompleto que não frequentam a escola (2020)



Fonte de pesquisa: Unicef Brasil; Cenpec Educação. *Cenário da exclusão escolar no Brasil: um alerta sobre os impactos da pandemia da covid-19 na educação*. p. 49. Disponível em: <https://www.unicef.org/brazil/media/14026/file/cenario-da-exclusao-escolar-no-brasil.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2022.

1. Respostas variáveis. Os estudantes podem mencionar que a pandemia aumentou a exclusão escolar em quase cinco vezes, retirando da escola e das atividades escolares alta parcela da população em idade escolar, principalmente dos grupos mais vulneráveis. Responda sempre no caderno.

1. Elabore um resumo de um parágrafo sobre o assunto tratado no texto.
2. Analise o gráfico e responda: Que etnia/cor apresentou a maior taxa de exclusão em cada faixa etária? **Segundo o gráfico, os indígenas apresentaram as maiores taxas de exclusão, nas três faixas etárias, seguidos dos pretos.**
3. Reúna-se com três colegas. Conversem sobre o tema do texto e elaborem, em grupo, uma proposta para reduzir a exclusão escolar com o uso da tecnologia. Apresentem à turma a proposta que elaboraram. **Resposta pessoal. Os estudantes podem mencionar melhorias na estrutura da escola para possibilitar o acesso remoto a conteúdos, principalmente em áreas rurais, e o uso de aplicativos em atividades educacionais.**

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Antes de realizar o registro no caderno, verifique se os estudantes interpretam corretamente as informações do texto e do gráfico. Se considerar oportuno, proponha a eles que realizem as atividades em grupo.
- O trabalho desenvolvido nesta seção, em especial na atividade 3, proporciona o uso de metodologias ativas de discussão e elaboração de uma proposta tecnológica de redução da exclusão escolar.
- Outros aspectos, como a desigualdade social e os fatores demográficos, também podem ser incluídos na discussão dessa atividade. Portanto, se julgar oportuno, convide o professor de Geografia para participar da aula e mediar um debate sobre esses pontos.
- De acordo com a fonte primária dos dados do gráfico, a *Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (Pnad): covid-19*, realizada em novembro de 2020 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), considerou-se a parcela de crianças e de adolescentes de 15 a 17 anos de idade que declararam não frequentar a escola ou que frequentaram a escola, mas não tiveram atividades escolares disponibilizadas na semana anterior à entrevista.

PARA REFLETIR

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

1. Caso julgue oportuno, peça aos estudantes que leiam seus resumos para os colegas. Em seguida, realize um debate com a turma com base nas respostas dos estudantes.
2. Se observar que alguns estudantes têm dificuldade na interpretação do gráfico, forme duplas reunindo estudantes com diferentes níveis de entendimento dessa representação, promovendo, assim, uma aprendizagem colaborativa.
3. Aproveite a atividade para reforçar com os estudantes o reconhecimento da importância da educação para o pleno desenvolvimento da pessoa e a proposição de soluções para colaborar na construção de uma sociedade inclusiva e solidária.

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

1. Uma alternativa à associação é sugerir aos estudantes a elaboração de esquemas ou de desenhos dos experimentos dos respectivos cientistas.
2. Respostas possíveis de evidências e exemplos:
 - I. fósseis. Exemplos: ossos em rochas, insetos em âmbar.
 - II. órgãos análogos. Exemplos: asas de insetos e de aves; nadadeiras de peixes e de mamíferos aquáticos.
 - III. órgãos homólogos. Exemplos: membros de mamíferos terrestres e de mamíferos aquáticos.
3. a) Lamarck acreditava que órgãos ou estruturas não utilizados tenderiam a se atrofiar e, possivelmente, a desaparecer. Assim, pelo fato de esses peixes viverem em um ambiente sem luz, os olhos não teriam utilidade, tampouco a pigmentação da pele. Com o passar do tempo, a falta de uso e de utilidade levaria ao desaparecimento dos olhos e da pigmentação da pele.
b) Na população de bagres, havia uma variabilidade natural. Entre as espécies variantes, havia aquelas com pouca ou nenhuma pigmentação e com olhos atrofiados ou sem olhos. Nesse ambiente, essas variantes tiveram vantagens adaptativas em relação às demais. Com o tempo, os bagres mais bem adaptados se reproduziram mais e tornaram-se mais comuns, ao passo que as variantes menos adaptadas se tornaram progressivamente menos comuns, até desaparecerem.
4. Se houver possibilidade, traga para a sala de aula imagens de fósseis do período cambriano para apresentar aos estudantes.
5. a) Aproveite o momento para reforçar a ideia equivocada, mas muito comum, de que o ser humano “veio” do macaco. Explique aos estudantes que os grandes primatas e os seres humanos modernos compartilham um ancestral comum recente.
b) Ressalte que a principal característica que distingue o ser humano moderno de seus ancestrais e dos demais seres vivos é o aumento do volume craniano, que possibilita a capacidade de raciocínio e o desenvolvimento da linguagem.

ATIVIDADES INTEGRADAS

1. No caderno, associe as personagens históricas listadas a seguir com as frases I a IV.
 - a) Lazzaro Spallanzani a – III; b – IV; c – II; d – I.
 - b) John Needham
 - c) Francesco Redi
 - d) Louis Pasteur
 - I. Os resultados obtidos com seus experimentos, feitos com frascos com pescoço de cisne, fortaleceram a ideia de que todo ser vivo tem origem em outro ser vivo.
 - II. Seus experimentos foram motivados pela vontade de entender o desenvolvimento dos insetos e acabaram fornecendo evidências favoráveis à ideia da biogênese.
 - III. Esse naturalista fez os experimentos de John Needham com algumas variações, e os resultados fortaleceram a teoria da biogênese.
 - IV. Após aquecer caldos nutritivos, observou a presença de microorganismos, o que foi considerado por ele como evidência da geração espontânea.

2. Faça no caderno um esquema semelhante ao representado a seguir e complete-o com as evidências da evolução biológica que você conheceu nesta unidade e com exemplos adequados para cada uma delas.

Veja resposta em **Respostas e comentários**.

EVIDÊNCIAS DA EVOLUÇÃO BIOLÓGICA



3. O bagre-cego de Iporanga (*Pimelodella kronei*), retratado na foto a seguir, vive em cavernas, não tem pigmentação e, muitas vezes, tem olhos atrofiados ou não tem olhos.



- a) Como Lamarck explicaria a falta de pigmentação e a atrofia dos olhos nessa espécie?
Veja resposta em **Respostas e comentários**.

- b) Como essas características do bagre-cego seriam explicadas por Darwin?

Veja resposta em **Respostas e comentários**.

4. Leia o texto a seguir e, depois, responda ao que se pede.

Há cerca de 530 milhões de anos, uma grande variedade de espécies animais surgiu na Terra em um período relativamente curto, chamado explosão cambriana. Desses animais evoluiu a maioria das formas básicas de corpo que observamos nos grupos de animais atuais. Os fósseis desse período mostram animais aparentados com crustáceos e estrelas-do-mar, esponjas, moluscos, vermes e cordados.



↑ Interpretação artística da provável aparência de alguns organismos que teriam surgido durante a explosão cambriana. (Representação sem proporção de tamanho; cores-fantasia.)

- Explique como os cientistas são capazes de fazer afirmações como essas e imaginar ambientes que existiram há tanto tempo.

4. Os cientistas são capazes de imaginar os ambientes e os seres vivos que existiram há milhares de anos graças aos registros fósseis, que fornecem evidências concretas da
5. Leia o texto a seguir e faça o que se pede.

Darwin via os humanos como outra forma de primata quando argumentava que: “Sem dúvida o homem, em comparação com a maioria dos membros de seu mesmo grupo, passou por uma quantidade extraordinária de modificação, principalmente em consequência de seu cérebro muito desenvolvido e posição ereta; no entanto, devemos ter em mente que ele (homem) é apenas uma das várias formas excepcionais de primatas”.

estrutura corporal e da diversidade dos organismos do passado, bem como dos ambientes que eles habitavam.

ESTRATÉGIAS DE APOIO

As atividades desta seção servem de apoio para uma avaliação final da aprendizagem dos estudantes. Ao identificar dificuldades de entendimento, exponha os principais pontos abordados nas atividades em uma lista na lousa. Coletivamente, peça aos estudantes que mencionem as palavras-chave sobre esses pontos e, com base nessas palavras, os relacionem com os conhecimentos adquiridos.

Outra possibilidade de estratégia é o estudo colaborativo entre os estudantes. Verifique os que apresentam mais domínio sobre o tema e proponha que façam dupla com os que apresentam dificuldade para a realização das atividades. Certifique-se de que há, de fato, troca de informações, pois ambos devem participar do desenvolvimento da atividade.

Além disso, Darwin afirmou que: “Alguns naturalistas, por estarem profundamente impressionados com as capacidades mental e espiritual do homem, dividiram todo o mundo orgânico em três reinos: o Humano, o Animal e o Vegetal, dando, assim, para o homem um reino separado... mas ele pode se esforçar para mostrar, como eu tenho feito, que as faculdades mentais do homem e dos animais inferiores não diferem em tipo, embora imensamente em grau. Uma diferença de grau, por maior que seja, não nos justifica colocar o homem em um reino distinto [...]”.

Catarina Casanova. Evolution, primates and Charles Darwin (tradução nossa: Evolução, primatas e Charles Darwin). *Antropologia Portuguesa*, Coimbra, Centro de Investigação em Antropologia e Saúde (Cias), v. 26 e 27, p. 209-236, 2009-2010.

a) Respostas pessoais. Espera-se que os estudantes concordem com as declarações de Darwin e acrescentem

- Qual é sua opinião sobre as declarações de Darwin expressas nesse texto? Você concorda com elas? Justifique. **que somos evolutivamente próximos dos macacos.**
- Cite duas características da espécie humana que a tornam distinta das demais espécies de seres vivos. **Os estudantes podem citar o grande volume craniano em proporção ao volume do corpo e o desenvolvimento**

6. Que relação podemos estabelecer entre o aumento do volume interno do crânio e a evolução dos hominínios?

- Veja resposta em **Respostas e comentários.**
- Leia o texto a seguir e faça o que se pede.

[...] A teoria da evolução por seleção natural de Darwin satisfaz porque mostramos uma maneira pela qual a simplicidade poder-se-ia transformar em complexidade, como átomos desordenados poderiam se agrupar em padrões cada vez mais complexos, até que terminassem por fabricar pessoas. Darwin fornece uma solução, a única plausível até agora sugerida, para o problema profundo de nossa existência. [...]

Richard Dawkins. *O gene egoísta*. São Paulo: Itatiaia/Edusp, 1979. p. 33.

7. É importante que os estudantes sejam capazes de imaginar uma situação em que a seleção natural seja aplicada às moléculas.

- Considerando o processo da seleção natural, que qualidades a molécula precursora das primeiras formas de vida na Terra deveria apresentar para ser selecionada pelo ambiente?

As moléculas precisariam ter relativa estabilidade, ser capazes de se replicar e, eventualmente, gerar cópias com algumas variações, as quais sofreriam a ação da seleção do meio.

- O plesiossauro foi um réptil marinho que viveu na mesma época dos dinossauros, no período Jurássico (entre 200 milhões e 145 milhões de anos). O primeiro fóssil de um plesiossauro foi encontrado pela paleontóloga Mary Anning (1799-1847) na Inglaterra, em 1821.



Museu de História Natural, Londres e fotografia de S.P. Picoarena

← Um dos fósseis de plesiossauro descobertos por Mary Anning.



Roger Harms/S.P. Picoarena

↑ Reconstrução artística de um plesiossauro. (Representação sem proporção de tamanho; cores-fantasia.)

- Por que achados como o realizado por Mary Anning ajudam a confirmar a ideia de que as espécies evoluem? **Veja resposta em Respostas e comentários.**

- Na Constituição Federal de 1988, há o seguinte artigo:

Art. 205. A educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho.

BRASIL. [Constituição de 1988]. *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília: Presidência da República, [2022]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 8 fev. 2022.

- Você acredita que conhecer a explicação da ciência para a evolução biológica é importante para seu pleno desenvolvimento como pessoa e como cidadão? Comente.

Respostas pessoais. Espera-se que os estudantes identifiquem esse conhecimento como um direito que eles têm.

- É possível perceber que, ao longo da evolução dos hominínios, houve um gradual e significativo aumento do volume craniano. Tendo em vista que o volume do crânio e o tamanho do cérebro estão inter-relacionados, é possível inferir que esse aumento possibilitou o desenvolvimento de capacidades cognitivas e de habilidades. A inteligência e a destreza corporal certamente tiveram papel decisivo, favorecendo e selecionando os indivíduos com crânios com maior volume interno.
- Caso os estudantes demonstrem dificuldade para resolver esta atividade, organize-os em duplas. Identifique aqueles que apresentam déficit de aprendizagem do conteúdo do tema e reúna-os com colegas que tenham mais facilidade para entender o tema.
- As formas de vida bem-sucedidas que se adaptam ao ambiente tendem a sobreviver e a se perpetuar, ao passo que formas de vida não tão bem-sucedidas correm o risco de entrar em extinção e desaparecer, sendo identificadas somente por meio de vestígios fósseis. O reconhecimento de fósseis possibilita compreender a evolução por meio da comparação e da busca por padrões anatômicos e morfológicos entre as espécies viventes e extintas. Aproveite a menção à paleontóloga para destacar o papel das mulheres na ciência.

Justiça – direito à educação

- Comente com os estudantes que, ainda que alguns discordem, é importante ter acesso ao conhecimento cientificamente construído pela humanidade para a formação do senso crítico.

DE OLHO NA BASE

As atividades 3, 5 e 8 desenvolvem as habilidades EF09CI10 e EF09CI11. A habilidade EF09CI11 também é trabalhada nas atividades 2, 6 e 7. Quanto às competências, são promovidas as competências geral 1 e específicas 1, 2 e 3. A questão 9 trabalha aspectos da competência geral 1, ao valorizar o conhecimento para continuar aprendendo e ao promover a construção de uma sociedade justa e democrática.



Capítulo 1 – Como os seres vivos surgem?

- Reconheço as diferenças entre a ideia da geração espontânea e a ideia da biogênese?
- Consigo explicar a importância dos experimentos de Redi, Needham, Spallanzani e Pasteur para o debate sobre a geração dos seres vivos?
- Organizo e entendo as ideias de Oparin sobre a origem da vida na Terra?
- Descrevo os experimentos de Miller, Urey e Fox e explico a importância desses experimentos?
- Identifico as principais ideias das hipóteses da panspermia, autotrófica e heterotrófica e sou capaz de compará-las, reconhecendo semelhanças e diferenças?

Capítulo 2 – Evolução dos seres vivos

- Reconheço as principais propostas evolutivas de Lamarck?
- Compreendo as principais ideias evolutivas de Darwin e como elas explicam a biodiversidade existente na Terra?
- Por meio da leitura e da análise de textos de diferentes fontes, reconheço as semelhanças e as diferenças entre as propostas evolutivas de Lamarck e de Darwin?

Capítulo 3 – A evolução acontece

- Identifico os fósseis como uma evidência importante de que a evolução é um fato biológico?
- Compreendo o que são órgãos homólogos, órgãos análogos e órgãos vestigiais e como eles fornecem evidências para a evolução biológica?
- Consigo descrever algumas características de hominídeos extintos e como elas indicam a evolução da linhagem humana?
- Reconheço características típicas do *Homo sapiens* e sou capaz de opinar sobre a posição do ser humano como espécie animal?
- Reconheço o direito à educação como um valor universal e emito julgamento sobre situações que me parecem injustas?



OBJETIVOS

Capítulo 1 – Biodiversidade

- Entender o conceito de biodiversidade e como o ser humano interfere nela.
- Compreender o que são espécies endêmicas, espécies dominantes e espécies raras.
- Identificar ameaças à biodiversidade.
- Realizar pesquisa de campo (em supermercados, sacolões e outros locais correlatos) a fim de verificar a diversidade de frutas (como o maracujá).
- Reconhecer a importância da preservação da diversidade de espécies, como as de plantas.

Capítulo 2 – Estratégias de conservação

- Reconhecer a importância da proteção e da conservação dos ambientes naturais.
- Identificar e diferenciar tipos de Unidades de Conservação.
- Compreender o que são povos tradicionais e conhecer um pouco da interação que esses povos estabelecem com o ambiente.
- Entender o que são Revolução Verde e agroflorestas e compreender como essas iniciativas impactam o ambiente.

