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

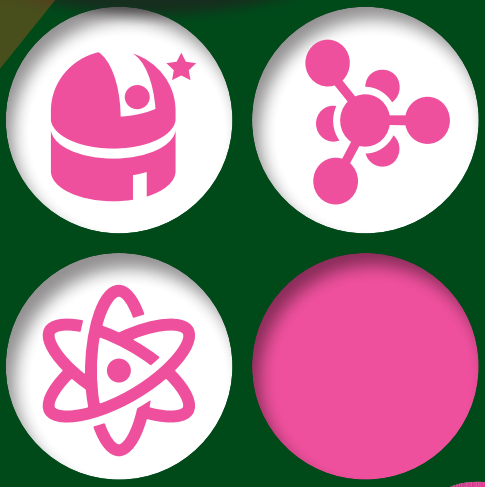
EDITORA RESPONSÁVEL:
Kelly Cristina dos Santos

MATERIAL DE DIVULGAÇÃO.
VERSÃO SUBMETIDA À AVALIAÇÃO.
Código da coleção: 0196P21203
Código da obra: 0196P21203133

DIÁLOGO

CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

O UNIVERSO DA CIÊNCIA E A CIÊNCIA DO UNIVERSO



Área do conhecimento:
Ciências da Natureza e suas Tecnologias

MODERNA

MODERNA

DIÁLOGO

CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

O UNIVERSO DA CIÊNCIA E A CIÊNCIA DO UNIVERSO

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

Editora responsável:
Kelly Cristina dos Santos
Licenciada e Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Mestre em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Atua como editora de livros didáticos.

Área do conhecimento:
Ciências da Natureza e suas Tecnologias

MANUAL DO PROFESSOR

1ª edição

São Paulo, 2020

MODERNA

MODERNA

Elaboração dos originais:

Kelly Cristina dos Santos
Licenciada e Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Mestre em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Atua como editora de livros didáticos.

Éverton Amigoni Chinellato
Licenciado em Física pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Atuou como professor de Física em escolas da rede pública de ensino e atualmente é professor de Física em escolas da rede particular de ensino.

Rafael Aguiar da Silva
Licenciado e Bacharel em Química pela Universidade Norte do Paraná (Unopar).
Atua como professor de Química em escolas da rede particular de ensino.

Marissa Kimura
Bacharel em Química pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Mestre em Bioenergia pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Atua como editora de livros didáticos.

Ana Carolina N. dos Santos Ferraro
Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Mestre em Patologia Experimental pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Atua como editora de livros didáticos.

André Luis Delvas Fróes
Bacharel em Física pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).
Mestre em Física pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).
Doutor em Ciências pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).
Atuou como professor de Física e Matemática em instituições particulares de Ensino Superior.

Marcela Yaemi Ogo
Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Especialista em Biologia Aplicada à Saúde pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Especialista em Análise e Educação Ambiental em Ciências da Terra pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Atua como professora de Biologia em escolas da rede pública de ensino.

Vanessa S. Michelan
Licenciada e Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Especialista em Ensino de Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Mestre em Genética e Biologia Molecular pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Atua como professora de Biologia em escolas da rede pública de ensino.

Projeto e produção editorial: Scriba Soluções Editoriais
Edição: Leonel Delvai Favalli, Kelly Cristina dos Santos, Maira Dias Balestri
Assistência editorial: Felipe Revoredo Benatti, Kaio Fukahori, Priscila Boneventi Pacheco
Colaboração técnico-pedagógica: Francine Mendonça Nóbrega, Jeferson Felix da Silva, Maria Carolina Bittencourt Gonçalves, Rodrigo Uchida Ichikawa
Gerência de produção: Camila Rumiko Minaki Hoshi
Projeto gráfico: Daniel Messias, Dayane Aparecida Barbieri Ferreira
Capa: Daniela Cunha
Ilustrações: Otávio dos Santos, Daniela Cunha, A-spring/Shutterstock, IhorZigor/Shutterstock
Gerência de arte: André Leandro Silva
Edição de arte: Cynthia Sekiguchi, Keithy Mostachi
Diagramação: Ana Rosa Cordeiro de Oliveira, Daniela Cordeiro de Oliveira
Supervisão de editoração eletrônica: Luiz Roberto Lúcio Correa
Preparação de texto: Equipe Scriba
Revisão de texto: Equipe Scriba
Pesquisa iconográfica: Alessandra Roberta Arias
Tratamento de imagens: Johannes de Paulo

Coordenação de *bureau*: Rubens M. Rodrigues
Pré-impressão: Alexandre Petreca, Everton L. de Oliveira, Marcio H. Kamoto, Vitória Sousa
Coordenação de produção industrial: Wendell Monteiro
Impressão e acabamento:

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

Diálogo : ciências da natureza e suas tecnologias : manual do professor / organizadora Editora Moderna ; obra coletiva concebida, desenvolvida e produzida pela Editora Moderna ; editora responsável Kelly Cristina dos Santos. -- 1. ed. -- São Paulo : Moderna, 2020.

Obra em 6 v.
Conteúdo: O universo da ciência e a ciência do Universo -- Vida na Terra : como é possível? -- Terra : um sistema dinâmico de matéria e energia -- Energia e sociedade : uma reflexão necessária -- Ser humano : origem e funcionamento -- Ser humano e meio ambiente : relações e consequências

1. Biologia (Ensino médio) 2. Ciências (Ensino médio) 3. Física (Ensino médio) 4. Química (Ensino médio) I. Santos, Kelly Cristina dos.

20-37390 CDD-373.19

Índices para catálogo sistemático:

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

Cibele Maria Dias - Bibliotecária - CRB-8/9427

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

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

1 3 5 7 9 10 8 6 4 2

MODERNA

SUPLEMENTO PARA O PROFESSOR

Atualmente, os estudantes têm acesso a muitas informações, provenientes de diversas fontes. Diante disso, é fundamental a presença do professor como um orientador capaz de incentivar os estudantes a utilizar essas informações na construção do conhecimento científico e relacionar esse conhecimento a situações do cotidiano.

Elaboramos esse suplemento para ajudá-lo nesse aspecto, explicitando como as habilidades e competências da BNCC estão sendo trabalhadas, além de sugerir dicas e ferramentas de avaliação para sua atuação em sala. Você também encontrará sugestões de leituras de textos e de atividades que visam complementar as aulas, contribuindo de forma eficaz para o processo de ensino-aprendizagem.