JUSTIFICATIVA

Ao tratar da biodiversidade, de suas características e dos fatores antrópicos que ameaçam a sobrevivência dos seres vivos, o estudo do capítulo 1 se mostra pertinente, uma vez que proporciona aos estudantes uma base conceitual sobre tais temas e reforça a importância de se preservar as espécies.

A preservação, por sua vez, é tema do capítulo 2, que aborda a necessidade de proteger e conservar os ambientes naturais, com destaque para as Unidades de Conservação, e leva os estudantes a conhecer as relações dos povos tradicionais com o ambiente e as iniciativas sustentáveis voltadas à solução de problemas ambientais.

SOBRE A UNIDADE

Conhecer a biodiversidade e suas características é fundamental para compreender os seres vivos, as relações que estabelecem entre si e com o ambiente e o modo como todos os seres, inclusive nós, seres humanos, nos inserimos na biodiversidade. Também é particularmente relevante no sentido de tornar os estudantes capazes de identificar e prevenir os impactos ambientais causados por atividades humanas e de reconhecer estratégias de preservação e de conservação da natureza.

O capítulo 1 aborda a biodiversidade, as interferências que sofre com as atividades humanas e algumas das principais ameaças, como a caça e a pesca ilegais, a introdução de espécies exóticas e a perda de habitat. O capítulo 2, por sua vez, trabalha com as estratégias de conservação, em especial as Unidades de Conservação e seus tipos, considerando, inclusive, os povos tradicionais e sua relação com o ambiente. Ao final do capítulo, também é abordada a questão das agroflorestas como iniciativa sustentável, promovendo o trabalho com o tema contemporâneo transversal **Educação ambiental**, relacionado ao meio ambiente. Desse modo, o capítulo trabalha as habilidades **EF09CI12** e **EF09CI13**, além dos objetivos anteriormente apresentados.

Quanto às competências, a unidade desenvolve as competências gerais da Educação Básica **1, 2, 6, 7, 9 e 10** e específicas de Ciências da Natureza **2, 3, 4, 5 e 8**, em especial aquelas relacionadas à compreensão de características do mundo natural (competência específica **3**), à valorização dos conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social e cultural (competência geral **1**) e à promoção da consciência ambiental (competências geral **7** e específica **5**).

MAPA DA UNIDADE

CONTEÚDOS	BOXES/SEÇÕES ESPECIAIS	HABILIDADES	COMPETÊNCIAS	TCTS
CAPÍTULO 1 – BIODIVERSIDADE				
<ul style="list-style-type: none"> Biodiversidade Interferência humana na biodiversidade Espécies endêmicas, raras e dominantes Ameaças à biodiversidade 	PRÁTICAS DE CIÊNCIAS Biodiversidade e alimentação		(CGEB2) (CGEB7) (CGEB10) (CECN2) (CECN3) (CECN5)	
CAPÍTULO 2 – ESTRATÉGIAS DE CONSERVAÇÃO				
<ul style="list-style-type: none"> Proteção aos ambientes naturais Tipos de Unidades de Conservação Unidades de Conservação e comunidades humanas Populações tradicionais 	BOXE VALOR Gestão participativa nas Unidades de Conservação CIÊNCIA DINÂMICA A Revolução Verde e as agroflorestas	(EF09CI12) (EF09CI13)	(CGEB1) (CGEB6) (CGEB7) (CGEB9) (CECN2) (CECN3) (CECN4) (CECN5) (CECN8)	Educação ambiental



CONSERVAÇÃO

A conservação da biodiversidade depende do conhecimento sobre os ecossistemas, os quais são a base para o desenvolvimento e para a evolução das diversas espécies que habitam a Terra. Ao mesmo tempo, para recuperar e manter o equilíbrio ecológico dos ambientes que têm sido alterados pela ação humana, é necessário conhecer cada vez mais a biodiversidade do nosso planeta.

CAPÍTULO 1
Biodiversidade

CAPÍTULO 2
Estratégias de
conservação

PRIMEIRAS IDEIAS

1. É possível que os estudantes reconheçam que houve diminuição da biodiversidade no período mencionado, com a redução de áreas naturais e a extinção de espécies. Aproveite as questões para realizar uma avaliação inicial e levantar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o tema da unidade.

1. A biodiversidade atual é a mesma que a de 500 anos atrás? Por quê?
2. O número de espécies de seres vivos se distribui da mesma maneira em todas as partes do planeta? Explique. **Não.** Algumas regiões do planeta apresentam biodiversidade maior do que outras. Verifique se, em suas respostas, os estudantes citam a biodiversidade nos ambientes do Brasil.
3. Qual é a relação entre o desmatamento para ampliação de áreas de cultivo e a perda de biodiversidade? **Respostas variáveis.** Possibilite aos estudantes expor suas ideias sobre essa relação. O aumento de áreas para a agricultura e para a pecuária implica a redução de áreas naturais, com consequente perda de espécies de animais, de plantas e de outros seres vivos, diminuindo, assim, a biodiversidade.
4. De que maneira o conhecimento tradicional e o científico podem contribuir para a proteção da biodiversidade? **É possível que os estudantes reconheçam que o conhecimento tradicional e o científico possibilitam identificar espécies importantes para a dinâmica dos ecossistemas, suas características e necessidades, assim como propor ações que promovam a preservação e a conservação dos ambientes e, conseqüentemente, de sua biodiversidade.**

241

PRIMEIRAS IDEIAS

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Caso note que os estudantes têm dificuldade para responder às questões desta seção, inclua em seu planejamento atividades que retomem conceitos trabalhados no 7^o ano, relacionados às habilidades **EF07CI07** e **EF07CI08**. Esses conceitos são importantes para a compreensão e a discussão da conservação da biodiversidade.

LEITURA DA IMAGEM

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

1. É possível que muitos estudantes não conheçam esse fenômeno. Aproveite a reação deles para sensibilizá-los em relação à riqueza intrínseca da biodiversidade.
2. Observe se os estudantes mencionam também a importância de projetos de reflorestamento de áreas já desmatadas.

Responsabilidade diante das próximas gerações

3. Resposta pessoal. Podem ser citadas pelos estudantes atitudes como usar sacolas reutilizáveis, reciclar o lixo, reutilizar embalagens, rever as necessidades de consumo, consumir de forma consciente, comprar alimentos com pouca embalagem e que sejam produzidos respeitando o ambiente, tomar banhos rápidos, não deixar torneiras abertas ao escovar os dentes ou lavar a louça, entre outras.



LEITURA DA IMAGEM

2. Respostas variáveis. Os estudantes podem citar leis de proteção ambiental que freiem o processo de desmatamento, cuja principal causa é a expansão das atividades agropecuárias.

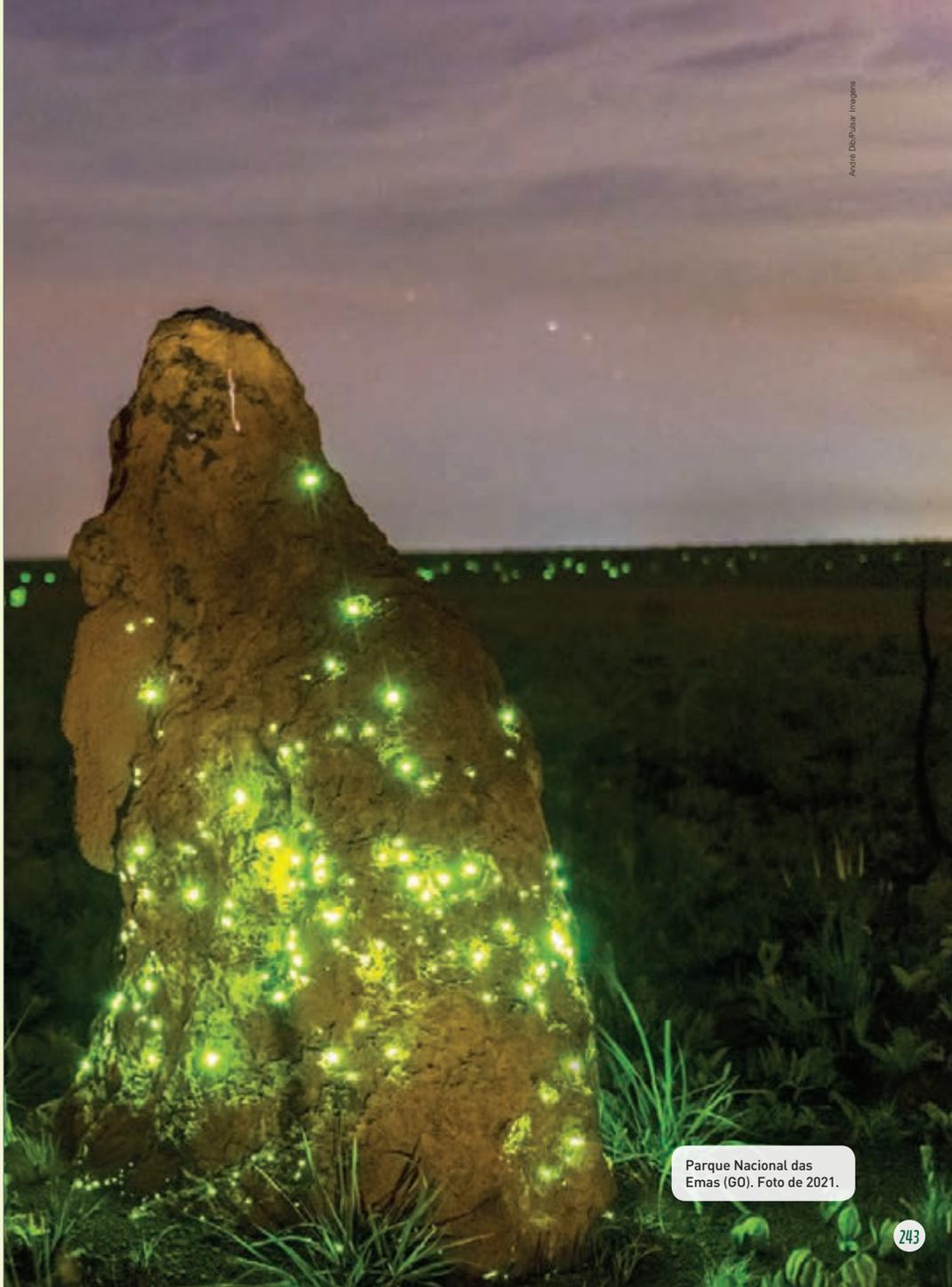
1. Que fenômeno biológico está representado na foto? **no Cerrado.**
O fenômeno da bioluminescência.

2. Esse fenômeno é observado, principalmente, na região do Cerrado brasileiro e tem sido ameaçado pelo avanço da agropecuária. Que estratégias podem ser usadas para a preservação desse bioma?

3. Atualmente, o consumo de recursos naturais está acima da capacidade de regeneração do planeta. A estimativa é que, em 2050, sejam necessários três planetas Terra para suprir as necessidades de consumo da população mundial.

- Discuta com os colegas como mudanças nos hábitos de consumo ajudariam a garantir o futuro do planeta.

Veja resposta em Respostas e comentários.



Parque Nacional das Emas (GO). Foto de 2021.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- A foto de abertura foi feita no Parque Nacional das Emas, Unidade de Proteção Integral localizada no estado de Goiás. A imagem retrata o fenômeno da bioluminescência em um cupinzeiro.
- O fenômeno da bioluminescência nos cupinzeiros do Parque Nacional das Emas pode ser apreciado entre setembro e março, período em que as fêmeas dos vaga-lumes depositam seus ovos nas bases dos cupinzeiros. As larvas dos vaga-lumes, ao nascer, constroem túneis na superfície do cupinzeiro e ficam por lá. À noite, é possível ver o brilho das larvas por todo o cupinzeiro. Uma das consequências evolutivas da bioluminescência é a capacidade de atrair insetos voadores, inclusive cupins, dos quais as larvas se alimentam.
- Explore a imagem com os estudantes e questione-os sobre o fenômeno da bioluminescência e sua ocorrência nos cupinzeiros. Permita a eles formular hipóteses que expliquem o fenômeno.
- Explique à turma que, apesar de existirem cupins e vaga-lumes em diversas regiões do Brasil, até onde se sabe, esse fenômeno só ocorre nesse parque.
- Discuta com os estudantes a importância de se preservar o bioma Cerrado como forma de manter sua biodiversidade.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Antes de iniciar o estudo do capítulo, instigue os estudantes a refletir sobre a palavra diversidade. Problematize o tema, perguntando, por exemplo: “O que significa dizer que algo é diverso?”. Aproveite as respostas da turma para relacioná-las ao tema biodiversidade.
- Utilize a questão em *Para começar* para conduzir uma discussão sobre o papel do Estado na preservação do meio ambiente, bem como nos impactos causados pelas atividades humanas. A questão exercita o protagonismo dos estudantes, ao apresentar uma questão que incentiva a reflexão, o raciocínio crítico e a argumentação.
- Caso julgue oportuno, comente com os estudantes como a seleção de plantas para a agricultura tem afetado a biodiversidade.
- O capítulo retoma alguns conceitos trabalhados nas unidades 5, 6 e 7 do volume do 7º ano, compreendendo as habilidades EF07CI07 e EF07CI08 com o objetivo de desenvolver as habilidades EF09CI11 e EF09CI12.

DE OLHO NA BASE

O conteúdo das páginas 244 e 245 promove as competências específicas 2 e 3, no contexto da compreensão de conceitos fundamentais das Ciências da Natureza e de características do mundo natural.

Capítulo

1

BIODIVERSIDADE

PARA COMEÇAR

A biodiversidade considera a variedade de genes, de espécies e de ecossistemas de um ambiente. Muitos fatores, no entanto, geralmente relacionados a atividades humanas, ameaçam a sobrevivência das espécies. Qual é o papel do Estado na preservação da biodiversidade?

Resposta variável. É provável que os estudantes citem o papel de proteção e demarcação de áreas ambientais, como florestas, matas, áreas de restinga, ambientes aquáticos, entre outras.

↓ As variedades de milho são um exemplo de biodiversidade.

O QUE É BIODIVERSIDADE?

O conceito de **biodiversidade** surgiu da expressão “diversidade biológica” e se relaciona à grande variedade de vida existente no planeta. Inicialmente, esse termo foi associado à riqueza de espécies, ou seja, ao número de espécies de seres vivos identificadas e estimadas pelos cientistas. Ao longo da década de 1980, porém, ampliou-se esse conceito e a diversidade genética e a diversidade ecológica dos ecossistemas foram incorporadas a ele.

O ser humano interfere na biodiversidade, por exemplo, por meio de desmatamentos. O processo de domesticação de espécies também modifica a biodiversidade. Nas plantas, após gerações de plantio, replantio, seleção de características e cruzamentos, é possível obter cultivares com características diversas, como indivíduos maiores, mais produtivos, mais resistentes a doenças, entre outras.

O milho, por exemplo, provavelmente surgiu no México. A partir de um longo processo de domesticação dessa planta, os povos indígenas da América Central e da América do Sul obtiveram uma grande variedade de plantas de milho que podem ser cultivadas em diferentes ecossistemas e ter múltiplos usos.



244

ATIVIDADE COMPLEMENTAR BIODIVERSIDADE NA VIZINHANÇA DA ESCOLA

Objetivo

Incentivar os estudantes a observar o ambiente e a reconhecer os seres vivos que habitam o entorno da escola.

Material necessário

- lápis de cor
- caderno
- cartolina
- canetas coloridas
- máquina fotográfica ou aparelho celular com câmera

Como fazer

- Leve os estudantes para dar uma volta no entorno da escola.

- Incentive a turma a observar o ambiente, a presença de vegetação e de animais, a anotar no caderno as informações que considerarem relevantes e a tirar fotos dos seres vivos ou fazer desenhos deles.
- Na sala de aula, reúna os estudantes e peça-lhes que mostrem aos colegas o que produziram.