MODERNA

SUMÁRIO

A estrutura da coleção V

O Livro do estudante V

O suplemento para o professor VII

O Ensino Médio IX

O estudante do Ensino Médio IX

O professor X

O pensamento computacional XI

Promoção da saúde mental dos estudantes XIII

Como a escola pode contribuir na promoção da saúde mental dos estudantes? XIII

A Base Nacional Comum Curricular na etapa do Ensino Médio XIV

As áreas do conhecimento XIV

Competências gerais, competências específicas e habilidades XV

Temas contemporâneos transversais XVI

Fundamentos teórico-metodológicos XVII

Metodologias ativas XIX

Sala de aula invertida XIX

One minute paper (Papel de um minuto) XX

Rotação por estações XX

Debate XX

Seminário XXI

Jigsaw (Quebra-cabeça) XXI

Gallery walk (Caminhada na galeria) XXII

Sorting strips (Tiras de classificação) XXII

Think-pair-share (Pensar-conversar-compartilhar) XXII

Fishbowl (Aquário) XXIII

Quick writing (Escrita rápida) XXIII

Turn and talk (Vire e fale) XXIII

Four corners (Quatro cantos) XXIII

Polling (Sondagem) XXIII

Avaliação XXIV

A avaliação e o trabalho do professor XXIV

Avaliação e prática pedagógica XXIV

Uma prática constante XXIV

Instrumentos de avaliação diversificados XXV

A avaliação nesta coleção XXV

Competências, habilidades e conteúdos desenvolvidos neste volume XXVII

Sugestões de cronogramas XXX

Orientações, sugestões e respostas para cada unidade XXXII

UNIDADE 1 Ciências da Natureza XXXII

CAPÍTULO 1 Do místico ao racional XXXIII

CAPÍTULO 2 A produção do conhecimento científico XXXVI

CAPÍTULO 3 A Ciência moderna XLIII

UNIDADE 2 Como tudo começou... XLVIII

CAPÍTULO 1 Formação do Universo XLIX

CAPÍTULO 2 Organizando a matéria LIV

CAPÍTULO 3 Organização dos elementos químicos LXI

CAPÍTULO 4 A Terra no Universo LXVI

CAPÍTULO 5 Teorias sobre a origem da vida LXX

UNIDADE 3 A Terra e o Universo LXXVIII

CAPÍTULO 1 Os astros no Universo LXXIX

CAPÍTULO 2 Movimentos na Terra LXXXVII

CAPÍTULO 3 A vida na Terra XCIII

CAPÍTULO 4 Substâncias e misturas CIII

Referências bibliográficas complementares comentadas CX

MODERNA

A ESTRUTURA DA COLEÇÃO

Esta coleção destina-se a estudantes e professores do Ensino Médio e está organizada em seis volumes temáticos independentes e não sequenciais. Cada volume é dividido em unidades, que por sua vez apresentam temas, proporcionando uma organização prática dos conteúdos, para que assim o professor possa desenvolver um trabalho dinâmico e variado ao longo do Ensino Médio.

A cada unidade, os estudantes mobilizam conhecimentos dos componentes curriculares **Biologia**, **Química** e **Física**, reconhecendo suas inter-relações e ligações com o cotidiano, a fim de desenvolver habilidades, competências específicas e competências gerais propostas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

A organização da coleção foi pensada de modo a possibilitar diferentes planejamentos, de acordo com o projeto pedagógico de cada escola e, principalmente, com as necessidades de aprendizagem específicas em cada contexto escolar.

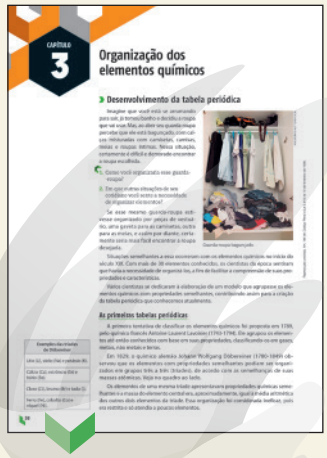
Veja a seguir como estão organizados o **Livro do estudante** e o **Suplemento para o professor**.

O Livro do estudante

Páginas de abertura de unidade

Cada unidade se inicia com duas páginas de abertura, que apresentam imagens e texto relacionados aos conteúdos abordados. Além de despertar o interesse, esses recursos contextualizam e aproximam os conteúdos do cotidiano dos estudantes.

As questões dessas páginas incentivam os estudantes a refletir sobre a imagem e o texto e a expressar os conhecimentos prévios que têm acerca dos conteúdos que serão estudados.



Conteúdo

Os temas de cada capítulo se iniciam, preferencialmente, com situações contextualizadas e reflexões que, além de incentivar os estudantes a ter uma postura ativa no processo de aprendizagem, buscam uma aproximação entre os conteúdos e o cotidiano.

Além disso, os recursos e atividades sugeridos ao longo dos capítulos permitem aos estudantes trocar ideias e estabelecer relações entre os conhecimentos científicos e seu cotidiano, contribuindo para o desenvolvimento das habilidades e competências da BNCC.

Boxe complementar

Apresenta informações a respeito de alguns assuntos abordados nos capítulos, despertando o interesse dos estudantes e contribuindo para a complementação dos conteúdos. Além disso, as questões desse boxe incentivam os estudantes a refletir sobre os temas abordados e, muitas vezes, a estabelecer relações com seu cotidiano.

Atividades

Seção em que são propostas atividades com o objetivo de aprofundar os conteúdos abordados, incentivando os estudantes a recorrer aos conhecimentos científicos para analisar, investigar, formular e resolver problemas. As atividades dessa seção também procuram estabelecer conexões com outras áreas do conhecimento, favorecendo a integração de saberes.

MODELO

Investigue

Nessa seção, os estudantes são convidados a investigar fenômenos e propriedades por meio do desenvolvimento de atividades práticas investigativas. Assim, eles têm a oportunidade de levantar hipóteses, desenvolver procedimentos, manipular materiais, observar e analisar resultados e trocar ideias com os colegas, tornando-se agentes ativos no processo de aprendizagem.

Trocando ideias

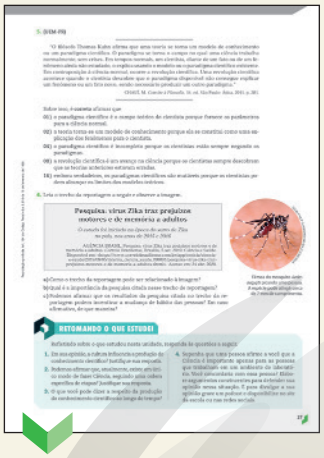
A partir de uma breve contextualização referente ao tema abordado na página, esse boxe incentiva a troca de ideias entre os estudantes por meio de atividades em duplas ou grupos, envolvendo discussões, debates, troca de experiências pessoais, entre outras estratégias. Além disso, as atividades incentivam os estudantes a divulgar os resultados obtidos.

Dica

Boxe que apresenta informações importantes para os estudantes compreenderem os conteúdos, como conceitos de diferentes áreas, dicas que visam facilitar a execução das atividades, orientações relacionadas a cuidados em atividades práticas, entre outras.

Vocabulário

Boxe que apresenta o significado de alguns termos destacados nos textos, com objetivo de auxiliar os estudantes na compreensão dos conteúdos.



Retomando o que estudei

Essa seção tem o objetivo de incentivar os estudantes a fazer uma autoavaliação da aprendizagem e a retomar conceitos estudados. Dessa forma, eles realizam uma sistematização dos conceitos essenciais, auxiliando o professor a identificar as principais dúvidas e dificuldades da turma.

Ser consciente

Seção presente no final de cada unidade, aborda temas abrangentes, atuais e que permitem aos estudantes relacionar o conteúdo científico a questões sociais e aos temas contemporâneos transversais da BNCC, mobilizando conteúdos dos componentes curriculares **Física**, **Química** e **Biologia**.

Ampliando seus conhecimentos

Seção com sugestões de livros e filmes que abordam as temáticas principais tratadas no volume. As sugestões são apresentadas no final de cada volume e vêm acompanhadas de uma sinopse.

Siglas

Seção que apresenta os significados das siglas utilizadas no volume.

Respostas

Seção que apresenta aos estudantes as respostas e orientações de questões de provas oficiais e de atividades de múltipla escolha. Além disso, os estudantes podem consultar a resolução de atividades que envolvem cálculos.

Referências bibliográficas comentadas

Apresenta ao final de cada volume as principais obras utilizadas para consulta e como referência na produção das unidades do **Livro do estudante**.

CÓPIA

O suplemento para o professor

O livro do professor impresso é composto pelo **Livro do estudante**, com comentários e respostas das atividades, e pelo **Suplemento para o professor**, este dividido em duas partes: a primeira contém pressupostos teóricos e metodológicos que fundamentam a coleção, descrição e orientações sobre as seções e estrutura de conteúdos, bem como suas relações com a BNCC, além de quadros de distribuição dos conteúdos de **Ciências da Natureza e suas Tecnologias**; já a segunda parte apresenta orientações para o professor página a página. Além das versões impressas, cada volume conta com um videotutorial, cujo objetivo é auxiliar professores e estudantes a trabalhar algum tema de maior relevância.

Conheça a seguir as características das orientações página a página do **Suplemento para o professor** impresso.

Objetivos da unidade
No início de cada unidade são destacados os principais **objetivos** que os estudantes devem alcançar ao trabalhar os conteúdos da unidade.

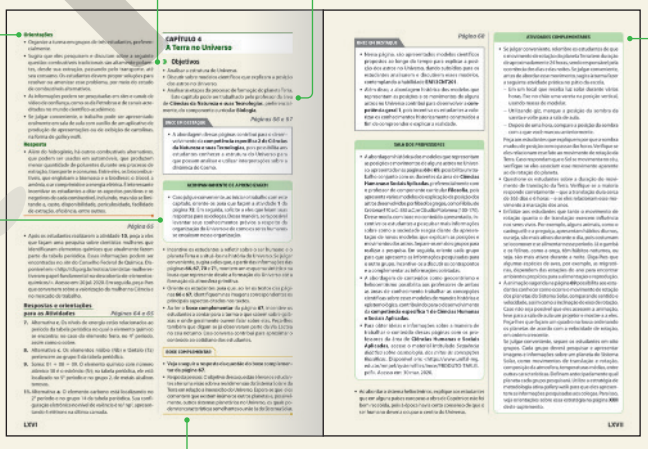
Justificativas
Além disso, são apresentadas as habilidades da BNCC que serão desenvolvidas e trabalhadas na unidade.

Respostas
As respostas das questões de páginas de abertura, boxes e seções encontram-se em boxes como esse.

Destaques da BNCC
No decorrer das unidades são destacadas e comentadas algumas relações entre o que é abordado no **Livro do estudante** e as propostas da BNCC.

Objetivos do capítulo
No início de cada capítulo são apresentados seus objetivos.

Em parágrafos como esse, você encontra sugestões de trabalho preferencial com relação aos componentes curriculares (**Física**, **Química** e **Biologia**).



Orientações página a página
Orientações e informações complementares importantes durante o desenvolvimento dos conteúdos, bem como atividades e seções encontram-se em tópicos referentes às páginas do **Livro do estudante**.

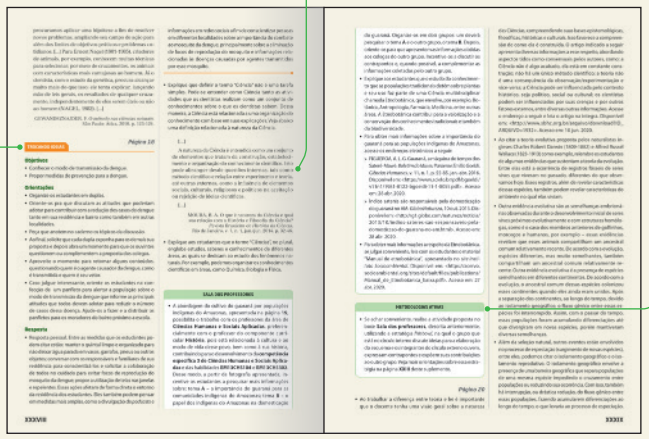
Atividades complementares
Apresenta sugestões de atividades que podem ser trabalhadas em sala para complementar os assuntos.

Acompanhamento da aprendizagem
Apresenta sugestões de estratégias de avaliação para que o professor verifique a aprendizagem dos estudantes em momentos oportunos.

Boxe complementar
Apresenta orientações e as respostas para o **boxe complementar** presente no **Livro do estudante**.

MODERNA

No decorrer do desenvolvimento dos conteúdos, sempre que oportuno, são apresentadas citações que enriquecem e fundamentam o trabalho com o conteúdo proposto.

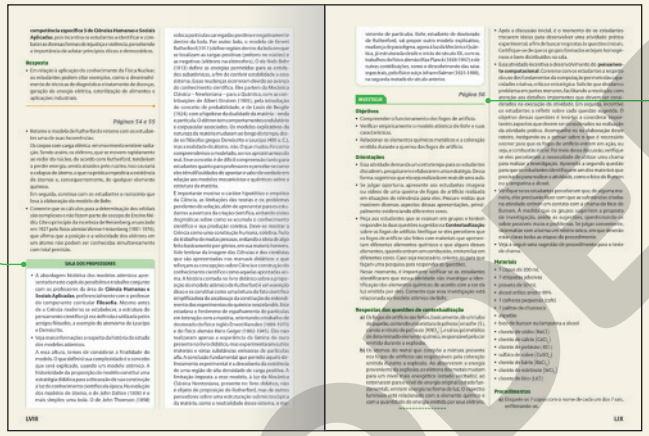


Trocando ideias

Dá sugestões para orientar os estudantes durante o trabalho em grupo e discute os temas sugeridos nessa seção, além da orientar a divulgação das discussões.

Metodologias ativas

Apresenta sugestões de abordagens por meio de estratégias de metodologia ativa, a fim de colocar os estudantes como protagonistas no processo de aprendizagem. Nas orientações gerais desse suplemento, o professor também encontra orientações sobre as principais estratégias de metodologia ativa sugeridas nesta coleção.



Sala dos professores

Em abordagens e atividades que permitem relações do conteúdo com outras áreas do conhecimento, você encontrará essa seção, que traz sugestões e subsídios para a construção de aulas em conjunto com professores de outras áreas do conhecimento, como **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**, **Linguagens** e **Matemática**.

Investigue

Contém sugestões para orientar os estudantes na elaboração e execução de atividades práticas investigativas, considerando-os protagonistas desse processo. Nas orientações, o professor encontra sugestões de atividades práticas roteirizadas.

Retomando o que estudei

Orienta os estudantes para que utilizem a seção **Retomando o que estudei** como ferramenta de avaliação, sugerindo diferentes estratégias, de acordo com o conteúdo trabalhado.

Respostas das atividades

Aqui você encontra respostas e resoluções das atividades que envolvem cálculos, assim como respostas e comentários das atividades de provas oficiais.

Ser consciente

Apresenta os objetivos da seção e orientações de como trabalhar com os estudantes, destacando as relações dos temas com o cotidiano e com os temas contemporâneos transversais da BNCC.

Nos últimos anos, o Ensino Médio no Brasil passou por uma reforma que instituiu novos parâmetros e diretrizes para esse segmento da educação. O objetivo dessas mudanças foi combater índices de evasão escolar, promovendo um ensino que atendesse às expectativas dos jovens em relação a seus projetos de vida pessoal e profissional e estivesse alinhado com as necessidades e os anseios desse público. Além disso, buscava-se ampliar o engajamento desses estudantes com os conteúdos, para que pudessem desenvolver maneiras autônomas de lidar com os desafios do mundo contemporâneo.