Questões para discussão

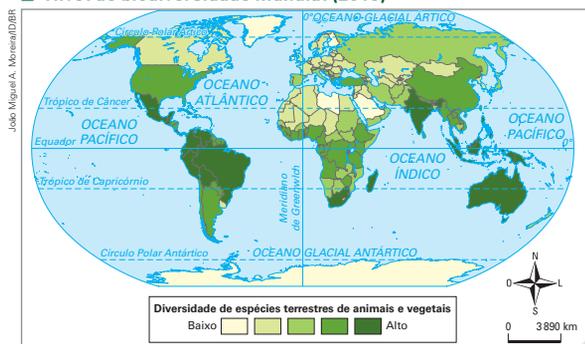
1. Que espécies de seres vivos foram mais observadas?
2. Como vocês descreveriam a biodiversidade no entorno da escola?
3. Que medidas poderiam ser tomadas para preservar ou recuperar essa biodiversidade?

CARACTERÍSTICAS DA BIODIVERSIDADE

Estima-se que aproximadamente 8,7 milhões de espécies vivem atualmente nos mais diferentes habitats da Terra. Enquanto algumas espécies apresentam grande variabilidade genética entre seus indivíduos, outras têm menor variabilidade e estão mais suscetíveis a variações no ambiente.

As espécies não se distribuem do mesmo modo nas várias regiões do planeta. As formações vegetais nas áreas tropicais em geral são mais complexas que nas regiões de clima temperado, por exemplo. Isso significa que, nas regiões tropicais, há mais variedade de fontes de alimento e de locais para a reprodução e a proteção dos animais. Por isso, a biodiversidade é maior nessas regiões de clima temperado.

■ Nível de biodiversidade mundial (2018)



Fonte de pesquisa: *Atlas geográfico escolar*. 8. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. p. 62. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101627.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2022.

Fatores ambientais, como a incidência de radiação solar, variações de precipitação, relevo, tipos de solo, entre outros, interferem na distribuição geográfica das espécies. Há muitas espécies, por exemplo, que apresentam uma distribuição geográfica muito restrita e ocorrem somente em determinada área. Elas são chamadas de **espécies endêmicas**.

Assim como a distribuição, a abundância das espécies também varia bastante entre os ambientes. Certas áreas podem apresentar uma quantidade menor de espécies com um número abundante de indivíduos. Nesse caso, essas espécies são consideradas **dominantes**. Em outras áreas, grande parte das espécies pode ter poucos indivíduos e, então, são consideradas **raras**.

A biodiversidade de um bioma ou ecossistema, portanto, refere-se tanto ao número de espécies quanto à quantidade de indivíduos de cada espécie e à variabilidade entre esses indivíduos.

HOTSPOTS

Os *hotspots* são áreas com alta incidência de espécies, especialmente endêmicas, e que se encontram seriamente ameaçadas.

Atualmente há 36 *hotspots* identificados no planeta. O Brasil abriga dois deles: o Cerrado e a Mata Atlântica. No Cerrado, existem mais de 12 mil espécies de plantas, das quais mais de 4 mil delas são endêmicas, enquanto a Mata Atlântica abriga cerca de 8 mil espécies endêmicas de plantas. Esses biomas estão entre os mais ameaçados do mundo.

Os *hotspots* representam apenas 1,4% da superfície da Terra, mas concentram grande parte do patrimônio biológico e genético da biodiversidade.



Glenn Barbery/Alamy/Photofest/Alamy/Photofest



Felipe Colombari/Arquivo do fotógrafo

↑ (A) O beija-flor-de-gravata-verde (*Augastes scutatus*) é uma ave endêmica do Cerrado. (B) O pato-mergulhão (*Mergus octosetaceus*) é uma das espécies raras do território brasileiro. Estima-se que existam menos de 250 indivíduos na natureza.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Explore com os estudantes o mapa Nível de biodiversidade mundial (2018), nesta página do Livro do Estudante. Questione a turma a respeito das razões para as diferenças encontradas e incentive os estudantes a propor hipóteses que expliquem essas diferenças.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Proponha uma discussão com os estudantes sobre o que aconteceria com uma espécie, caso seu predador fosse eliminado do ambiente devido à caça feita pelo ser humano. Para motivar a discussão, pergunte-lhes, por exemplo: “Isso poderia gerar um desequilíbrio ambiental? Essa seria uma ameaça à biodiversidade? Por quê?”.
- Observe se os estudantes percebem como o crescimento populacional e as atividades humanas estão relacionados ao desaparecimento de espécies na Terra.
- Discuta como a perda de biodiversidade afeta os seres humanos. Incentive a participação dos estudantes, pedindo a eles que deem exemplos.

DE OLHO NA BASE

Nas páginas 246 e 247 dá-se continuidade ao desenvolvimento das competências específicas de Ciências da Natureza **2** e **3**, bem como das competências geral **7** e específica **5**, na medida em que o conteúdo abordado provê aos estudantes informações que possibilitam a promoção da consciência ambiental, no contexto das ameaças à biodiversidade.

AMEAÇAS À BIODIVERSIDADE

O crescimento populacional humano e o desenvolvimento tecnológico são fatores que têm contribuído para o desequilíbrio dos ecossistemas e para o desaparecimento de muitas espécies do planeta.

Todas as espécies contribuem para o equilíbrio dos ecossistemas. Quando uma espécie é eliminada, populações de outras espécies podem crescer descontroladamente ou, então, diminuir, gerando consequências em cadeia que podem afetar diversas populações.

Ecossistemas em equilíbrio também são importantes para a polinização de culturas, a filtragem de poluentes, a estabilidade do clima e a proteção contra desastres naturais.

Entre as principais ameaças à biodiversidade estão a caça e a pesca ilegais, a introdução de espécies invasoras e a perda de habitats.

CAÇA E PESCA ILEGAIS

A prática da caça pode se tornar uma ameaça à biodiversidade quando o número de animais mortos é maior que a capacidade das populações de produzir novos indivíduos.

Equipamentos e técnicas que permitem capturar cardumes em grandes quantidades, por exemplo, provocam grande redução na população de peixes. Além dos impactos aos ecossistemas aquáticos, a pesca em escala industrial prejudica as comunidades que sobrevivem da pesca artesanal.

No Brasil, a Lei de Proteção à Fauna considera crimes ambientais a **caça e a pesca predatórias**, o tráfico e o comércio de peles de animais da fauna silvestre. Ainda assim, a caça e a pesca ilegais continuam ocorrendo.

ESPÉCIES INVASORAS

O desenvolvimento dos meios de transporte aéreo, terrestre e marítimo possibilitou às populações humanas transitar mais e ocupar novos ambientes. De forma acidental ou intencional, o ser humano pode transportar plantas, animais e outros seres vivos para ambientes que não correspondem a seus habitats naturais. Essas espécies que se encontram fora de sua área de distribuição natural são chamadas de **espécies exóticas**.

Muitas vezes, as espécies exóticas não encontram predadores naturais, seja porque são mais agressivas que as espécies nativas, seja porque são mais eficientes que elas no uso dos recursos. Nesse caso, as espécies exóticas se multiplicam rapidamente. Quando isso ocorre, elas passam a ser consideradas **espécies invasoras**. Esse fenômeno é considerado a segunda maior causa de perda de biodiversidade no mundo.



↑ A caça predatória está causando o desaparecimento de animais de grande porte, como a queixada (*Tayassu pecari*) (A). Em (B), fiscais do Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) no combate à pesca ilegal na fronteira com o Peru e a Colômbia. Foto de 2019.



↑ O javali (*Sus scrofa*) é uma espécie exótica invasora encontrada no Brasil.

246

(IN)FORMAÇÃO

Ameaças globais à biodiversidade

Os cientistas da Iiasa [Instituto Internacional de Análise de Sistemas Aplicados] [...] produziram mapas globais para as seis principais ameaças que afetam anfíbios terrestres, pássaros e mamíferos: agricultura, caça e captura, extração madeireira, poluição, espécies invasivas e mudança climática. Os resultados mostram que a agricultura e a exploração madeireira são difundidas nos trópicos e que a caça e a captura é a ameaça geograficamente mais difundida para mamíferos e pássaros. Existem áreas continentais consideráveis nas quais há mais de 50% de chance de que qualquer espécie de anfíbio, mamífero ou ave seja ameaçada pela exploração madeireira, caça e captura, agricultura, espécies invasoras ou mudanças climáticas.

[...] As informações sobre a intensidade espacial das ameaças e como elas afetam as espécies no solo são extremamente importantes para melhorar e direcionar as respostas de conservação. Este estudo apresenta uma primeira tentativa de mapear essas informações e uma trilha de pesquisa para melhorar nossa compreensão de como as ameaças à biodiversidade variam em todo o mundo.

[...]

Para ajudar a orientar a ação de conservação, os autores também combinaram dados de impacto de ameaças com informações espaciais sobre a importância da biodiversidade para criar mapas de risco de conservação que identificam áreas de alta prioridade para mitigação de ameaças. Esses mapas são uma ferramenta que pode apoiar e informar a tomada de decisões em nível nacional

PERDA DE HÁBITAT

A **perda de hábitat** ocorre quando o ambiente em que determinada espécie vive é degradado. As mudanças ocasionadas pela degradação do meio geram impactos importantes na cadeia alimentar e no comportamento das espécies.

Entre os agentes que causam essa degradação estão as diferentes formas de poluição. O acúmulo excessivo de gás carbônico na atmosfera e o consequente aumento da temperatura atmosférica, por exemplo, podem causar mudanças ambientais significativas que levam à extinção de espécies.

As mudanças no padrão de uso da terra, causadas pela agropecuária, pela mineração, pela construção de hidrelétricas e pelo crescimento urbano desordenado, são responsáveis por boa parte do desmatamento que acarreta perda significativa de habitats.

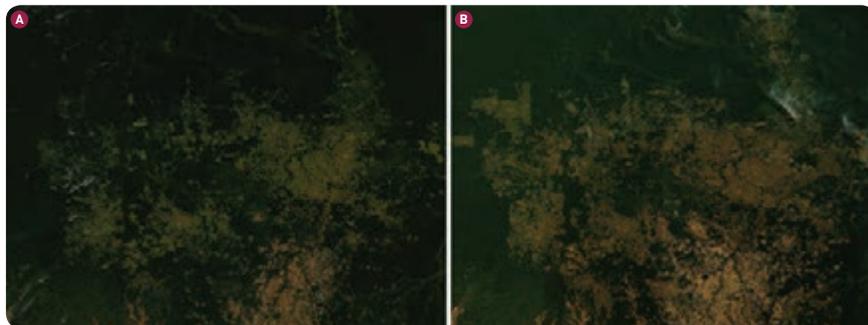
Há mudanças na paisagem que não são tão perceptíveis, mas que podem desencadear alterações locais e regionais relevantes a curto e a longo prazo. Por exemplo, ao se abrir uma clareira na floresta para extrair madeira, inúmeras espécies podem ser afetadas pela remoção de árvores que lhes servem de fonte de recursos.

PARA EXPLORAR

Árvore da vida: a inacreditável biodiversidade da vida na Terra, de Rochelle Strauss. São Paulo: Melhoramentos, 2011.

Com belíssimas ilustrações, esse livro mostra como são classificados os seres vivos e discute a importância de cada uma das espécies para a manutenção do equilíbrio do planeta.

↓ **Imagens de satélite de 2001 (A) e 2019 (B) mostram o desmatamento da floresta Amazônica no estado de Rondônia.**



A **fragmentação** dos habitats ocorre quando um habitat original, terrestre ou aquático, é alterado de forma a restar apenas pequenas áreas isoladas com as características do habitat original. A construção de grandes estruturas, como rodovias e barragens, em geral causa a fragmentação de áreas florestais com a consequente perda de biodiversidade.

Com a fragmentação, os seres vivos ficam com áreas menores para buscar alimentos e parceiros para o acasalamento. Isso interfere na polinização, na dispersão de sementes das plantas e no ciclo de nutrientes. Espécies que mantêm relações de dependência com as espécies mais vulneráveis também acabam sendo afetadas, enquanto plantas e animais invasores podem se espalhar pelo ambiente.

EFEITO DE BORDA

Quando uma área florestal é fragmentada, ocorre, em suas bordas, maior incidência de luz solar e, conseqüentemente, aumento da temperatura e diminuição da umidade do ar. As árvores situadas nessas bordas ficam, então, mais expostas a parasitas, ao vento, e a outras novas condições que vão provocando sua morte. Esse fenômeno é conhecido como **efeito de borda**.

247

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Peça aos estudantes que leiam o texto da página e listem no caderno algumas atividades humanas que causam perda de hábitat. Depois, promova uma discussão sobre quais dessas atividades eles conheciam, quais delas ocorrem na região em que vivem e de que forma pode-se reduzir o impacto que provocam.
- Oriente os estudantes a comparar as imagens de satélite que mostram o desmatamento da floresta Amazônica. Promova uma discussão sobre os impactos e os prejuízos causados às espécies decorrentes da degradação ao longo do tempo. Como modo de ampliar essa discussão, traga ou peça aos estudantes que pesquisem imagens de áreas de outros biomas no Brasil em dois momentos distintos, antes e depois do desmatamento, como as desta página, evidenciando como foram degradadas ao longo do tempo.
- Se julgar oportuno, selecione imagens ou notícias sobre a construção de hidrelétricas. Discuta com os estudantes os impactos socioambientais da construção de uma represa e das demais estruturas necessárias à instalação de uma usina.

e em outros níveis, conforme apropriado. As áreas identificadas incluem o Himalaia, sudeste da Ásia, a costa leste da Austrália, a floresta seca de Madagascar, a fenda Albertine e as montanhas do arco leste na África oriental, as florestas guineenses da África Ocidental, a Mata Atlântica, a bacia amazônica e o norte [dos] Andes no Panamá e Costa Rica na América do Sul e Central.

O Dr. Piero Visconti, coautor do estudo [...], afirma: “Apesar dos sensores onipresentes e da tecnologia avançada, ainda sabemos muito pouco sobre a localização exata e a intensidade de [...] [algumas das] mais importantes ameaças a espécies, como caça e captura e a presença de espécies invasoras. Levantamentos locais são insubstituíveis para se ter uma imagem local precisa da distribuição e impactos dessas ameaças, mas são desafiadores e intensivos em recursos, portanto, difíceis de fazer na escala

em que algumas decisões de conservação são tomadas. Esta análise é um primeiro passo importante que pode ajudar a direcionar eficientemente as avaliações locais de ameaças específicas à biodiversidade terrestre e começar a identificar as soluções locais mais adequadas”.

[...]

Pesquisa revela a localização e a intensidade das ameaças globais à biodiversidade. *EcoDebate*, 31 ago. 2021. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2021/08/31/pesquisa-revela-a-localizacao-e-a-intensidade-das-ameacas-globais-a-biodiversidade/>. Acesso em: 10 fev. 2022.

- Promover uma leitura compartilhada do texto e esclarecer dúvidas, dar instruções e sugestões de encaminhamentos, corrigir rotas (quando necessário) e estabelecer regras de cooperação entre os participantes são procedimentos que permitirão que todos possam realizar a atividade de forma organizada, especialmente se a turma for numerosa. Porém, não deixe de criar condições para que os estudantes tenham autonomia para tomar decisões e resolver a situação-problema.
- Se necessário, ajude a turma na organização da exposição dos cartazes na escola. Essa prática coloca os estudantes no papel de protagonistas, ao aproximá-los de práticas de análise e de investigação científica, como a observação, a pesquisa de informações, o registro, a interpretação e a comunicação dos resultados, por exemplo.

PARA CONCLUIR

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

1. É provável que os estudantes encontrem pouca variedade das outras frutas.
2. Caso julgue oportuno, peça aos estudantes que façam uma pesquisa sobre a perda de diversidade genética das plantas, em virtude do enfoque que se dá às variedades largamente comercializadas. Incentive-os a refletir sobre os problemas e os impactos para a biodiversidade.
3. É importante garantir a diversidade de espécies de plantas porque muitas delas estão relacionadas a certos polinizadores ou servem como abrigo ou fonte de alimento para espécies distintas; assim, a diversidade de espécies vegetais é necessária para a manutenção do equilíbrio ambiental.

DE OLHO NA BASE

Esta prática promove as competências gerais **10** (atuar pessoal e coletivamente com autonomia) e **7** (argumentar com base em fatos e informações confiáveis para promover a consciência socioambiental) e a competência específica **5** (promover a consciência socioambiental), além das competências geral **2** e específica **2** (recorrer à abordagem própria das ciências e dominar processos, práticas e procedimentos da investigação científica).