Com base nessas novas perspectivas educacionais, é necessário compreender o Ensino Médio como uma etapa de grande importância política e social, algo muito além do que apenas uma fase passageira na vida dos jovens. Na verdade, constitui-se como um momento fundamental de protagonismo e desenvolvimento pessoal. É nessa fase que os estudantes ampliam suas perspectivas culturais, convivendo em um espaço de ampla diversidade de ideias e opiniões, e desenvolvem suas capacidades de tomada de decisão, sendo o maior desafio aprender a fazer escolhas coerentes e alinhadas com seu projeto de vida.

Assim, é fundamental que a escola de Ensino Médio desenvolva uma atitude acolhedora das juventudes, estando preparada para os desafios que essa fase requer, principalmente quanto à formação profissional e à construção da cidadania dos jovens. Isso requer condutas que priorizem a construção da autonomia dos estudantes, que em breve estarão atuando na vida pública sem o acompanhamento de adultos. Desse modo, como podemos prepará-los para participar da sociedade de forma responsável?

> A experiência participativa representa uma das formas de os jovens vivenciarem processos de construção de pautas, projetos e ações coletivas. Além disso, a experiência participativa também é importante por permitir a vivência de valores, como os da solidariedade e da democracia, e o aprendizado da alteridade. O que significa, em última instância, aprender a respeitar, perceber e reconhecer o outro e suas diferenças. O exercício da participação pode ser, então, uma experiência decisiva para a vida dos jovens um efetivo contraponto – em uma sociedade que, ao se individualizar, enfraquece ideias, valores e práticas relacionadas à dimensão coletiva da vida social.
>
> BRASIL. Secretaria de Educação Básica. *Formação de professores do ensino médio, etapa I - caderno II*: o jovem como sujeito do ensino médio. Curitiba: UFPR/Setor de Educação, 2013. p. 46.

É no Ensino Médio que também ocorre a preparação mais intensa e aprofundada dos estudantes para os exames de larga escala, como o Exame Nacional do Ensino Médio (Enem). Esses exames contribuem para monitorar as redes de ensino, oferecendo soluções educacionais viáveis por meio de políticas públicas, pois fornecem inúmeros dados aos gestores.

Esta coleção dá diversos subsídios para auxiliar os estudantes na preparação para esses exames, entre eles o Enem. Na seção **Atividades**, por exemplo, apresentamos questões extraídas diretamente do Enem e de vestibulares atuais para que eles possam se familiarizar com o formato das provas fornecidas por essas instituições. As atividades da seção **Ser consciente**, por sua vez, buscam trabalhar aspectos como a interpretação de textos e imagens, análises críticas de diversos recursos e discussões que envolvem a atualidade. Além disso, há propostas de articulações interdisciplinares, com abordagens que podem contribuir para o desempenho dos estudantes em futuras avaliações.

O estudante do Ensino Médio

Existem diversas maneiras de conceituar a fase da juventude. Época de incertezas e definição identitária, por muito tempo a juventude foi compreendida como um período de passagem, uma etapa prévia da vida adulta, marcada por uma faixa etária delimitada. Porém, de acordo com o estudioso Juarez Dayrell (2016), as pesquisas mais atuais têm demonstrado que esse período deve ser compreendido como uma categoria socialmente construída, na qual os jovens se assumem como verdadeiros sujeitos, ou seja, possuem determinada origem familiar, estão inseridos em relações sociais, apresentam uma historicidade específica, movem-se por desejos e se constituem como seres ativos e produtores de conhecimento.

> A juventude constitui um momento determinado, mas que não se reduz a uma passagem. Ela assume uma importância em si mesma como um momento de exercício de inserção social, no qual o indivíduo vai se descobrindo e descortinando as possibilidades em todas as instâncias de sua vida, desde a dimensão afetiva até a profissional. Essa realidade ganha contornos próprios em contextos históricos, sociais e culturais distintos. As distintas condições sociais (origem de classe, por exemplo), a diversidade cultural (a cor da pele, as identidades culturais e religiosas, os diferentes valores familiares etc.), a diversidade de gênero e de orientação afetiva e até mesmo as diferenças territoriais se articulam para a constituição das diferentes modalidades de se vivenciar a juventude.
>
> DAYRELL, J. (Org.). *Por uma pedagogia das juventudes*: experiências educativas do Observatório da Juventude da UFMG. Belo Horizonte: Mazza Edições, 2016. p. 27.

MODERNA

Para que as relações possam ser fecundas e mutuamente respeitosas no ambiente escolar, uma opção interessante é investir no trabalho com as diversas manifestações culturais juvenis, ou seja, fazer da escola território de produção cultural da juventude, e não apenas um local de aprendizado de uma cultura externa ou "adulta". Nesse contexto, o jovem deve se identificar com as produções culturais com as quais convive, sentindo-se incluído e, principalmente, valorizado.

> Os jovens sujeitos do Ensino Médio nos trazem cotidianamente desafios para o aprimoramento de nosso ofício de educar. Entre esses desafios, encontra-se a difícil tarefa de compreensão dos sentidos os quais os jovens elaboram no agir coletivo, em seus grupos de estilo e identidades culturais e territoriais que, em grande medida, nos são apenas "estranhos" (no sentido de estrangeiros) e diferem de muitas de nossas concepções (adultas) de educação (escolar ou não), de autoridade, de respeito de sociabilidade "adequada" e produção de valores e conhecimentos.
>
> BRASIL. Secretaria de Educação Básica. *Formação de professores do ensino médio, etapa I - caderno II*: o jovem como sujeito do ensino médio. Curitiba: UFPR/Setor de Educação, 2013. p. 20.

Realizar esse trabalho de aproximação e valorização das culturas juvenis exige ainda mais do professor. A primeira etapa é passar a compreender o jovem como um sujeito de interlocução, com o qual podemos aprender e expandir nossos horizontes culturais. Essa aproximação requer uma flexibilidade por parte de professores, que muitas vezes terão de superar visões estereotipadas e superficiais sobre a juventude atual. Assim, deve-se partir do princípio de que os jovens não estão inseridos em uma cultura única. A juventude se constitui como categoria socialmente construída, que deve ser analisada com base no contexto de cada comunidade. Existem jovens, por exemplo, que já estão inseridos no mercado de trabalho e vivenciam a juventude de um modo bem diferente daqueles que têm mais tempo de lazer ou de estudo.

Compreender essas múltiplas culturas juvenis que permeiam o contexto escolar faz parte do processo de inovação que tem marcado o curso educativo nos últimos anos. Em vez de "transmitirmos os saberes" aos jovens, por que não trocarmos e compartilharmos, abrindo espaços e criando condições para que as culturas juvenis se expressem no ambiente escolar? Essas novas práticas compõem um caminho de construção coletiva do conhecimento. Sob esse ponto de vista, a aprendizagem passa a ser encarada como uma via de mão dupla, uma troca, e assim tende a criar um clima mais saudável e menos impositivo, sendo menos propício ao desenvolvimento de problemas indisciplinares e relações conflituosas.

O professor

Diante desses novos desafios educacionais, que envolvem inclusive o trabalho com metodologias ativas e tecnologias, o professor assume cada vez mais o papel de mediador das relações entre os estudantes e o conhecimento, orientando o caminho a ser adotado no processo de ensino-aprendizagem. Essa mediação ocorre de acordo com um planejamento bem definido das aulas, no qual são explicitadas as estratégias de engajamento e protagonismo dos estudantes. Supera-se a postura de um profissional meramente transmissor de informações e almeja-se uma conduta mais interativa e baseada na colaboração.

> O papel do professor é mais o de curador e de orientador. Curador, que escolhe o que é relevante entre tanta informação disponível e ajuda a que os alunos encontrem sentido no mosaico de materiais e atividades disponíveis. Curador, no sentido também de cuidador: ele cuida de cada um, dá apoio, acolhe, estimula, valoriza, orienta e inspira. Orienta a classe, os grupos e a cada aluno.
>
> MORÁN, J. Mudando a educação com metodologias ativas. In: SOUZA, C. A. de; MORALES, O. E. T. (Org.). *Convergências midiáticas, educação e cidadania*: aproximações jovens. Ponta Grossa: Foca Foto-PROEX/UEPG, 2015. v. 2. p. 24. (Coleção Mídias Contemporâneas).

Sabe-se que no Brasil as turmas de Ensino Médio são diversificadas, formadas por grupos de estudantes com diferenças nas formas de aprender. O processo de ensino-aprendizagem é complexo e envolve diversas dimensões da vida dos sujeitos. Knud Illeris (2013), por exemplo, descreve a aprendizagem em três dimensões: a de conteúdo, a de incentivo e a da interação. A dimensão de **conteúdo** envolve a aprendizagem cognitiva, relacionada aos conhecimentos que são internalizados. Já a dimensão de **incentivo** se relaciona às sensibilidades, ao equilíbrio mental e às motivações que instigam as pessoas no aprendizado. Por fim, a dimensão de **interação** está ligada à sociabilidade e à comunicação do indivíduo.

Desse modo, uma forma de o professor lidar com a diversidade em sala de aula é identificar em qual dimensão de aprendizagem estão as defasagens dos estudantes. Com esse diagnóstico, pode-se então desenvolver estratégias adequadas ao tipo de dificuldade específica apresentada por eles. Por exemplo, em casos de defasagem na dimensão de interação, o professor poderá desenvolver estratégias de trabalho em grupo e dinâmicas que exijam a troca de ideias. Quando o problema for em relação à dimensão de incentivo, ele poderá repensar as formas como aquele conteúdo instiga os estudantes e se relaciona com o cotidiano deles.

MODELO

Nesse sentido, sabe-se que não é fácil se adequar aos novos parâmetros que vêm sendo delimitados na educação no século XXI. Muitos professores vão precisar de um período de adaptação para renovar e implementar suas práticas. Para contribuir com esse processo, sugerimos a seguir algumas condutas que podem ser utilizadas durante o planejamento e as aulas com turmas do Ensino Médio.

- Observar os estudantes de modo personalizado, adequando desafios e propostas às características de cada um.
- Organizar planejamentos coletivos e individuais/personalizados para lidar com as turmas.
- Relacionar os temas à realidade próxima dos estudantes, problematizando as experiências vivenciadas e alinhando os conteúdos aos interesses da turma.
- Dar importância à significação dos conteúdos que serão trabalhados na turma.
- Propor constantemente atividades de autoavaliação, para que os estudantes possam refletir sobre suas atividades e seu aprendizado.
- Desenvolver flexibilidade para improvisar quando necessário e adequar as propostas metodológicas à realidade de cada turma.
- Acompanhar a evolução de cada grupo ou estudante, avaliando sob uma perspectiva processual.
- Evitar propostas que abordem capacidades meramente interpretativas e que não desafiem os estudantes a desenvolver sua criatividade e seu pensamento crítico.
- Inserir opiniões e sugestões dos estudantes no planejamento das atividades, considerando suas dificuldades e preferências.
- Capacitar os estudantes em determinadas atividades com as quais eles possam não estar acostumados, como a realização de uma pesquisa bem fundamentada ou a produção de um texto-síntese.
- Gerir o tempo de modo mais personalizado, observando os ritmos de aprendizagem específicos das turmas.
- Aderir a dinâmicas que alterem o posicionamento tradicional das carteiras em sala de aula, promovendo atividades em grupo ou em roda e explorando os diversos ambientes da escola.
- Propor trabalhos em grupos, para que os estudantes desenvolvam suas capacidades de expressão e socialização, permeando habilidades não apenas cognitivas e atitudinais, mas também socioemocionais.

O pensamento computacional

Vivemos em uma sociedade em que tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) são agentes de importantes transformações em diversos setores, como na economia, na cultura e na educação. Diante disso, pesquisadores de campos relacionados às políticas educacionais enfatizam a importância da implantação da programação e de conceitos oriundos da Ciência da computação no currículo escolar, uma vez que o trabalho realizado no âmbito dessa Ciência desenvolve capacidades relacionadas ao pensamento computacional, que, junto à leitura, à escrita e à aritmética, deveria ser uma das habilidades analíticas inerentes a cada indivíduo (RAABE, 2017).

Mas o que é pensamento computacional?

> [...]
>
> Pensamento computacional é uma forma para seres humanos resolverem problemas; não é tentar fazer com que seres humanos pensem como computadores. Computadores são tediosos e enfadonhos; humanos são espertos e imaginativos. Nós humanos tornamos a computação empolgante. Equipados com aparelhos computacionais, usamos nossa inteligência para resolver problemas que não ousaríamos sequer tentar antes da era da computação e construir sistemas com funcionalidades limitadas apenas pela nossa imaginação.
>
> [...]
>
> WING, J. Pensamento computacional: um conjunto de atitudes e habilidades que todos, não só cientistas da computação, ficaram ansiosos para aprender e usar. Tradução de Cleverson Sebastião dos Anjos. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, Ponta Grossa, v. 9, n. 2, maio/ago. 2006. p. 4. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/4711>. Acesso em: 2 abr. 2020.

Um dos eixos do currículo de referência em tecnologia e computação, do Centro de Inovação para a Educação Brasileira, é o pensamento computacional, o qual disserta sobre a resolução de problemas que envolvem tecnologias digitais considerando quatro pilares: decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmo (CIEB, 2018; BRACKMANN, 2017).

Decomposição: decompor o problema em problemas menores, conhecidos como subproblemas, mais fáceis de serem resolvidos.

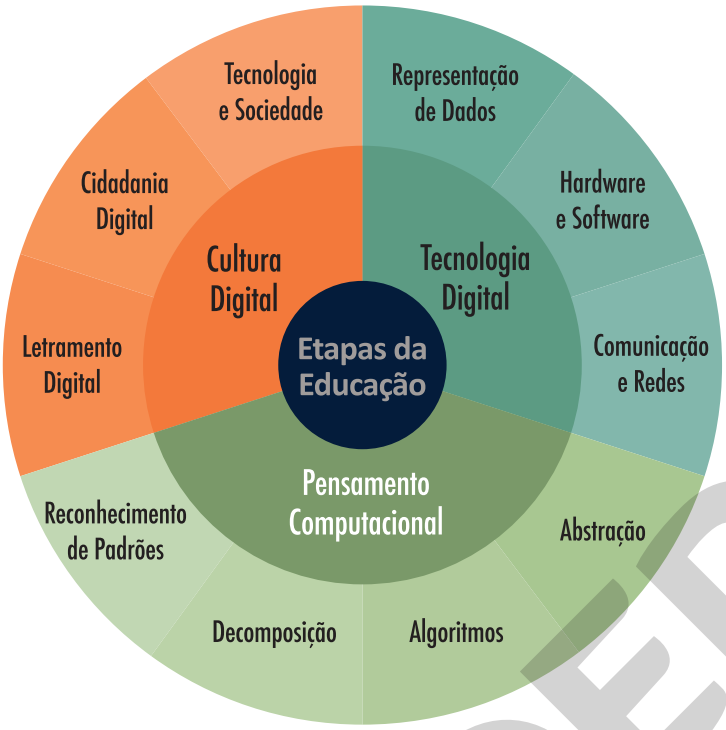
Reconhecimento de padrões: analisar os subproblemas individualmente, com o objetivo de reconhecer padrões e identificar características comuns que ajudem em sua resolução.