Biodiversidade e alimentação



↑ Flor do maracujá-roxo (*Passiflora edulis*).

Material

- materiais diversos para a confecção de cartazes, como cartolina, papel, canetas e lápis de cor, cola, etc.
- computador com acesso à internet
- máquina fotográfica ou celular com câmera

Como fazer

- 1 Com o auxílio do professor, organizem-se em grupos de até quatro integrantes.
- 2 Planejem a ida a um supermercado, um sacolão ou uma feira livre na companhia de um adulto. Verifiquem quantas variedades de maracujá são comercializadas e anotem o nome delas. Caso as frutas não tenham identificação, peça ajuda a um funcionário. Tirem fotos de cada variedade encontrada.
- 3 Repitam o procedimento com outras frutas, como laranja, banana, limão e maçã, por exemplo.
- 4 Reúnam os dados do seu grupo com os dos outros grupos e verifiquem quantas variedades de cada fruta foram encontradas nos locais pesquisados.
- 5 Sobre as variedades de maracujá e das outras frutas que vocês encontraram, pesquem informações como: espécie, local de origem, época do ano em que crescem e amadurecem, características das árvores, etc.
- 6 Elaborem um cartaz com as fotos e as informações obtidas de cada variedade. Com o auxílio do professor, organizem uma exposição dos cartazes na escola.

Para concluir

Responda sempre no caderno.

1. Respostas variáveis. Ainda assim, é provável que os estudantes encontrem o maracujá-amarelo ou maracujá-roxo (*Passiflora edulis*), mais azedo, e o maracujá-doce (*P. alata*), que se come de colher.
2. Resposta pessoal. É provável que os estudantes respondam que os resultados obtidos estão de acordo com os dados da FAO, caso encontrem poucas espécies de cada tipo de alimento.

1. Quantas espécies de maracujá foram identificadas nos locais visitados? Em relação às outras frutas, quantas espécies de cada fruta vocês identificaram?
2. Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), grande parte da diversidade genética das plantas de interesse comercial tem sido perdida. Em geral, são poucas as variedades largamente comercializadas. Em sua opinião, os resultados obtidos na pesquisa que você e os colegas fizeram estão de acordo com esse dado da FAO? Comente.
3. Qual é a importância de garantir a preservação da diversidade de espécies, como as de plantas? **Veja resposta em Respostas e comentários.**

(IN)FORMAÇÃO

Educação ambiental

A Educação Ambiental vem se consolidando como uma prática educativa integrada, que pode ocorrer em diversos contextos, podendo oferecer uma contribuição muito grande ao processo educativo em geral e à formação de cidadãos mais conscientes do seu papel na sociedade, em relação aos outros e ao meio ambiente. [...]

[...]

Para a Educação Ambiental escolar, entendemos a pertinência da escolha por uma concepção crítica, que privilegia a dimensão política (esfera das decisões comuns) da questão ambiental e questiona o modelo econômico vigente. Apresenta a necessidade do fortalecimento da sociedade civil na busca coletiva de transformações sociais.

Ao contrário de pensar em uma intervenção apenas solucionadora de determinado problema ambiental, a perspectiva da Educação Ambiental Crítica se apoia na práxis, na qual a reflexão subsidia a ação e esta, por sua vez, traz novos elementos para a reflexão.

TRIVELATO, Sílvia Frateschi; SILVA, Rosana Louro Ferreira. *Ensino de Ciências*. São Paulo: Cengage Learning, 2011. p. 13, 17-18.

- O que é biodiversidade? **Biodiversidade é um conceito que se relaciona com a grande variedade de seres vivos existente na Terra e abrange a riqueza de espécies, a diversidade genética e a diversidade de ecossistemas.**
- Leia o texto a seguir e faça o que se pede.

Explorar lugares desconhecidos pode render encontros inesperados, além de uma aventura e tanto. Foi o que comprovou uma equipe de biólogos e botânicos, que trabalhou em uma grande área de mata preservada, no norte do Brasil: o Corredor de Biodiversidade do Amapá, lar de variadas plantas e diversos animais.

Durante dois anos, doze pesquisadores realizaram estudos na região, na busca por novas espécies da fauna ou flora. [...] Os cientistas montaram barracas, dormiram em redes e enfrentaram

perigos. Dessa estadia na floresta, trouxeram muitas informações.

No total, mais de 1 700 espécies foram catalogadas na região, sendo que 23 ainda não foram descritas pela ciência: são peixes, sapos e plantas.

[...]

Muitos animais e plantas que os pesquisadores nem imaginavam que existiam no Amapá foram encontrados, sendo que muitos deles [...] só existem em determinada região do estado!

[...]

Aventura no Amapá. *Ciência Hoje das Crianças*, 22 jul. 2010.

Disponível em: <http://chc.org.br/aventura-no-amapa/>. Acesso em: 10 fev. 2022.

a) e b) **Veja respostas em Respostas e comentários.**

- Transcreva o trecho do texto que cita a biodiversidade da região explorada.
 - Copie o trecho que indica que os pesquisadores encontraram espécies endêmicas na região.
- Cite três ameaças à biodiversidade relacionadas a ações humanas. **Caça e pesca ilegais, espécies invasoras e perda de hábitat.**
 - Leia o texto a seguir e, depois, responda às questões.

A palmeira-açaí (*Euterpe oleracea*), que é originária da floresta Amazônica, tem sido plantada em áreas de Mata Atlântica do estado de São Paulo. Ela vem tomando o lugar da palmeira-juçara (*Euterpe edulis*), que ocorre espontaneamente nessas matas litorâneas.

- Em relação ao bioma da Mata Atlântica, qual das duas espécies de palmeira citadas no texto é a espécie nativa? E qual é a espécie exótica? **Especie nativa: palmeira-juçara (*Euterpe edulis*); especie exótica: palmeira-açaí (*Euterpe oleracea*).**
 - A espécie exótica do item anterior pode ser considerada uma espécie invasora? Por quê? **Veja resposta em Respostas e comentários.**
- Um estudo publicado na revista *Science*, em 2013, revelou que, das 16 mil espécies estimadas de árvores amazônicas, cerca de 227 (1,4%) representam 50% de todas as árvores do território brasileiro, estimadas em 400 bilhões. No entanto, cerca de 5 800 espécies amazônicas contam com menos de mil indivíduos. Observe o padrão de distribuição de espécies nos esquemas a seguir e faça o que se pede.



5. a) Comunidade B. Essa comunidade apresenta poucas espécies com muitos indivíduos e um maior número de espécies com poucos indivíduos.

- Qual das duas comunidades poderia representar os dados apresentados pela revista *Science* para as espécies de árvores amazônicas?
 - Em qual das situações há maior risco de extinção de espécies em caso de desmatamento de uma área da floresta? Explique. **Veja resposta em Respostas e comentários.**
- Uma área de floresta de 10 000 hectares é equivalente a mil fragmentos de floresta com área de 10 hectares. Você concorda com essa afirmação? Justifique.

Espera-se que os estudantes discordem da afirmação. Quanto menor a área contínua de floresta, menos espaço os seres vivos têm para se deslocar em busca de alimento e de parceiros para o acasalamento. Em relação às bordas, a exposição dos organismos à insolação, ventos e dessecação é maior.

249

ESTRATÉGIAS DE APOIO

Utilize as atividades como avaliação reguladora do aprendizado dos estudantes, a fim de identificar eventuais pontos frágeis. Considere exibir vídeos ou documentários sobre o tema biodiversidade aos estudantes que tiverem dúvidas a respeito desse tema. Além disso, proponha uma atividade de pesquisa, na internet, de notícias sobre outras ameaças à biodiversidade. Aproveite para reforçar a importância da preservação ambiental e a questão dos impactos das ações humanas na biodiversidade. Ao final, verifique se houve ganhos no aprendizado.

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

- Se houver possibilidade, utilize o material disponível em <https://censos.ibge.gov.br/2012-agencia-de-noticias/noticias/19511-biodiversidade-brasileira.html> (acesso em: 5 maio 2022) e explore a variedade de espécies que compõem cada bioma do Brasil.
- “No total, mais de 1 700 espécies foram catalogadas na região, sendo que 23 ainda não foram descritas pela ciência: são peixes, sapos e plantas.”
 - “Muitos animais e plantas que os pesquisadores nem imaginavam que existiam no Amapá foram encontrados, sendo que muitos deles [...] só existem em determinada região do estado!”

Caso os estudantes tenham dificuldade, retome os conceitos de biodiversidade e de espécies endêmicas.
- Relembre os estudantes dos agentes que causam degradação do meio ambiente e das causas de desmatamento, que acarretam perdas significativas de habitats.
- Sim. Quando uma espécie exótica ameaça a sobrevivência de uma espécie nativa, por apresentar vantagens na obtenção de recursos do ambiente, ela é considerada uma espécie invasora.
 - Comunidade B. Quando as espécies de plantas estão distribuídas de maneira uniforme, o risco de perda de espécies ao se derrubar uma parte específica da floresta é menor. Porém, quando algumas espécies são raras e encontram-se em áreas específicas da floresta, o risco de serem extintas, caso essas áreas sejam desmatadas, é maior.
- Retome as imagens de satélite do capítulo, ou pesquisadas pelos estudantes, e verifique se eles identificam áreas fragmentadas nessas imagens.

DE OLHO NA BASE

As atividades trabalham as competências específicas 2 e 3 (compreender conceitos fundamentais das Ciências da Natureza e características e processos do mundo natural). Também são promovidas as competências geral 7 e específica 5 (construir argumentos com base em dados e informações confiáveis, que promovam a consciência ambiental).

HABILIDADES DESENVOLVIDAS NO CAPÍTULO

(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.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Se julgar conveniente, a fim de despertar a curiosidade dos estudantes e introduzir o tema do capítulo, pergunte a eles: “Na opinião de vocês, o que é preservar e conservar? Essas palavras são sinônimos ou têm significados diferentes?”.
- Este capítulo desenvolve as habilidades EF09CI12 e EF09CI13, aprofundando o tema preservação dos biomas brasileiros trabalhado na habilidade EF07CI07. Promove também o trabalho com o tema contemporâneo transversal **Educação ambiental**, relacionado ao meio ambiente, ao levar os estudantes a conhecer diferentes estratégias de conservação e a compreender a importância da proteção dos ambientes naturais e da biodiversidade.

Capítulo

2

ESTRATÉGIAS DE CONSERVAÇÃO

*Resposta variável. Comente com os estudantes que o uso sustentável reduz a degradação ambiental e possibilita a manutenção das espécies, favorecendo a biodiversidade.

PARA COMEÇAR

*Mais de 25 mil espécies de animais e plantas no mundo estão em risco de extinção. Como foi visto, a extinção de espécies pode causar graves desequilíbrios ambientais. De que forma o uso sustentável dos recursos naturais pode contribuir com a proteção da biodiversidade? **

↓ O Parque Nacional da Lagoa do Peixe tem uma grande lagoa, lugar de descanso e de alimentação para cerca de 270 espécies de aves, entre espécies locais e migratórias, que chegam do hemisfério Norte. A ave símbolo do parque é o flamingo. Município de Tavares (RS). Foto de 2017.

PROTEGENDO OS AMBIENTES NATURAIS

Preservar e conservar são dois termos relacionados à proteção ambiental que vêm ganhando destaque nas últimas décadas. De maneira geral, a ideia de preservar um ambiente refere-se à proteção integral de seus recursos naturais. As estratégias para isso envolvem a proibição da exploração ambiental, do consumo e da utilização de recursos e, em muitos casos, da presença e da interferência humana. Já a ideia de conservar um ambiente está relacionada ao uso racional e sustentável de seus recursos. Nesse contexto, o ser humano é visto como parte integrante desse ambiente.

Segundo o artigo 225 da Constituição Federal de 1988:

“Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.”

BRASIL. [Constituição de 1988]. *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília: Presidência da República, [2022]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 15 mar. 2022.



(IN)FORMAÇÃO

Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Snuc)

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Snuc – Lei n. 9.985/2000) – é o conjunto de Unidades de Conservação (UC) federais, estaduais e municipais. É composto [...] [de] 12 categorias de UC, cujos objetivos específicos se diferenciam quanto à forma de proteção e usos permitidos: aquelas que precisam de maiores cuidados, pela sua fragilidade e particularidades, e aquelas que podem ser utilizadas de forma sustentável e conservadas ao mesmo tempo.

[...]

O Snuc tem os seguintes objetivos:

- Contribuir para a conservação das variedades de espécies biológicas e dos recursos genéticos no território nacional e nas águas jurisdicionais;

- Proteger as espécies ameaçadas de extinção;
- Contribuir para a preservação e a restauração da diversidade de ecossistemas naturais;
- Promover o desenvolvimento sustentável a partir dos recursos naturais;
- Promover a utilização dos princípios e práticas de conservação da natureza no processo de desenvolvimento;
- Proteger paisagens naturais e pouco alteradas de notável beleza cênica;
- Proteger as características relevantes de natureza geológica, morfológica, geomorfológica, espeleológica, arqueológica, paleontológica e cultural;
- Recuperar ou restaurar ecossistemas degradados;

TIPOS DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

Unidade de Conservação (UC) é uma área natural delimitada pelo poder público com o objetivo de preservar os recursos naturais e a biodiversidade nela existente. Essa área pode ser tanto na terra como no mar.

As Unidades de Conservação estabelecidas no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) foram divididas em dois grandes grupos: as Unidades de Proteção Integral e as Unidades de Uso Sustentável.

UNIDADES DE PROTEÇÃO INTEGRAL

As **Unidades de Proteção Integral** não permitem grupos humanos habitando em suas áreas. Nelas, somente é permitida a realização de atividades vinculadas à pesquisa científica, à educação ambiental, ao turismo ecológico e à preservação do ecossistema local. Existem cinco tipos de Unidades de Proteção Integral: Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parque Nacional, Monumento Natural e Refúgio da Vida Silvestre.

Os Parques Nacionais foram a primeira modalidade de território destinada à proteção ambiental. O primeiro a ser criado foi o Parque Nacional do Itatiaia, em 1937.

Atualmente, há Parques Nacionais conhecidos e reconhecidos internacionalmente, como o Parque Nacional de Sete Cidades, o Parque Nacional do Iguaçu, entre outros, que, apesar de menores, cumprem o importante papel de proteção de ecossistemas locais e de educação ambiental.

UNIDADES DE USO SUSTENTÁVEL

As **Unidades de Uso Sustentável** permitem a presença de comunidades humanas, desde que elas estejam integradas à exploração sustentável dos recursos naturais e à conservação da unidade.

São reconhecidos sete tipos de Unidades de Uso Sustentável: Área de Proteção Ambiental (APA), Floresta Nacional (Flona), Área de Relevante Interesse Ecológico (Arie), Reserva Extrativista (Resex), Reserva da Fauna (Refau), Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) e Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN).

As Resex, por exemplo, constituem uma forma de preservação dos recursos naturais e dos meios de vida e da cultura das muitas populações extrativistas tradicionais que vivem em suas áreas. Nessas unidades, deve haver o uso sustentável e planejado dos recursos naturais para que as populações delas possam retirar o sustento. Além disso, é permitido manter práticas de agricultura e de criação de animais de pequeno porte.

Sustentável: em ecologia, um processo sustentável é aquele que se mantém por si mesmo, ao longo do tempo, sem ajuda externa e sem gerar a escassez dos recursos existentes.



Pedro Benedito/Polar Images

↑ A Reserva Extrativista Marinha de Corumbau foi criada em 2000 devido à pressão de nove comunidades de pescadores que denunciavam a pesca ilegal realizada por grandes barcos pesqueiros e a consequente perda de biodiversidade marinha. Na foto de 2021, trecho da Resex no município de Prado (BA).



André Dias/Polar Images

↑ Na Floresta Nacional do Aripuanã, são usados métodos para exploração sustentável de florestas nativas. Na foto de 2020, extração do látex de uma seringueira em Novo Aripuanã (AM).

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- O Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) é gerido pelas três esferas do governo: municipal, estadual e federal.
- Incentive os estudantes a refletir sobre os tipos de Unidades de Conservação (UC) e sobre os investimentos públicos empregados na criação e na manutenção dessas unidades.
- Aproveite o tema deste capítulo para mencionar a importância dos ativistas e das lideranças ambientais na proteção e na conservação dos ambientes naturais. Comente também que o Brasil é um dos quatro países mais perigosos para essas pessoas atuarem. Segundo levantamento da ONG Global Witness, apenas em 2020, vinte pessoas foram mortas por defenderem seus territórios e meios de subsistência, o direito à terra e o meio ambiente. Os dados indicam que os focos dos ataques no Brasil têm sido as áreas de conservação e os territórios habitados por indígenas, quilombolas e outras comunidades tradicionais. Caso julgue oportuno, proponha aos estudantes que façam uma pesquisa sobre a vida de ambientalistas como Chico Mendes e discutam a contribuição e a importância dessas pessoas para uma cultura de paz.

DE OLHO NA BASE

O conteúdo desenvolvido nas páginas 250 e 251 promove o processo cognitivo, o objeto de conhecimento e o modificador da habilidade **EF09CI12**, ao tratar dos tipos de Unidades de Conservação e de sua importância para a preservação da biodiversidade e do patrimônio nacional. Também são desenvolvidas as competências gerais **7** e específicas **4** e **5**, no que se refere às aplicações socioambientais da ciência, no âmbito da defesa de ideias que promovam a consciência socioambiental.

- Proporcionar meio e incentivos para atividades de pesquisa científica, estudos e monitoramento ambiental;
- Valorizar econômica e socialmente a diversidade biológica;
- Favorecer condições e promover a educação e a interpretação ambiental e a recreação em contato com a natureza; e
- Proteger os recursos naturais necessários à subsistência de populações tradicionais, respeitand o e valorizando seu conhecimento e sua cultura e promovendo-as social e economicamente.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/areas-protetidas/unidades-de-conservacao/sistema-nacional-de-ucs-snuc.html>.

Acesso em: 10 fev. 2022.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Discuta com os estudantes sobre a importância da demarcação de Terras Indígenas não só para o meio ambiente, mas também para a existência dos povos indígenas e para a preservação de sua cultura. Para motivar o debate, faça perguntas como: “Essa demarcação é importante para a preservação da cultura e dos costumes dos povos indígenas? Por quê?”.
- Caso julgue oportuno, proponha aos estudantes que acessem os *sites* sugeridos no box *Outras fontes*, nesta página do manual, e pesquisem informações sobre outras populações tradicionais do Brasil (como elas interagem com o ambiente, seus conhecimentos e sua cultura).

Responsabilidade diante das próximas gerações

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

- Respostas pessoais. Os estudantes podem mencionar que cada um deve considerar os interesses coletivos acima dos interesses pessoais, tendo como objetivo o bem comum. Além da responsabilidade de tomar decisões que envolvam um grupo grande de pessoas, cada membro deve cooperar e cumprir as decisões estabelecidas para que, assim, os resultados previstos sejam alcançados. Certifique-se de que os estudantes expressem suas posições e promova a mediação entre ideias conflitantes, evidenciando a importância da tomada de decisões com base no coletivo. Esta atividade promove o trabalho com a competência geral 9.

DE OLHO NA BASE

O conteúdo desta página prossegue com o desenvolvimento da habilidade **EF09CI12**, em especial ao abordar as populações tradicionais. Também desenvolve as competências gerais **1**, no que se refere à valorização dos conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social e cultural, e as competências gerais **6** e **7** e específicas **5** e **8**, ao defender ideias que promovam a consciência socioambiental e o respeito ao outro, com acolhimento e valorização da diversidade de grupos sociais e saberes e sem preconceitos de qualquer natureza, e ao levar os estudantes a recorrer aos conhecimentos das Ciências da Natureza para tomar decisões frente a questões socioambientais.

PARA EXPLORAR

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)

O *site* fornece a avaliação nacional da ameaça de extinção da fauna brasileira.

Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/faunabrasileira/lista-de-especies>. Acesso em: 10 fev. 2022.



↑ Indígenas da etnia Pataxó na aldeia Jaqueira, em Porto Seguro (BA). Foto de 2019.

GESTÃO PARTICIPATIVA NAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

A gestão participativa é um tipo de administração em que cada representante pode manifestar e negociar seus interesses de forma igualitária, com responsabilidade, e pensar em decisões para definir um destino coletivo.

As Unidades de Conservação no Brasil são administradas por gestão participativa. O conselho gestor de uma UC é formado por representantes de diferentes setores do poder público e da sociedade civil, que, entre outras funções, devem organizar um plano de manejo para a unidade. O referido plano estabelece como será realizado o uso dos recursos naturais na unidade.

- Em sua opinião, qual é a responsabilidade que cada um deve ter ao decidir sobre um destino coletivo? E para realizá-lo?

Veja respostas em *Respostas e comentários*.

252

AS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO E AS COMUNIDADES HUMANAS

Ao longo da história, a interação de agrupamentos humanos com o meio, com outros grupos e com os demais seres vivos contribuiu para o surgimento de uma grande diversidade de culturas.

As **populações tradicionais** são aquelas cuja subsistência depende da extração de recursos naturais. No Brasil, existem vários povos e culturas tradicionais, como os indígenas, os caiçaras e os quilombolas, cujo modo de vida está diretamente ligado ao meio em que vivem.

Os **povos indígenas** são populações que guardam relação de identidade com os povos que habitavam o continente antes de 1500, os chamados povos originários da América. Atualmente, há mais de 250 povos indígenas no Brasil.

As **Terras Indígenas** (TI) são porções de território demarcadas para que essas populações possam viver de acordo com seus costumes. Em 2020, havia 726 Terras Indígenas no Brasil.

O modo como esses povos se relacionam com a terra em que vivem tem um papel fundamental na formação das paisagens brasileiras. Para se ter uma ideia, enquanto 20% da floresta Amazônica já foi desmatada nos últimos quarenta anos, as Terras Indígenas perderam menos de 2% de suas florestas originais. A TI Mangueirinha, localizada no estado do Paraná, por exemplo, é importante na conservação de uma das últimas florestas de araucárias nativas do mundo. Os Pataxó da TI Barra Velha, no sul da Bahia, protegem uma das áreas remanescentes de maior biodiversidade da Mata Atlântica.

As **populações quilombolas** são comunidades formadas por descendentes de africanos escravizados. A maioria de seus habitantes vive da agricultura de subsistência. Hoje, existem mais de três mil comunidades remanescentes de quilombos.

Outros exemplos de populações tradicionais são as dos seringueiros, ribeirinhos, caboclos e jangadeiros.

A diversidade dos povos tradicionais e suas formas de interação com o ambiente onde vivem se refletem no conjunto de conhecimentos que esses povos desenvolveram ao longo de gerações. Conhecimentos de botânica, geografia, arquitetura, da fauna e dos ciclos de cada ecossistema são importantes aliados no uso sustentável dos recursos naturais, na fiscalização e na preservação das áreas das Unidades de Conservação.

OUTRAS FONTES

Bioma: por dentro da floresta Amazônica. WWF-Brasil. Disponível em: https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/areas_prioritarias/amazonia1/bioma_amazonia/. Acesso em: 10 fev. 2022.

A página da organização não governamental WWF-Brasil traz diversas informações sobre a Amazônia, em textos, áudios, imagens, etc.

Souza, Vivian. Gente do campo: descubra quais são os 28 povos e comunidades tradicionais do Brasil. *G1*, 29 jan. 2022. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/agronegocios/agro-a-industria-riqueza-do-brasil/noticia/2022/01/29/gente-do-campo-descubra-quais-sao-os-28-povos-e-comunidades-tradicionais-do-brasil.ghtml>. Acesso em: 10 fev. 2022.

A página apresenta diversas reportagens e vídeos sobre as comunidades tradicionais do Brasil.

1. Quais são as diferenças entre Unidade de Proteção Integral e Unidade de Uso Sustentável?
Veja resposta em Respostas e comentários.
2. Leia o texto a seguir e faça o que se pede.

O seringueiro Chico Mendes nasceu no estado do Acre em 1944. Começou o trabalho de seringueiro ainda criança e se tornou a principal liderança política brasileira a lutar a favor dos povos tradicionais amazônicos.

Em 1985, ele criou a União dos Povos da Floresta, conjugando interesses de indígenas, seringueiros, castanheiros, pequenos pescadores, quebradeiras de coco e populações ribeirinhas. Dessa iniciativa surgiu, em 1988, a primeira reserva extrativista.

O Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) está vinculado ao Ministério do Meio Ambiente e tem entre suas funções propor, implantar, gerir, proteger, fiscalizar e monitorar as Unidades de Conservação.

- a) Em sua opinião, por que o nome de um órgão público relacionado à conservação ambiental homenageia Chico Mendes?
 - b) Qual é a importância das ações de monitoramento e de fiscalização das Unidades de Conservação?
2. a) e b) Veja respostas em Respostas e comentários.
3. A Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) é um tipo de Unidade de Uso Sustentável criada em área privada por ato voluntário do proprietário. Pesquise, em meios impressos e digitais, sobre esse tipo de UC e faça o que se pede.
 - a) Identifique um exemplo de RPPN no estado em que você vive e faça um mapa para indicar a sua localização. **Resposta variável, de acordo com a RPPN que cada estudante escolher em seu estado.**
 - b) Cite os benefícios ambientais gerados pela implantação de uma RPPN. **Veja resposta em Respostas e comentários.**
 4. O mapa a seguir mostra a distribuição das Unidades de Conservação no território nacional e a distribuição de Terras Indígenas. Analise-o e faça o que se pede.

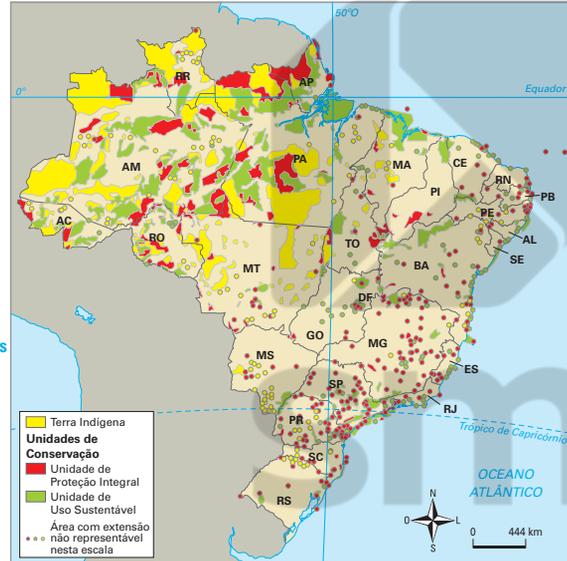
a) Em sua opinião, as áreas destinadas às Unidades de Conservação estão bem distribuídas pelo país? Justifique.

b) Compare as áreas destinadas às Unidades de Conservação e as áreas destinadas às Terras Indígenas. Com base no mapa, por que é importante proteger as Terras Indígenas? Comente.

- a) **Veja resposta em Respostas e comentários.**
- b) **Espera-se que os estudantes reconheçam a importância das Terras Indígenas, tanto pela dimensão dessas áreas quanto pelo papel fundamental que os povos indígenas desempenham na conservação dos recursos naturais.**

Fonte de pesquisa: Conservação das florestas. Sistema Nacional de Informações Florestais. Disponível em: <http://snif.florestal.gov.br/pt-br/conservacao-das-florestas>. Acesso em: 10 fev. 2022.

■ Terras Indígenas e Unidades de Conservação (2018)



RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

1. As Unidades de Proteção Integral não podem ser habitadas por grupos humanos, e somente atividades relacionadas à pesquisa científica, à educação ambiental, ao turismo ecológico e à preservação ambiental são permitidas nessas áreas. As Unidades de Uso Sustentável, de modo geral, procuram conciliar a conservação ambiental com o uso sustentável dos recursos naturais pelas populações que nelas habitam. Avalie se os estudantes identificam essas informações no texto.
2. a) Resposta pessoal. Os estudantes podem mencionar a preocupação de Chico Mendes em defender e integrar os povos da floresta, valorizando o conhecimento tradicional e o papel desses povos na conservação ambiental, assim como o fato de ter sido responsável pela fundação da primeira reserva extrativista, um tipo de Unidade de Conservação.
 - a) Resposta variável. Verifique se os estudantes reconhecem a importância de leis, acordos coletivos, decisões e atividades de monitoramento e de fiscalização para que as políticas de conservação ambiental sejam cumpridas por todos.
3. a) O mapa deve indicar a localização da RPPN escolhida pelo estudante e conter a respectiva legenda.
 - a) Preservação da biodiversidade e uso sustentável dos recursos naturais da região, benefícios semelhantes aos gerados pela implantação de Unidades de Conservação.
4. a) Resposta pessoal. Contudo, é esperado que os estudantes reconheçam que as Unidades de Conservação não estão bem distribuídas, visto que existem regiões em que elas predominam, como a região Amazônica, e outras onde a área protegida é relativamente pequena.
 - a) Note que, além do conjunto de conhecimentos sobre os ecossistemas locais, os povos indígenas estabelecem uma relação harmoniosa com o ambiente onde vivem e, assim como todos os povos, têm direito de exercer sua cultura e de viver em suas terras.

ESTRATÉGIAS DE APOIO

Utilize as atividades desta seção em uma avaliação reguladora. Caso os estudantes apresentem dificuldade em compreender as diferenças entre os tipos de Unidades de Conservação, proponha a eles a criação de um quadro comparativo ou um mapa de conceitos, levando em consideração os diversos aspectos de cada Unidade de Conservação. Se necessário, auxilie-os na leitura do mapa desta página do Livro do Estudante. Ao final, avalie se os pontos frágeis no aprendizado foram resolvidos.

DE OLHO NA BASE

As atividades desta seção promovem a habilidade **EF09CI12** e as competências gerais **1 e 7** e específicas **2, 3, 4, 5 e 8**.

- Caso julgue oportuno, organize a turma em dois grupos. Sugira a cada grupo que faça a leitura de um texto. Peça aos estudantes que identifiquem e descrevam as principais características da Revolução Verde e da agrofloresta. Anote-as na lousa em forma de tópicos. Por fim, discuta com eles qual dos dois modelos apresentados é o melhor para o meio ambiente.
- Enfatize o papel da ciência no desenvolvimento de novos conhecimentos e de tecnologias que visam melhorar a qualidade de vida. Saliente que o dinamismo da ciência e da tecnologia é resultado da busca contínua pela solução de problemas enfrentados pela sociedade, como no caso das consequências negativas geradas pela modernização agrícola.
- Esta seção possibilita um diálogo com o componente curricular História. Neste momento, o professor de História poderá auxiliar os estudantes em uma eventual pesquisa sobre o contexto socioeconômico mundial do pós-guerra, por volta da década de 1950, que contribuiu para motivar a inovação tecnológica no campo e, conseqüentemente, a Revolução Verde.

DE OLHO NA BASE

Neste momento, promove-se a habilidade **EF09CI13**, ao tratar as agroflorestas como iniciativa sustentável. Quanto às competências, são desenvolvidas as competências gerais **1** (valorizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social e cultural) e **7** (argumentar com base em dados para formular e defender pontos de vista que respeitem e promovam a consciência socioambiental e o consumo responsável) e específicas **5** e **8** (defender ideias que promovam a consciência socioambiental e recorrer aos conhecimentos das Ciências da Natureza para tomar decisões frente a questões socioambientais). Esta seção possibilita o trabalho com o tema contemporâneo transversal **Educação ambiental**, relacionado a meio ambiente, ao levar os estudantes a identificar os sistemas agroflorestais como sistemas de produção mais alinhados aos princípios de sustentabilidade.

A Revolução Verde e as agroflorestas

A expressão Revolução Verde foi criada para se referir a um conjunto de inovações tecnológicas desenvolvidas na agricultura, como modificação de sementes, fertilização do solo, utilização de agrotóxicos e mecanização do campo, com o principal objetivo de aumentar a produtividade agrícola e auxiliar no combate à fome e a crescente escassez de alimentos no mundo. No entanto, essas inovações também provocam problemas ambientais e sociais.

A Revolução Verde no Brasil e no mundo

Apesar de o termo ter surgido apenas na década de 1950, a vontade de inovação e o programa surgiram logo após a Segunda Guerra Mundial devido aos avanços e conhecimentos tecnológicos da época. Pesquisadores de países industrializados pretendiam aumentar a produção de alimentos, dizimando assim a fome nos países subdesenvolvidos através de um conjunto de tecnologias inovadoras.