Abstração: filtrar, classificar e organizar as informações relevantes, ao considerar apenas os dados essenciais para a resolução do problema, e ignorar as informações irrelevantes, atingindo uma generalização dos padrões identificados.

Algoritmo: construção de estratégias ou instruções claras e ordenadas que auxiliem na resolução dos subproblemas e, consequentemente, na obtenção da solução do problema principal.

MODERNA

Para mais informações a respeito do currículo de referência em tecnologia e computação, acesse o *site* do Centro de Inovação para a Educação Brasileira (Cieb). Disponível em: <https://curriculo.cieb.net.br/assets/docs/Curriculo_de_Referencia_em_Tecnologia_e_Computacao.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2020.



Centro de Inovação para a Educação Brasileira. Disponível em: <https://curriculo.cieb.net.br/>. Acesso em: 30 mar. 2020.

Além disso, de acordo com a BNCC,

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

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Versão final. Brasília: MEC, 2018. p. 469. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 31 mar. 2020.

Como estratégia didática para o desenvolvimento do pensamento computacional, os conceitos relacionados à linguagem de programação podem ser utilizados de modo contextualizado, a fim de que os estudantes exercitem a aprendizagem e a autonomia para estabelecer relações com situações de seu cotidiano. O uso de simulações, *softwares* ou equipamentos específicos, por exemplo, podem levá-los a estudar determinados fenômenos reais que dificilmente seriam possíveis sem esses recursos.

Ademais, o trabalho com o pensamento computacional sem o auxílio de recursos tecnológicos, conhecido como pensamento computacional desplugado, ou *unplugged*, também pode ser abordado em sala de aula. Segundo Brackmann (2017), essa alternativa, por ser de fácil aplicação em diferentes realidades, foi pensada justamente com o intuito de atender às escolas públicas que não têm condições socioeconômicas para acessar computadores ou outras tecnologias. Nesse caso, o professor pode recorrer a abordagens lúdicas, como truques de mágica e competições entre os estudantes, bem como a objetos manipuláveis, como jogos (de tabuleiro, de cartas, de peças), livros, fichas, figuras e, até mesmo, ao próprio material escolar dos estudantes.

No Ensino Médio, ao trabalhar com abordagens que auxiliam no desenvolvimento do pensamento computacional, deve-se planejar o desenvolvimento das atividades propostas,

MODERNA

considerando diferentes perfis de estudantes, as características de cada turma, além de atentar aos recursos disponíveis no ambiente escolar e aos objetivos que se quer alcançar.

Nesta coleção, o pensamento computacional é incentivado nas atividades práticas investigativas, no registro e na análise de resultados e em atividades que envolvem a identificação e a solução de problemas.

Promoção da saúde mental dos estudantes

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), a adolescência é o período que vai dos 10 aos 19 anos. Nessa etapa da vida, vários fatores podem interferir nos comportamentos e na saúde mental dos indivíduos. Trata-se de um período de mudanças e descobertas, no qual o jovem constrói e reconstrói sua identidade. Fatores emocionais, associados às realidades social, econômica, histórica e cultural, tornam essa parcela da população mais vulnerável emocional e mentalmente.

Entre os problemas relacionados à saúde mental que mais afetam os jovens, de acordo com entidades internacionais, como a OMS, estão a violência familiar, o *bullying*, a depressão, a ansiedade e a dependência química.

Os casos de *bullying*, por exemplo, envolvem relações de poder e dominação que provocam violência psicológica e, muitas vezes, física, sem motivos aparentes. Em alguns casos, os indivíduos agressores recebem punição, mas é necessário promover um trabalho de conscientização para que esses jovens possam refletir sobre suas ações e analisar os impactos emocionais que elas acarretam para as vítimas. Os jovens que praticam *bullying* geralmente são atraídos por um imaginário preestabelecido de padrões de beleza, comportamento, consumo e configurações sociais. Por isso, as ações de combate a essa prática devem contribuir para a desconstrução de tais padrões e o respeito à diversidade.

Além disso, é preciso analisar o contexto familiar desses estudantes, que em muitos casos vivem em ambientes onde há violência e/ou negligência. Assim, torna-se imprescindível o papel da escola no cuidado com a saúde mental dos estudantes, combatendo ativamente todas as formas de discriminação e violência.

Para isso, são necessários programas para prevenir o *bullying* e qualquer outra forma de violência, além do abuso de substâncias nocivas. Esses programas devem ter a participação da escola, dos familiares, da comunidade e de profissionais, como psicólogos e psicopedagogos, resultando em uma equipe capaz de contribuir para detectar os sinais de problemas envolvendo a saúde mental dos estudantes e promover ações antes que haja consequências.

Como a escola pode contribuir na promoção da saúde mental dos estudantes?

A escola deve ser um espaço de disseminação do respeito e da proteção social dos jovens, em conjunto com a participação ativa das famílias. Nela, os estudantes podem ser organizados em grupos, a fim de possibilitar a troca de experiências em rodas de conversa mediadas por um psicólogo. Assim, os jovens tendem a se sentir mais à vontade para discutir e relatar sua realidade, compartilhando emoções e descobrindo os gatilhos que os fazem reagir com violência, ansiedade ou tristeza, por exemplo. Trata-se de uma oportunidade para trabalhar o autoconceito, a autoimagem e a autoestima dos estudantes.

Considere a possibilidade de a escola oferecer espaços em horários alternativos para que os estudantes realizem atividades fora da grade curricular comum, como esportes, artes, atividades de cuidado com o espaço escolar e com os colegas, oficinas de teatro, gincanas, competições e simulados. Nesses momentos, é importante incluir os estudantes de diferentes perfis, pois a convivência é essencial para desenvolver o respeito mútuo e a empatia, colaborando com a boa saúde mental de todos.

Atividades envolvendo atitudes solidárias contribuem para que os estudantes se coloquem no lugar de outras pessoas, desenvolvendo a empatia. Como exemplo, podem ser realizadas campanhas de coletas de produtos necessários em instituições sociais do município; ou, em sala de aula, eles podem elaborar objetos ou produtos que auxiliem pessoas em situação de vulnerabilidade social, entre outras ações.

Outras atividades podem, ainda, envolver o futuro dos estudantes, identificando os potenciais de cada um, com um olhar para a construção de um projeto de vida. Mostrar que suas atitudes hoje influenciam o futuro é uma forma de incentivá-los a refletir sobre suas escolhas e opções. A escola, então, tem o papel de ajudá-los a ultrapassar as dificuldades, com atividades que envolvam a autoestima, o autoconhecimento e o autocuidado.

O professor deve ficar atento a sinais que denotem mudança de comportamento dos estudantes e que demandem encaminhamento para avaliação da equipe composta por profissionais que cuidam da saúde mental. Essas ações contribuem para prevenir transtornos. Para isso, é importante conversar com a administração da escola sobre a possibilidade de promover eventos de formação continuada relacionados à saúde mental.