No entanto, o aumento da produção não foi o suficiente para acabar com a fome do mundo. Entre os problemas encontrados estava, principalmente, o fato de que os alimentos produzidos nos países em desenvolvimento eram – e ainda são – destinados às grandes nações, ou seja, [aos] países desenvolvidos.

Além disso, a Revolução Verde [...] parecia visar mais os grandes agricultores, fazendo com que os outros não conseguissem se adaptar às novas técnicas e não atingissem a produtividade, dificultando a sua permanência no ramo.

[...]

A Revolução Verde trouxe inúmeros problemas para o meio ambiente. Com o desmatamento para cultivo, vieram também o surgimento de pragas e [a] utilização de agrotóxicos, fungicidas, entre outros produtos. Desta forma, houve uma alteração e contaminação em todo o ecossistema – solos, rios, animais, vegetais.

Além disso, o programa “expulsou” os pequenos produtores da sua lavoura, contribuindo para o aumento do êxodo rural e, conseqüentemente, para o aumento da população em periferias de grandes capitais.

A Revolução Verde no Brasil e no mundo. *Pensamento Verde*, 15 maio 2013. Disponível em: <http://www.pensamentoverde.com.br/atitude/a-revolucao-verde-no-brasil-e-no-mundo/>. Acesso em: 10 fev. 2022.

As consequências negativas desse modelo de modernização agrícola têm estimulado o desenvolvimento de técnicas de produção de alimentos que respeitem e preservem o meio ambiente, de acordo com princípios da agricultura sustentável. Para isso, muitos projetos têm unido técnicas usadas por povos tradicionais ao conhecimento científico sobre vegetais e sua interação com a fauna. As agroflorestas são um exemplo de agricultura sustentável, que combina cultivo de espécies arbóreas, como árvores frutíferas e madeiras, com cultivos agrícolas e criação de animais.

(IN)FORMAÇÃO

Pnapo

A Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (Pnapo) tem por objetivo integrar, articular e adequar políticas, programas e ações indutores da transição agroecológica, da produção orgânica e de base agroecológica, como contribuição para o desenvolvimento sustentável, possibilitando melhoria de qualidade de vida à população por meio da oferta e consumo de alimentos saudáveis e do uso sustentável dos recursos naturais.

Com o lançamento da Pnapo, em vigor desde 2012, a partir do decreto presidencial n. 7.794, de 20 de agosto, o Brasil se torna o primeiro país a criar uma política de estado específica para o incentivo à agroecologia e à produção orgânica.

Construído de forma participativa, o decreto surgiu pela preocupação da sociedade civil e das organizações sociais do campo e da floresta sobre a necessidade de se produzir alimento em quantidade e qualidade necessárias, com o menor impacto possível ao meio ambiente e à vida. Nesse momento, foram definidas as diretrizes, instrumentos e instâncias de gestão da Pnapo. Coube à Câmara Interministerial de Agroecologia e Produção Orgânica (Ciapo), composta [de] representantes de dez ministérios, a tarefa de elaborar o Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (Planapo), articulando órgãos e entidades do Poder Executivo Federal para a implementação da política.

Já à Comissão Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (Cnapo), composta [de] quatorze representantes da sociedade civil e quatorze

3. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes concordem que o sistema agroflorestal deve ser considerado uma estratégia de conservação, pois visa à manutenção da biodiversidade, ao promover o uso de espécies nativas e a interação entre as espécies e delas com o meio.

Tecnologia social: agrofloresta baseada na estrutura, dinâmica e biodiversidade florestal

No sistema convencional, de monocultivo, o solo geralmente chega a um ponto em que fica completamente degradado e sem nutrientes para produzir e manter as reservas naturais. [...]

Com a agrofloresta, o material vegetal preexistente é cortado e disposto de forma ordenada e com arranjo definido no solo, sem a utilização de fogo. Ao longo do tempo, há um manejo intensivo da vegetação, especialmente na poda e na disposição do material podado no solo, criando o que se chama de “berços”. Desta maneira, o aproveitamento da matéria orgânica pela vida do solo é ainda maior que nas clareiras naturais. A água entra melhor na terra, com maior aproveitamento. É nesta pequena faixa que se colocam as sementes, tubérculos ou ma-

nivas. Ao longo do tempo, vão surgindo várias espécies de plantas por regeneração natural.

Na agricultura convencional, essas espécies seriam eliminadas. Em uma agrofloresta, procura-se manter, a cada etapa de sucessão, espécies adequadas às situações de fertilidade do solo, conjunto de espécies companheiras ao redor e luminosidade nos diferentes andares. O resultado é a integração entre homem e natureza. [...]

Com isso, na agrofloresta você está plantando e colhendo ao mesmo tempo e regularmente gerando renda. O adubo vem da própria natureza; as podas feitas corretamente deixam os raios de sol entrar e dão força para as verduras, legumes, hortaliças, frutas crescerem. E o mais importante: tudo vai para as próprias famílias por meio da comercialização coletiva.

“Vale ressaltar que as agroflorestas, conduzidas sob uma lógica agroecológica, transcendem qualquer modelo pronto e incorporam a sustentabilidade quando se desenham agroecossistemas adaptados ao potencial natural do lugar, aproveitando os conhecimentos locais. Assim sendo, não existe um modelo, e sim, princípios, fundamentos e práticas que têm que ser adaptados a cada realidade”, finaliza a engenheira agrônoma Lucilene Vanessa.



↑ Agrofloresta em Viamão (RS), 2020.

Josi Basso. Tecnologia social: agrofloresta baseada na estrutura, dinâmica e biodiversidade florestal. *EcoDebate*. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2014/01/15/tecnologia-social-agrofloresta-baseada-na-estrutura-dinamica-e-biodiversidade-florestal/>. Acesso em: 10 fev. 2022.

Em discussão

Responda sempre no caderno.

1. Além da tecnologia, a Revolução Verde se baseou no sistema de monocultura. Compare a biodiversidade de uma monocultura com as agroflorestas e responda: Qual dos dois sistemas é o mais adequado para a preservação do ambiente? **O sistema agroflorestal.**
2. A Revolução Verde permitiu que o Brasil desenvolvesse tecnologia própria em universidades, agências governamentais e instituições privadas, deixando de lado os conhecimentos tradicionais. Qual é a relação entre o sistema agroflorestal e os conhecimentos tradicionais? Comente. **Veja resposta em Respostas e comentários.**
3. Em sua opinião, o sistema agroflorestal pode ser considerado uma estratégia de conservação? Explique.

EM DISCUSSÃO

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

1. A derrubada de grandes áreas para o plantio de uma única espécie reduz drasticamente a biodiversidade local. Além disso, o uso de fertilizantes e agrotóxicos contribui para a mortalidade de inúmeras espécies e interfere nos aspectos físicos do meio. O sistema agroflorestal, por sua vez, está baseado no plantio de espécies nativas e introduzidas, que se beneficiam mutuamente e atraem outros seres vivos, promovendo o aumento da biodiversidade local.
2. Para que o sistema agroflorestal funcione, é preciso que espécies nativas sejam cultivadas interagindo entre si e com as condições do meio; as comunidades tradicionais são detentoras de grande parte desse conhecimento. Caso julgue oportuno, sugira uma pesquisa de exemplos que ilustrem essa relação.
3. Comente que os sistemas agroflorestais se baseiam em princípios da sustentabilidade, que consideram aspectos sociais, econômicos e ambientais. Enfatize que o conhecimento e as técnicas utilizados nesses sistemas estão a serviço da terra, ao contrário do que ocorre nos modelos agrícolas tradicionais, que visam adequar a produção ao espaço. Dessa forma, os sistemas agroflorestais constituem boas estratégias para conciliar produção de alimentos e conservação.

[...] órgãos do Governo Federal, com seus respectivos suplentes, coube a missão de promover a participação da sociedade na elaboração do Planapo, propondo as diretrizes, objetivos e ações prioritárias a serem desenvolvidas.

A partir de setembro de 2012, as duas instâncias se debruçaram em um intensivo trabalho para a consolidação do Plano, articulando diversos programas e iniciativas existentes nos diversos ministérios e elaborando novas ações que respondessem aos desafios colocados.

O processo de construção do Planapo contou com a participação de diversos movimentos e organizações sociais ligados às temáticas da agroecologia e da produção orgânica.

Pnapo. Brasil agroecológico. Disponível em: <http://www.agroecologia.gov.br/politica>. Acesso em: 10 fev. 2022.

ATIVIDADES INTEGRADAS

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

1. Aproveite a atividade para propor aos estudantes que pesquisem e identifiquem dados da primeira Unidade de Conservação criada no Brasil.
2. Os *hotspots* são áreas de reserva de biodiversidade, pois concentram grande número de espécies, muitas delas endêmicas, ou seja, não existentes em outras partes do planeta. Além disso, estão localizados em áreas ameaçadas, por exemplo, áreas sujeitas a fortes interferências humanas, nas quais as espécies correm mais risco de entrar em extinção.
3. b) Avalie a possibilidade de expandir esta atividade para um trabalho em grupo, com a apresentação das imagens obtidas. Oriente os estudantes a reconhecer padrões nas imagens. Tons e texturas, por exemplo, costumam reproduzir padrões reconhecíveis, como vegetação, corpos de água, ruas e moradias, entre outros. Assim, ao comparar esses padrões, antes e depois de um intervalo de tempo, será possível reconhecer áreas que sofreram desmatamento.
- c) Os corredores ecológicos ajudam a minimizar os efeitos de borda, causados pela fragmentação de áreas florestais. Ao unir fragmentos de florestas, os corredores ecológicos permitem a dispersão de espécies para a alimentação e a reprodução, promovendo o reflorestamento de áreas degradadas e garantindo a sobrevivência das populações que precisam de grandes áreas para sobreviver, entre outros benefícios.
4. a) Comente que a captura também é um importante fator de risco para a fauna em todos os biomas. Se considerar oportuno, peça aos estudantes que façam uma pesquisa na internet sobre ações que podem ser desenvolvidas para evitar esse problema.
- b) Porque as formas de cultivo requerem a derrubada de grandes áreas de vegetação nativa, o que provoca perda de biodiversidade, comprometendo as cadeias alimentares da fauna. As técnicas e os produtos utilizados nesse sistema produtivo também causam poluição ambiental, aumentando a mortalidade de seres vivos, o que leva ao risco de extinção das espécies.
5. a) Os estudantes devem evidenciar que, apesar de ainda se encontrar em perigo, a espécie vem se recuperando.
- b) Certifique-se de que todos os estudantes analisem, no mapa, os dados referentes ao bioma Caatinga.

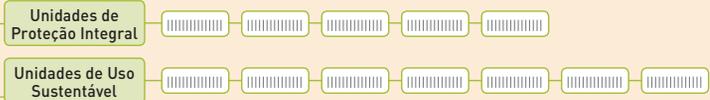
1. Unidades de Proteção Integral: Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parque Nacional,

UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

Monumento Natural, Refúgio da Vida Silvestre; Unidades de Uso Sustentável: Área de Proteção Ambiental (APA), Floresta Nacional (Flona), Área de Relevante Interesse Ecológico (Arie), Reserva Extrativista (Resex), Reserva da Fauna (Refau), Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) e Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN).

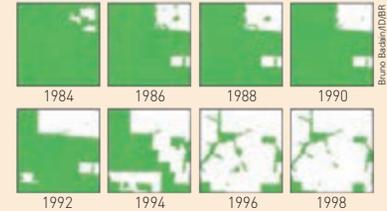
3. a) Fragmentação da paisagem, causada pelo desmatamento.

1. Copie o esquema a seguir no caderno e complete-o com os tipos de Unidade de Conservação apresentados nesta unidade.



2. Por que os *hotspots* são considerados áreas estratégicas na proteção da biodiversidade? **Veja resposta em Respostas e comentários.**

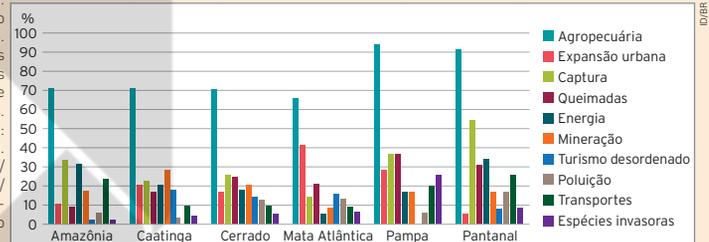
3. Observe a sequência de imagens de um mesmo local, ao longo dos anos, e faça o que se pede.



- a) Que tipo de transformação aconteceu na paisagem no período apresentado? Explique.
 - b) Pesquise na internet imagens de áreas monitoradas por satélites artificiais e identifique aquelas onde o desmatamento aumentou.
 - c) Corredores ecológicos são porções de cobertura vegetal que promovem a ligação entre áreas fragmentadas dos habitats e dos ecossistemas. Por que a implementação de corredores ecológicos pode ser considerada uma forma de promover a biodiversidade? **3. b) e c) Veja respostas em Respostas e comentários.**
4. O gráfico a seguir apresenta os fatores que mais contribuem para o risco de extinção da fauna em cada bioma. Analise-o atentamente para responder às questões.

Fatores importantes para o risco de extinção da fauna, por bioma (2014)

Fonte de pesquisa: Ministério do Meio Ambiente. Listas nacionais de espécies ameaçadas de extinção 2014. Disponível em: <http://simat.mma.gov.br/acomweb/Media/Documentos/451467c7-42d4-4a52-9.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2022.



- a) Segundo o gráfico, qual dos fatores representa o maior risco para a fauna terrestre? **Agropecuária.**
 - b) Por que esse fator constitui uma ameaça à fauna? **Veja resposta em Respostas e comentários.**
5. Logo que chegou ao Brasil em 1939, o naturalista alemão Helmut Sick (1910-1991) iniciou sua busca pela arara-azul-de-lear (*Anodorhynchus leari*). Em 1978, em uma de suas expedições pela região do Raso da Catarina (BA), onde ocorre o bioma Caatinga, Sick finalmente encontrou a arara-azul-de-lear em seu habitat, mas logo percebeu que a espécie já estava em risco de extinção. **a) Em perigo: EN.**
- a) Consulte a lista de animais ameaçados da fauna brasileira, indicada na sugestão de *site* desta unidade, e identifique a que categoria a arara-azul-de-lear pertence.
 - b) Consulte o gráfico da atividade 4. Em sua opinião, quais dos fatores podem ter contribuído para que a arara-azul-de-lear seja considerada sob risco de extinção? **Na Caatinga, os três fatores principais são a agropecuária, a mineração e a captura.**

256

DE OLHO NA BASE

Nesta seção, as atividades 1, 2 e 8 trabalham a habilidade EF09CI12, ao passo que as atividades 3, 6 e 8 promovem a habilidade EF09CI13. Também são desenvolvidas as competências gerais 1 (valorizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social e cultural), 5 (utilizar tecnologias digitais de informação nas práticas escolares para acessar informações e produzir conhecimentos) e 7 (argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis para promover a consciência socioambiental) e específicas 5 e 8 (defender ideias que promovam a consciência socioambiental e recorrer aos conhecimentos das Ciências da Natureza frente a questões socioambientais).

6. Leia o trecho do texto a seguir sobre os indígenas Krahô. Depois, responda às questões.

Até hoje, o povo Krahô guarda uma relação de profunda intimidade com suas sementes. “A semente para mim é como um parente. Perder uma variedade de semente é como perder um filho ou um irmão”. Essa frase é repetida por homens e mulheres habitantes das 28 aldeias Krahô localizadas na Terra Indígena onde vivem, na região nordeste do Tocantins.

Flavia Londres e outros. *As sementes tradicionais dos Krahô: uma experiência de integração das estratégias on farm e ex situ de conservação de recursos genéticos*. Rio de Janeiro: AS-PTA, 2014. p. 8. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/115241/1/Caderno-ANA-Sementes-2014-KRAHO.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2022.

a) e b) Veja respostas em **Respostas e comentários**.

- a) Em sua opinião, por que os Krahô lamentam a perda de uma variedade de sementes?
 b) Certas comunidades tradicionais vêm se organizando para a criação de bancos de sementes, além de feiras de troca de sementes. Realize uma pesquisa sobre a função e a importância dos bancos de sementes, assim como das feiras de troca.
7. Leia a tira a seguir e responda às questões propostas.



© S. Serrano. In: Mafalda. Laboratório Quimilândia. Mafalda Fotorema. QUINO, Mafalda 4. São Paulo: Martins Fontes, 2010.

a) e b) Veja respostas em **Respostas e comentários**.

- a) Você concorda com a conclusão de Miguelito no último quadro? Justifique.
 b) Considerando o que você estudou nesta unidade sobre a importância da biodiversidade, que argumento você apresentaria para justificar a preservação das abelhas?



8. Leia o trecho de texto a seguir, que descreve resultados de manejo em ambientes aquáticos, e faça o que se pede.

Em 12 anos, a população de pirarucu cresceu 631% nas três terras indígenas dos Paumari do rio Tapauá, no sul do Amazonas. Enquanto em 2009 foram contados 251 indivíduos, em 2021, o total foi de 1835 – isso em apenas 16 lagos monitorados no período.

O aumento é fruto do manejo sustentável do pirarucu, atividade desenvolvida pelos indígenas com apoio do projeto Raízes do Purus, [...] para fortalecer a gestão sustentável e a proteção da biodiversidade [...].

O método do manejo tem como pilares a organização comunitária, a vigilância territorial, e o monitoramento dos estoques de pirarucu. Também são controlados o período da pesca [...] a quantidade e o tamanho dos peixes [...] a cada ano, as comunidades recebem a autorização do Ibama para pescar uma cota de 30% da população adulta de pirarucu [...].

Amazônia: manejo indígena para defender o pirarucu. *Outras Mídias*, 9 dez. 2021. Disponível em: <https://outraspalavras.net/outrasmidias/amazonia-manejo-indigena-para-defender-o-pirarucu/>. Acesso em: 11 fev. 2022.

a) e b) Veja respostas em **Respostas e comentários**.

- a) Segundo os dados apresentados no texto, os resultados obtidos nesse plano de manejo foram positivos em relação à conservação da biodiversidade? Justifique.
 b) De que forma planos de manejo como esses contribuem para a qualidade de vida e do ambiente para as gerações futuras?

6. a) Resposta pessoal. Observe se os estudantes reconhecem que cada variedade de semente resulta de um longo processo de plantio e de seleção que produz variedades de plantas biodiversas, as quais carregam as características relacionadas ao ambiente onde se desenvolveram.

b) Os bancos de sementes servem para garantir a diversidade de determinados tipos de semente, conservando diferentes características que elas têm, como nutricionais ou relacionadas ao sabor, à resistência a doenças e à capacidade de adaptação a diferentes climas, solos e regiões. Servem ainda para a conservação de espécies utilizadas na alimentação e na agricultura. As iniciativas de troca de sementes contribuem para a diminuição da perda de material genético, além de promover a melhoria dos sistemas de produção de comunidades próximas.

7. a) Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes considerem a importância de cada espécie nos ecossistemas, independentemente dos benefícios diretos que ela gera ao ser humano.

b) Respostas variáveis. Os estudantes devem utilizar argumentos com base nos conceitos de biodiversidade e de importância ecológica.

Responsabilidade diante das próximas gerações

8. a) Sim. Em um período de 12 anos, houve um aumento de 631% na população de peixes das áreas de manejo.

b) Espera-se que os estudantes reconheçam que os planos de manejo contribuem para a manutenção das espécies, afetando positivamente a biodiversidade local, o que aumenta a possibilidade de as gerações futuras terem acesso à riqueza ambiental. Ressalte a responsabilidade que todos temos de propor e/ou de apoiar projetos como esse.

ESTRATÉGIAS DE APOIO

As atividades desta seção podem ser utilizadas como uma forma de realizar uma avaliação final do trabalho desenvolvido na unidade.

Caso observe alguma dificuldade em relação ao conteúdo estudado, considere propor aos estudantes uma pesquisa no *site* do Ministério do Meio Ambiente sobre as Unidades de Conservação, disponível em <https://www.gov.br/mma/pt-br> (acesso em: 15 jun. 2022), ou no *site* da Funai sobre as demarcações de Terras Indígenas, disponível em <https://www.gov.br/funai/pt-br> (acesso em: 15 jun. 2022). Você pode também selecionar notícias recentes sobre o tema conservação ambiental e discutir com os estudantes como as questões relacionadas a esse tema são atuais e relevantes para a sociedade.



Capítulo 1 – Biodiversidade

- Relaciono biodiversidade à diversidade biológica, genética e ecológica?
- Reconheço as características ambientais associadas ao aumento da biodiversidade?
- Avalio os riscos das ações humanas à biodiversidade?
- Relaciono a perda de hábitat à extinção de espécies?
- Elaboro hipóteses para explicar o risco de extinção de uma espécie com base em dados dispostos em forma de gráficos, tabelas e mapas?
- Interpreto dados em gráficos, tabelas e mapas?
- Construo relações entre alterações ambientais e perda de biodiversidade?
- Interpreto e organizo dados e informações?
- Realizo investigações e relaciono dados e informações coletados no meu dia a dia a fenômenos globais?

Capítulo 2 – Estratégias de conservação

- Diferencio preservação e conservação ambiental?
- Compreendo as diferenças entre os tipos de UC em função das suas finalidades?
- Reconheço a importância das populações tradicionais para a preservação da biodiversidade?
- Relaciono a gestão participativa nas UC à preservação da biodiversidade e aos impactos dessa preservação para futuras gerações?
- Sei distinguir os benefícios e as desvantagens da Revolução Verde?
- Compreendo a importância do desenvolvimento de novos modelos de agricultura?
- Comparo diferentes modelos de agricultura e avalio suas vantagens e desvantagens?

Nelson Proenza/DBR

258



PLANO DE AÇÕES AMBIENTAIS NA ESCOLA

Uma pessoa sozinha não é capaz de resolver os problemas ambientais do planeta. Para isso, é preciso unir esforços e trabalhar tanto individual quanto coletivamente. Há algumas décadas, governos do mundo todo vêm discutindo sobre como construir um mundo melhor agora e no futuro. E já há alguns anos existe o consenso de que a questão ambiental é fundamental para o desenvolvimento sustentável.

Em setembro de 2015, líderes mundiais reuniram-se na sede da Organização das Nações Unidas (ONU) e elaboraram um plano de ações para erradicar a pobreza, proteger o planeta e garantir que as pessoas alcancem a paz e a prosperidade: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, que propõe 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). As propostas desse plano envolvem governos, sociedade, empresas, pesquisadores e você.

Nesta atividade, a turma vai conhecer os ODS, refletir sobre eles e elaborar um plano de ações ambientais voltado para a escola e/ou a comunidade em que está inserida. Esse plano deverá inspirar-se na Agenda 2030 e em iniciativas bem-sucedidas de promoção da sustentabilidade. Para a elaboração do plano de ações, é necessário conhecer a realidade da escola e da comunidade em que ela se encontra e, então, pensar coletivamente como cada pessoa pode contribuir para a melhoria do ambiente.

Objetivos

- Investigar os problemas ambientais que mais afetam a escola e a comunidade onde ela está inserida.
- Ampliar o conhecimento sobre iniciativas bem-sucedidas voltadas à solução ou à melhoria de questões ambientais.
- Sensibilizar a comunidade para as questões ambientais e a sustentabilidade.
- Elaborar um plano de ações ambientais na escola e compartilhá-lo com a comunidade.

Planejamento

Antes de elaborar um plano de ações ambientais, é importante informar-se so-

bre as questões ligadas à sustentabilidade e sobre os problemas da realidade local, bem como estudar casos de sucesso que possam servir de inspiração.

O estudo prévio deve abordar três aspectos:

- 1 Conhecimento dos ODS e de algumas das metas traçadas para alcançá-los.
- 2 Investigação da realidade local, com o levantamento dos problemas que mais afetam a comunidade e dos impactos ambientais causados pela escola.
- 3 Análise de ações voltadas à promoção da sustentabilidade que deram certo.

Sob a orientação do professor, organizem-se em grupos para trabalhar esses aspectos.

HABILIDADE DESENVOLVIDA E OBJETIVOS DA SEÇÃO

(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.

- Coletar informações em diferentes fontes sobre questões ligadas à sustentabilidade e ao consumo consciente.
- Trabalhar em grupos, dividir tarefas e mediar conflitos para alcançar objetivos comuns.
- Desenvolver a produção de textos escritos e orais, ao elaborar materiais de divulgação e realizar debates sobre os problemas da realidade local.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Esta atividade aproxima os estudantes de aspectos do cotidiano escolar que estão além da sala de aula. Além disso, estimula a observação com foco na identificação de problemas e, consequentemente, na elaboração de propostas para resolvê-los.
- Sugerimos que o projeto seja realizado na parte final do segundo semestre, no contexto do estudo da conservação, de maneira que os estudantes possam refletir sobre os impactos ambientais causados pela escola. Pode-se, também, realizá-lo nos meses iniciais do ano letivo, em consonância com o estudo da matéria e dos materiais, para que os estudantes reflitam sobre as transformações necessárias para produzir os materiais utilizados no dia a dia e o que fazer com os resíduos. Essa escolha deve ser feita em conjunto com os demais professores e funcionários da escola, para que o projeto tenha um caráter coletivo e interdisciplinar.
- Caso queira fornecer um contexto histórico, comente com a turma que, antes dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), houve a Agenda 21, criada em 1992 durante a Conferência das Nações Unidas, no Rio de Janeiro. A Agenda 21 é um documento que aponta ações para promover melhorias no ambiente e alcançar o desenvolvimento sustentável no planeta. O documento na íntegra pode ser encontrado na página do site do Ministério do Meio Ambiente, disponível em <https://antigo.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-global.html> (acesso em: 1º jun. 2022).

Apresentamos, a seguir, uma proposta de cronograma de trabalho.

Aula(s)	Ação
1 e 2	Apresentação do projeto aos estudantes e realização da Etapa 1 (conhecer os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e a Agenda 2030).
3 e 4	Realização da Etapa 2 (investigar a realidade local e os problemas percebidos pela comunidade) e organização dos dados coletados.
5 e 6	Realização da Etapa 2 (investigar os impactos causados pela escola) e organização dos dados coletados.
7	Realização da Etapa 3 (análise de ações bem-sucedidas) e organização dos dados coletados.
8 e 9	Elaboração do plano de ações para a escola.
10 e 11	Apresentação do plano de ações e debate com a comunidade.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

- Se julgar oportuno, organize uma exposição oral rápida da pesquisa preliminar sobre os ODS e a Agenda 2030. A discussão em grupo pode proporcionar o surgimento de conteúdos que serão úteis a todos os grupos, especialmente na fase final do projeto.
- É importante orientar os estudantes sobre a realização das entrevistas. Como se trata de uma técnica de coleta de informações, a entrevista precisa ser estruturada, para que os resultados sejam efetivos. Auxilie os grupos a elaborar um roteiro de entrevista com as perguntas que vão fazer. Repasse essas perguntas com os grupos, discutindo com os integrantes se as respectivas respostas poderão fornecer informações importantes para o projeto. Permita que os grupos avaliem o próprio roteiro e façam as alterações que considerarem necessárias. Pode ser interessante elaborar um único roteiro de perguntas para toda a turma, com o propósito de facilitar a tabulação dos dados coletados com base nas respostas dos entrevistados. Outro aspecto importante na realização de uma entrevista é o modo de se portar com o entrevistado, mantendo a educação, tomando cuidado com o discurso e explicando o intuito da entrevista.
- Ao analisar ações bem-sucedidas voltadas à sustentabilidade ambiental, trabalha-se a identificação de elementos comuns relacionados a iniciativas que deram certo e podem, portanto, ser usadas como referência ou ser implementadas com as devidas adaptações. Esse estudo reflete aspectos do pensamento computacional.

Etapa 1: Conhecer os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e a Agenda 2030

- Em grupos, acessem o *site* das Nações Unidas para conhecer um pouco a história da origem dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.
- Observem que, para cada objetivo, são definidas algumas metas. Avaliem essas metas e reflitam sobre aquelas em que vocês poderiam atuar no sentido de contribuir para a sustentabilidade ambiental.

AGENDA 2030

Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 24 mar. 2022.

Etapa 2: Investigar a realidade local Problemas percebidos pela comunidade

- Entrevistem pessoas da comunidade, perguntando-lhes quais são os problemas ambientais que mais as afetam.
- Questionem tais pessoas sobre o que elas acreditam que seria necessário para melhorar a qualidade ambiental do lugar e do planeta.
- Anotem as respostas e o nome dos entrevistados.
- Façam uma tabela-síntese em que constem o número de entrevistados e as ações mais citadas por eles.
- Analisem as respostas e comparem-nas com os objetivos e as metas da Agenda 2030. Os problemas identificados na comunidade estão representados nos ODS? As metas propostas podem ajudar a comunidade? Reflitam de que maneiras é possível atuar para diminuir os problemas comunitários.

Impactos causados pela escola

Para saber onde e como atuar, é necessário identificar pontos problemáticos ou que possam ser melhorados. Para isso, é preciso investigar, na escola, situações que prejudiquem o meio ambiente. Por exemplo, há desperdício de energia elétrica? De papel? De água?

- Com o professor, analisem a estrutura da escola, dividindo-a em setores: salas de aula, administração, áreas de lazer, entre outros.
- Observem o consumo de material e a produção de lixo, o uso da água, o consumo de energia e outros aspectos.
- Em grupos, elaborem um texto descrevendo os principais problemas ambientais identificados em cada setor da escola. Depois, em dia previamente combinado, compartilhem o texto com a turma.

Etapa 3: Analisar ações bem-sucedidas

Iniciativas bem-sucedidas podem servir de modelo e de inspiração para que você e os colegas de grupo comecem a pensar em um plano de ações.

- Pesquisem na internet ações voltadas à sustentabilidade ambiental realizadas por prefeituras, associações de moradores, escolas, organizações não governamentais (ONGs) e outras organizações.
- Procurem identificar quais eram os objetivos dessas ações, como as organizações se estruturaram, o que realizaram e que resultado obtiveram.
- Com o auxílio do professor, combinem uma data na qual cada grupo deverá expor, em uma roda de conversa, as ações que mais inspiraram seus integrantes e por quê.



Ilustrações: Setor de Educação da Unesco/ONU. Fundo: naturol/Stock/Getty Images

OUTRAS FONTES

Consumo sustentável: manual de educação. Brasília: Consumers International/MMA/MEC/Idec, 2005. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/publicacao8.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2022.

Essa publicação voltada a educadores apresenta informações diversas sobre consumo sustentável, como as relacionadas ao uso da água, ao consumo de alimentos, à escolha de meios de transporte, reflexões sobre a influência da publicidade na sociedade, além de sugestões de atividades para desenvolver o tema.



Procedimentos

Elaboração do plano de ações

Como vocês devem ter visto, a Agenda 2030 não é apenas uma investigação sobre as ações humanas que prejudicam a sociedade e o ambiente; ela propõe medidas que cada um pode tomar para tornar nosso modo de vida mais sustentável.

Assim, com base nas etapas anteriores, sua equipe deverá elaborar um plano de ações que possa ser implementado na escola ou, melhor ainda, na comunidade.

- Listem as principais ações que podem ser realizadas na escola para minimizar os impactos por ela causados ao meio ambiente.
- Essa lista deverá ser registrada em um cartaz intitulado “Plano de ações ambientais”, que será exposto na escola.
- O cartaz deverá ficar em um local visível, para que tanto as pessoas vinculadas à escola quanto o restante da comunidade local possam conhecer as propostas.
- Na data definida pelo professor, realizem um debate público para decidir, coletivamente, as ações cuja realização lhes pareçam possíveis e que promovam melhoria efetiva na comunidade. Se possível, convidem as pessoas anteriormente entrevistadas e outros membros da comunidade para participar.
- Sob a orientação do professor, a turma vai elaborar um único documento, com linguagem sucinta e clara, para reunir as informações obtidas nas etapas de planejamento. Esse documento deverá conter os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da comunidade e estabelecer algumas metas. Ele será a Agenda 2030 da escola.

Compartilhamento

Apresentação do plano de ações ambientais

Todas as pessoas vinculadas à escola – estudantes, funcionários e professores – e também a comunidade local poderão conhecer o plano de ações ambientais delineado na fase anterior, pois contribuiram para que ele fosse elaborado.

A turma vai fazer uma exposição oral para comunicar os resultados atingidos. Combinem com o professor de que modo e quando será feita essa exposição.