MODERNA

A BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR NA ETAPA DO ENSINO MÉDIO

A BNCC é o documento que estabelece os principais conhecimentos, competências e habilidades que os estudantes devem desenvolver em cada etapa da Educação Básica (Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio).

Como forma de substituir o currículo do Ensino Médio isolado em componentes curriculares, para essa etapa, a BNCC apresenta as aprendizagens essenciais distribuídas por áreas do conhecimento. Assim, para cada área são definidas competências específicas que se relacionam diretamente com habilidades da área. Essa estrutura constitui a formação geral básica que, segundo as Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio (DCNEM),

> [...] é composta por competências e habilidades previstas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e articuladas como um todo indissociável, enriquecidas pelo contexto histórico, econômico, social, ambiental, cultural local, do mundo do trabalho e da prática social [...]

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Básica. Resolução nº 3, de 21 de novembro de 2018. Atualiza as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 22 nov. 2018. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-n-3-de-21-de-novembro-de-2018-51281310>. Acesso em: 30 abr. 2020.

Além de estabelecer que os conteúdos sejam apresentados por área (formação geral básica), a BNCC prevê, tendo como documento orientador as DCNEM, os itinerários formativos, em que os estudantes poderão escolher, por exemplo, formação técnica como maneira de complementar sua formação escolar. Veja o esquema a seguir.

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Versão final. Brasília: MEC, 2018. p. 469. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 31 mar. 2020.

Com essa estruturação, a BNCC do Ensino Médio articula-se às habilidades e competências do Ensino Fundamental, com o objetivo de consolidar, aprofundar e ampliar a formação integral dos estudantes, possibilitando assim a construção de uma sociedade mais justa e igualitária.

As áreas do conhecimento

O currículo do Ensino Médio deve ser elaborado por área e propõe um trabalho interdisciplinar e transdisciplinar. Isso implica em um currículo que integre não só os conteúdos

MODERNA

dos componentes de determinada área (interdisciplinaridade), mas também os de outras áreas, estabelecendo relações transdisciplinares. As áreas do conhecimento e seus respectivos componentes curriculares são assim divididos na BNCC:

Áreas do conhecimento	Componentes curriculares
Linguagens e suas Tecnologias	> Arte > Educação Física > Língua Inglesa > Língua Portuguesa
Matemática e suas Tecnologias	> Matemática
Ciências da Natureza e suas Tecnologias	> Biologia > Física > Química
Ciências Humanas e Sociais Aplicadas	> Filosofia > Geografia > História > Sociologia

Competências gerais, competências específicas e habilidades

As dez competências gerais da Educação Básica, previstas na BNCC, têm como principal objetivo formar cidadãos conscientes de seu papel na sociedade e que saibam agir de forma justa. Essas competências se desdobram em construção de conhecimentos, desenvolvimento de habilidades, valores e atitudes. São elas:

1 Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.

2 Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das Ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.

3 Valorizar e fruir as diversas manifestações artísticas e culturais, das locais às mundiais, e também participar de práticas diversificadas da produção artístico-cultural.

4 Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.

5 Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.

6 Valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências que lhe possibilitem entender as relações próprias do mundo do trabalho e fazer escolhas alinhadas ao exercício da cidadania e ao seu projeto de vida, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade.

7 Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.

8 Conhecer-se, apreciar-se e cuidar de sua saúde física e emocional, compreendendo-se na diversidade humana e reconhecendo suas emoções e as dos outros, com autocrítica e capacidade para lidar com elas.

9 Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro e aos direitos humanos, com acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, identidades, culturas e potencialidades, sem preconceitos de qualquer natureza.

10 Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários.

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Versão final. Brasília: MEC, 2018. p. 9. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 31 mar. 2020.

MODERNA

Para que os estudantes desenvolvam as competências gerais, é preciso que primeiro adquiram as aprendizagens essenciais de cada área por meio das habilidades, desenvolvendo também os princípios das competências específicas.

Esta coleção foi organizada de maneira a contemplar habilidades e competências específicas relacionadas à área do conhecimento, bem como as competências gerais propostas na BNCC. Tais relações estão presentes nas abordagens dos conteúdos, em textos, seções e atividades. No **Livro do estudante**, as relações entre as habilidades e/ou competências e os conteúdos da área estão destacadas em um quadro, de forma que tanto os estudantes quanto o professor possam verificar como esses elementos são desenvolvidos.

Temas contemporâneos transversais

Os **temas contemporâneos transversais** não são novidade nos documentos oficiais para a Educação Básica. Nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) de 1997, eram chamados de **temas transversais** e pressupunha-se que fossem incluídos nos currículos das escolas. Contudo, como os PCN não tinham caráter obrigatório e os seis temas listados não eram pautados em uma legislação ou norma específica, nem sempre essa inclusão acontecia no contexto escolar.

Com as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) de 2013, os Temas transversais receberam o nome de **eixos temáticos** ou **norteadores** e pressupunham que professores e estudantes escolhessem temas/assuntos afeitos ao componente curricular que desejassem estudar, contextualizando-os com outros. O trabalho interdisciplinar e transdisciplinar por meio de eixos temáticos tornou-se obrigatório, a fim de conduzir os estudantes na reflexão sobre a vida em sociedade.

Por conta da homologação da BNCC, em 2018, passaram a ser chamados de **temas contemporâneos** e tornaram-se uma referência obrigatória para a elaboração dos currículos. Em 2019, com a publicação do documento *Temas contemporâneos transversais na BNCC*, passaram a ser chamados de **temas contemporâneos transversais**. Essa mudança de nomenclatura é pautada na BNCC, que afirma:

> [...] cabe aos sistemas e redes de ensino, assim como às escolas, em suas respectivas esferas de autonomia e competência, incorporar aos currículos e às propostas pedagógicas a abordagem de temas contemporâneos que afetam a vida humana em escala local, regional e global, preferencialmente de forma transversal e integradora.
>
> BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Versão final. Brasília: MEC, 2018. p. 19. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 30 abr. 2020.

Na BNCC, os **temas contemporâneos transversais** foram distribuídos em seis áreas temáticas, conforme apresentado no quadro a seguir.

TEMAS CONTEMPORÂNEOS TRANSVERSAIS		
Ciência e tecnologia > Ciência e tecnologia	**Meio ambiente** > Educação ambiental > Educação para o consumo	**Economia** > Trabalho > Educação financeira > Educação fiscal
Multiculturalismo > Diversidade cultural > Educação para valorização do multiculturalismo nas matrizes históricas e culturais brasileiras	**Cidadania e civismo** > Vida familiar e social > Educação para o trânsito > Educação em direitos humanos > Direitos da criança e do adolescente > Processo de envelhecimento, respeito e valorização do idoso	**Saúde** > Saúde > Educação alimentar e nutricional

Os **temas contemporâneos transversais** não pertencem a uma área do conhecimento específica e devem ser abordados por todas de forma integrada e complementar, possibilitando aos estudantes entender melhor a sociedade em que vivem. Seguindo essa premissa e para orientar o professor no trabalho, esta coleção aborda os **temas contemporâneos transversais** por meio de recursos e atividades, tanto no **Livro do estudante** quanto no **Suplemento para o professor**. Essas abordagens percorrem as áreas do conhecimento e proporcionam aos estudantes refletir sobre o papel que exercem na sociedade, contribuindo para sua formação cidadã.