Durante o evento, cada grupo vai explicar como contribuiu para o projeto, mas todos os estudantes ficarão responsáveis pela apresentação do plano de ações ambientais.

Divulguem o evento usando cartazes e as redes sociais.

Avaliação

1. Após realizar esse projeto, você passou a se sentir mais responsável pela sustentabilidade? Acredita que a comunidade também tenha sido sensibilizada por essas questões, assumindo sua parcela de responsabilidade? **Respostas pessoais.**
2. Você acha que é possível realizar mudanças para transformar a escola em um local melhor para todos, incluindo os que estão em seu entorno? Que importância um plano de ações ambientais pode ter em uma comunidade? **Respostas pessoais.**



Ilustrações: Site de Educação da Unesco/ONU Olavo Costa/DEB

- Após o debate sobre o plano de ações elaborado pela turma, é interessante tentar colocá-lo em prática. Para isso, é necessário contar com o apoio da administração escolar e de toda a comunidade. A implementação desse projeto instiga o protagonismo e a responsabilidade dos estudantes, ao propor que se tornem agentes de transformação da realidade rumo a um modo de vida mais sustentável.

DE OLHO NA BASE

A realização de projetos coletivos é um recurso pedagógico que, além de proporcionar o acesso a diferentes conhecimentos, dá condições aos estudantes de exercer suas competências. Esse tipo de atividade promove, portanto, a habilidade **EF09CI13**, ao trabalhar a proposição de 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. Além disso, desenvolve, especificamente, as competências gerais **7, 9 e 10**, ao possibilitar que os estudantes argumentem com base em fatos e informações confiáveis, pratiquem a escuta, a empatia e o diálogo e pensem em ações pessoais e coletivas com autonomia e responsabilidade, tomando decisões com base em princípios éticos e sustentáveis. Esse projeto possibilita ainda o desenvolvimento da competência específica **5**, no que se refere à promoção da consciência socioambiental.

AVALIAÇÃO

RESPOSTAS E COMENTÁRIOS

- As respostas dos estudantes vão depender dos resultados do projeto. Tendo em vista que, além dos ganhos conceituais, o projeto visa à proposição de iniciativas individuais e coletivas para a solução de problemas e à promoção da consciência socioambiental, observe se os estudantes se sentem sensibilizados pelos problemas ambientais apontados pela comunidade e evidenciados na escola, se estão motivados a minimizá-los e se reconhecem a importância das ações coletivas para atingir os objetivos. Observe também o desenvolvimento de valores como a responsabilidade e o incentivo à autonomia e ao protagonismo dos estudantes.

Bibliografia

ATKINS, P.; JONES, L. *Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente*. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

O livro aborda os fundamentos da Química, de modo dinâmico e atual, incluindo as aplicações dessa ciência.

BELL, M. S. *Lavoisier no ano um*. São Paulo: Companhia das Letras, 2007.

Esse livro acompanha a carreira do renomado cientista para traçar a história da Química desde seus primórdios.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Base nacional comum curricular: educação é a base*. Brasília: MEC/SEB, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 17 mar. 2022.

A BNCC é um documento de caráter normativo que define o conjunto progressivo de aprendizagens essenciais a serem desenvolvidas pelos estudantes ao longo da Educação Básica.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. Conselho Nacional de Educação. *Diretrizes curriculares nacionais gerais da Educação Básica*. Brasília: MEC/SEB/Secadi/Dicei, 2013. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/julho-2013-pdf/13677-diretrizes-educacao-basica-2013-pdf/file>. Acesso em: 17 mar. 2022.

As DCN são normas obrigatórias para a Educação Básica que orientam o planejamento curricular.

BRASIL, N. I. do. *Sistema Internacional de Unidades*. Rio de Janeiro: Interciência, 2002.

Nesse livro, o Sistema Internacional de Unidades (SI) é apresentado detalhadamente, incluindo as unidades de base e derivadas e os prefixos SI com as unidades de uso, de acordo com as organizações internacionais e com o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro).

CAPRA, F. *A teia da vida*. 12. ed. São Paulo: Cultrix, 2010.

O livro mostra, de forma integrada, a biologia e a ecologia em nosso planeta.

CARVALHO, A. M. P. de (org.). *Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática*. São Paulo: Cengage Learning, 2004.

O livro traz pesquisas do Laboratório de Pesquisa e Ensino de Física da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (LaPEF) que foram testadas em escolas nos ensinos Fundamental e Médio.

CASTRO, A. *Dicionário de ciências: biologia e geologia*. Porto: Porto, 2001 (Coleção Dicionários Temáticos).

Essa obra de referência apresenta os conceitos fundamentais da Biologia e da Geologia, além de fotografias e esquemas explicativos.

CHASSOT, A. *A ciência através dos tempos*. São Paulo: Moderna, 2003.

O livro aborda o desenvolvimento do conhecimento humano ao longo da história, seus saberes e as relações entre ciência e tecnologia.

DELERUE, A. *Rumo às estrelas: guia prático para observação do céu*. 9. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 2004.

O guia ajuda o leitor a localizar e a identificar as principais estrelas e constelações do hemisfério Sul, além de apresentar algumas lendas associadas às estrelas.

DIAS, G. F. *Educação ambiental: princípios e práticas*. 9. ed. São Paulo: Gaia, 2010.

O livro traz informações básicas sobre educação ambiental e um histórico das atividades dessa área no mundo e ainda sugere atividades para sua prática.

FISHER, L. *A ciência no cotidiano: como aproveitar a ciência nas atividades do dia a dia*. Rio de Janeiro: Zahar, 2004.

O livro aborda, de forma divertida, como um cientista vê os acontecimentos do cotidiano.

GIESBRECHT, E. (coord.). *PEQ – Projetos de Ensino de Química: técnicas e conceitos básicos*. São Paulo: Moderna: Edusp, 1982.

A obra apresenta conceitos, técnicas e procedimentos básicos da Química experimental.

GRUPO DE REELABORAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA (Gref). *Física 1: mecânica*. 6. ed. São Paulo: Edusp, 2000.

Nesse livro, a mecânica é abordada com base em exemplos do cotidiano.

GRUPO DE REELABORAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA (Gref). *Física 2: física térmica/óptica*. 4. ed. São Paulo: Edusp, 1998.

O livro explica a termodinâmica com base em situações do dia a dia.

HARPER, J. L.; BEGON, M.; TOWNSEND, C. R. *Fundamentos em ecologia*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

A obra apresenta princípios da ecologia utilizando linguagem acessível e instigante.

HEWITT, P. G. *Física conceitual*. 9. ed. Rio de Janeiro: Bookman, 2002.

O livro traz conhecimentos conceituais da Física e também aplicações dessa ciência.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Atlas geográfico escolar*. 8. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2018.

A obra traz dezenas de mapas sobre temas variados, como biomas brasileiros, disponibilidade de água, diversidade ambiental, desigualdades socioeconômicas, entre outros.

KOTZ, J. C.; TREICHEL JR., P. *Química e reações químicas*. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1999. v. 1 e 2.

Esses dois volumes apresentam, entre outros assuntos, os princípios e as aplicações da Química e a reatividade de elementos químicos e seus compostos.

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

A obra enfatiza a necessidade de se obter um conhecimento básico de Ciências e traz sugestões de atividades que visam dar ao leitor condições de usar tais conhecimentos para compreender problemas complexos de diferentes áreas do saber.

LIDE, D. R. *CRC Handbook of Chemistry and Physics*. 77. ed. Boca Raton: CRC Press, 1997.

Essa obra de referência para o ensino de Química apresenta tabelas de dados e recomendações internacionais atuais sobre nomenclaturas, símbolos e unidades.

LUCCI, E. A.; BRANCO, A. L. *O Universo, o Sistema Solar e a Terra*. São Paulo: Atual, 2019.

O livro trata das descobertas do ser humano a respeito dos astros, do Universo e do Sistema Solar e comenta aspectos ligados a nosso planeta.

MARIANO, J. B. *Impactos ambientais do refino de petróleo*. Rio de Janeiro: Interciência, 2005.

Essa obra tem por objetivo apresentar e discutir os principais impactos sobre o meio ambiente decorrentes da operação das refinarias de petróleo.

MERGULHÃO, M. C.; VASAKI, B. N. G. *Educando para a conservação da natureza: sugestões de atividades em educação ambiental*. 2. ed. São Paulo: Educ, 2002.

Esse livro traz uma importante contribuição à metodologia de educação ambiental, por meio do relato de experiências pioneiras em educação não formal.

MICHEL, R. *Grandes experimentos científicos*. Rio de Janeiro: Zahar, 1997.

Nesse livro, o leitor encontra cerca de quarenta experimentos de diversos cientistas, desde o século III a.C. até o século XX.

MOURÃO, R. R. de F. *A astronomia na época dos descobrimentos*. São Paulo: Lacerda, 2000.

O livro é resultado de uma vasta pesquisa sobre o papel da astronomia nas viagens e nas conquistas dos navegadores portugueses e espanhóis. Aborda também a importância das culturas árabe e judaica no desenvolvimento da ciência náutica na época das chamadas Grandes Navegações.

MOURÃO, R. R. de F.; GOLDKORN, R. B. O. *Dicionário enciclopédico de astronomia e astronáutica*. 2. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1995.

Completo dicionário escrito em linguagem clara e direta, é também um valioso instrumento de consulta, por sua qualidade e abrangência.

OKUNO, E.; VILELA, M. A. C. *Radiação ultravioleta: características e efeitos*. São Paulo: Livraria da Física, 2005.

Esse livro aborda a radiação ultravioleta e integra a coleção "Temas Atuais em Física", uma série de livros de divulgação científica realizada em parceria com a Sociedade Brasileira de Física (SBF).

PIAGET, J. *Epistemologia genética*. 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

Esse livro procura mostrar não só como os seres humanos, sozinhos ou em conjunto, constroem conhecimentos, mas também os processos e as etapas que nos permitem fazer isso.

REECE, J. B. et al. *Biologia de Campbell*. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015.

A obra reúne extensa gama de conhecimentos das diversas áreas que compõem as Ciências Biológicas.

RIDPATH, I. *Guia ilustrado Zahar de astronomia*. Rio de Janeiro: Zahar, 2007.

O guia reúne informações sobre a história da astronomia, a formação do Sistema Solar, as constelações e os maiores desafios da cosmologia no início do século XXI.

RODITI, I. *Dicionário Houaiss de Física*. Rio de Janeiro: Objetiva, 2005.

A obra apresenta definições e dados relevantes de forma clara e concisa, cobrindo a linguagem da Física contemporânea em diferentes áreas.

RONAN, C. A. *História ilustrada da ciência: das origens à Grécia*. 2. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 2001.

O livro apresenta um panorama geral do desenvolvimento da ciência e do pensamento científico em todo o mundo, desde tempos antigos até os dias atuais, passando por todas as ciências puras e as principais civilizações científicas.

SAGAN, C. *Cosmos*. Rio de Janeiro: Gradiva, 2009.

O livro reúne alguns dos conhecimentos mais avançados sobre a natureza, a vida e o Universo.

THIS, H. *Um cientista na cozinha*. 4. ed. São Paulo: Ática, 1999.

Essa obra apresenta a cozinha como um grande e divertido laboratório científico.

VANIN, J. A. *Alquimistas e químicos: o passado, o presente e o futuro*. São Paulo: Moderna, 2004 (Coleção Polêmica).

O livro mostra a capacidade que a química confere ao ser humano de transformar materiais e de viver em um mundo melhor. Da química do ser humano primitivo ao progresso da fase moderna, as etapas envolveram mentes, conhecimentos e intenções.

Fontes da internet

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (Aneel). Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br>. Acesso em: 19 abr. 2022.

O portal disponibiliza informações e serviços sobre o mercado de energia elétrica voltados para as empresas de geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia e também para os consumidores finais.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCMBUSTÍVEIS (ANP). Disponível em: <http://www.anp.gov.br>. Acesso em: 19 abr. 2022.

O portal divulga dados e informações sobre a indústria de petróleo e gás natural, incluindo pesquisas sobre a qualidade dos combustíveis e lubrificantes e sobre o comportamento dos preços desses produtos.

ANIMAL DIVERSITY WEB. Disponível em: <http://animaldiversity.org/>. Acesso em: 19 abr. 2022.

O banco de dados *on-line* (em inglês), organizado pelo Museu de Zoologia da Universidade de Michigan (EUA), traz informações sobre a história natural, a distribuição e classificação e a biologia da conservação de milhares de espécies de animais. Inclui fotografias, cliques de áudio e um museu virtual.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO ALUMÍNIO (Abal). Disponível em: <http://www.abal.org.br/>. Acesso em: 19 abr. 2022.

O site aborda e discute assuntos pertinentes à indústria do alumínio.

DEPARTAMENTO DE ASTRONOMIA. Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br>. Acesso em: 19 abr. 2022.

Nesse site, é possível acessar conteúdos diversos sobre astronomia, como a história dessa ciência, os planetas extrassolares, a escala do Universo, entre outros.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). Disponível em: <http://www.embrapa.br>. Acesso em: 19 abr. 2022.

O site da Embrapa, que é vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, apresenta notícias, projetos, cursos e eventos referentes ao setor agropecuário.

HILDEBRAND, J. H.; BENESI, H. A.; MOWER, L. M. Solubility of iodine in ethylalcohol, ethylether, mesitylene, p-xylene, 2,2-dimethylbutane, cyclohexane and perfluoro-n-heptane. *Journal of the American Chemical Society*, v. 72, n. 2, p. 1017-1020, 1950. Disponível em: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ja01158a096>. Acesso em: 19 abr. 2022.

O artigo aborda a solubilidade do iodo em diversos compostos.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 19 abr. 2022.

No portal do IBGE, órgão responsável por coletar e divulgar informações geográficas e estatísticas do território brasileiro e sua população, é possível consultar resultados de pesquisas sobre diversos temas e áreas, como meio ambiente, saúde, educação, mercado de trabalho, atividades agropecuárias, entre outros.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (Ibama). Disponível em: <https://www.ibama.gov.br>. Acesso em: 19 abr. 2022.

O site reúne notícias, informações e publicações relativas à atuação do órgão responsável por implementar e fiscalizar políticas públicas de proteção ambiental.

INSTITUTO DE ASTRONOMIA, GEOFÍSICA E CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Disponível em: <http://www.iag.usp.br/astro>. Acesso em: 19 abr. 2022.

O site disponibiliza informações sobre graduação, pós-graduação, pesquisa, cultura e extensão do Instituto de Astronomia da USP.

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Disponível em: <http://www.ib.usp.br>. Acesso em: 19 abr. 2022.

O site apresenta informações sobre graduação, pós-graduação, pesquisa e cultura e extensão do Instituto de Biociências da USP.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (Inpe). Disponível em: <http://satelite.cptec.inpe.br>. Acesso em: 19 abr. 2022.

O site do instituto, que é vinculada ao Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovações, apresenta dados sobre clima, previsões do tempo, informações sobre queimadas, entre outros conteúdos.

INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY (Iupac). Disponível em: http://old.iupac.org/reports/periodic_table/. Acesso em: 19 abr. 2022.

Página com a Tabela Periódica atualizada pela Iupac.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br>. Acesso em: 19 abr. 2022.

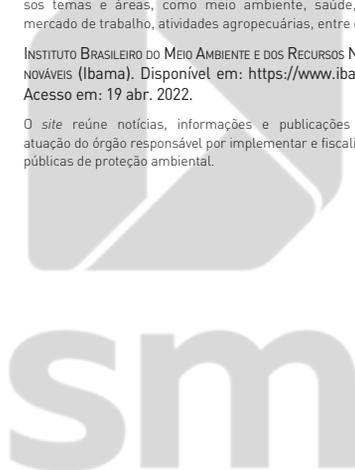
O site traz diversas informações, publicações, vídeos e notícias referentes ao ministério.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL (ONU BR). Disponível em: <http://www.onu.org.br>. Acesso em: 19 abr. 2022.

O site apresenta as agências especializadas das Nações Unidas e os fundos e programas que elas desenvolvem no país.

Revista *Química Nova na Escola*. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online>. Acesso em: 19 abr. 2022.

O site abriga as edições da revista, que visa subsidiar o trabalho, a formação e a atualização da comunidade brasileira do ensino de Química.



sm



sm



2 1 1 8 1 9

ISBN 978-65-5744-742-0



2 900002 118193