MODERNA

As Ciências Naturais (como a Biologia, a Física, a Química, a Astronomia e a Geologia) nos ajudam a compreender e a responder às questões sobre os fenômenos naturais que nos cercam. Dessa maneira, o ensino de Ciências da Natureza e suas Tecnologias deve se pautar na realidade próxima dos estudantes.

Os estudantes trazem consigo conhecimentos que construíram em sua vivência e geralmente se baseiam neles para tentar compreender e explicar os fenômenos naturais. No entanto, na maioria das vezes, eles precisam buscar outras informações para resolver os problemas do cotidiano. O ensino de Ciências da Natureza e suas Tecnologias deve contribuir para que os estudantes obtenham essas informações e estabeleçam as relações necessárias para conhecer o mundo que os cerca, resolver os problemas e opinar e intervir na realidade de maneira consciente.

Diante disso, o ensino de Ciências da Natureza e suas tecnologias deve pautar-se nas necessidades dos estudantes e em sua formação cidadã. Os estudantes devem ter uma postura ativa e crítica na construção de seu conhecimento. Para isso, deve-se romper com a ideia de um professor detentor do conhecimento, que passará a agir como mediador da aprendizagem, oportunizando questionamentos e a expressão de ideias e opiniões e incentivando a análise de situações.

A abordagem teórica e metodológica desta coleção tem como objetivo principal o desenvolvimento de competências e habilidades, por meio de diferentes modelos didático-pedagógicos.

Leia a seguir um trecho da BNCC, o qual trata da área das Ciências da Natureza.

> [...] No Ensino Médio, a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias propõe que os estudantes possam construir e utilizar conhecimentos específicos da área para argumentar, propor soluções e enfrentar desafios locais e/ou globais, relativos às condições de vida e ao ambiente. [...]
>
> BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular*. Ensino Médio. Brasília: Ministério da Educação. 2018. p. 470.

A área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do Ensino Médio busca a integração de diferentes áreas do conhecimento, entre elas os componentes curriculares **Biologia**, **Química** e **Física**. Para possibilitar esse trabalho, a coleção é dividida em seis volumes, separados em temas. No processo de ensino-aprendizagem de cada tema, os estudantes são motivados a mobilizar conhecimentos não só de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, como também de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas, de Linguagens e de Matemática e suas tecnologias.

Quando há grandes eventos naturais, descobertas científicas, estudos promissores, grandes epidemias e catástrofes ambientais, a sociedade, especialmente os jovens, tende a cobrar respostas imediatas. Cabe aos professores de Ciências da Natureza e suas Tecnologias a atualização constante e a didática adequada, capazes de responder as indagações dos estudantes, permitindo que eles construam o conhecimento concreto e crítico.

A abordagem desta coleção visa enfatizar as relações entre os contextos socioculturais, a história da Ciência e a experimentação. Na perspectiva sociocultural, a aprendizagem envolve a apropriação cultural, que depende de diferentes linguagens (internet, cultura digital, gráficos, tabelas e gêneros textuais diversos). É preciso lembrar que o jovem vive imerso em um mundo de signos, utilizados para construir significados. O tipo de ferramenta ou signo mediador regulará a forma como os conceitos são internalizados, o que se dá quando o sujeito constrói seus próprios significados sobre o mundo, associando-os a ideias de seu contexto sociocultural. A aprendizagem se estabelece quando os estudantes são capazes de abandonar uma visão concreta do mundo e passar a observá-lo de forma abstrata, generalizando o conceito estudado e aplicando-o na análise de diversas situações. É importante lembrar que eles ainda podem ter concepções alternativas, e cabe ao professor identificá-las e trabalhá-las individualmente.

A história da Ciência possibilita aos estudantes que conheçam os caminhos da Ciência, como ela se desenvolveu e de que forma os estudiosos elaboram suas teorias, das primeiras até chegarmos às atuais. Ela auxilia os estudantes a perceber que a Ciência se desenvolve com base em problemas e questionamentos que devem ser solucionados seguindo determinados passos. Assim, eles devem perceber que as descobertas ocorreram com dificuldades, dúvidas e equívocos. Essa visão pode contribuir para a formação de um indivíduo com potencial de análise reflexiva e analítica, percebendo que a Ciência é uma construção humana, dinâmica e mutável e que o conhecimento científico pode ser provisório, isto é, aberto a reformulações.

Um ponto fundamental nas Ciências da Natureza e suas Tecnologias é a experimentação, a qual permite aos estudantes vivenciar atividades práticas, colocando-se no papel central da construção do conhecimento, além de tornar as aulas mais dinâmicas e participativas. Nesta coleção, procuramos sugerir atividades práticas simples e acessíveis, que visam desenvolver conteúdos procedimentais e atitudinais. Os experimentos ou demonstrações podem ser realizados no início das aulas ou durante seu desenvolvimento. Com essas atividades, os estudantes podem desenvolver as etapas do método científico: observação, levantamento de hipóteses, elaboração de um plano de trabalho, montagem e coleta e análise de dados.

Para que esse ensino de Ciências da Natureza e suas Tecnologias seja efetivo, também é importante considerar a realidade próxima dos estudantes, incluindo suas vivências e experiências. Junto com as situações-problema, o uso de conhecimentos e experiências prévias pode incentivá-los a se tornar protagonistas no processo de ensino-aprendizagem.

MODERNA

O professor deve auxiliá-los a construir opiniões próprias e a se posicionar, desenvolvendo o raciocínio e uma postura crítica, por meio da argumentação. Todas essas capacidades proporcionam a formação integral dos estudantes como cidadãos atuantes e participantes das questões sociais relevantes.

Nesta coleção, utilizamos diferentes perspectivas teórico-metodológicas, pois entendemos que os professores precisam utilizar uma pluralidade de perspectivas teórico-práticas. Esse trabalho permite que sejam oferecidas aos estudantes abordagens variadas, dependendo do assunto e do campo do saber observados.

São oferecidas orientações de como desenvolver o pensamento acerca de Ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA).

A coleção integral como é aqui proposta contribui para que esse pensamento seja desenvolvido, visto que o ensino não é compartimentado, mas interdisciplinar.

> [...] A grande finalidade da educação em Ciências numa perspectiva CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente) é dar da Ciência uma visão integrada, relacionando-a com a Tecnologia e evidenciando os impactos que estas têm na Sociedade e no Ambiente, bem como a influência que a Sociedade/Ambiente tem no desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia. [....]
>
> FERNANDES, I. M. B.; PIRES, D. M.; DELGADO-IGLESIAS, J. Perspetiva Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente (CTSA) nos manuais escolares portugueses de Ciências Naturais do 6º ano de escolaridade. *Ciência e Educação*, v. 24, n. 4, out./dez. 2018. p. 876. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v24n4/1516-7313-ciedu-24-04-0875.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2020.

Para que o desenvolvimento do pensamento computacional seja adequado, é preciso que o docente seja capaz de identificar as carências dos estudantes, especialmente no conhecimento matemático e na linguagem. Os raciocínios lógico-matemático e linguístico são essenciais na formação desse cidadão. Por isso, defasagens desses conhecimentos podem comprometer sua aprendizagem.

O professor deve atuar como um mediador, auxiliando-os a fazer pesquisas de forma segura na internet, orientando-os a buscar informações cientificamente corretas e mostrando ferramentas mais simples, como áudios e vídeos, que podem ilustrar a construção do conhecimento. A presente coleção pode contribuir para esse trabalho, pois sugere a pesquisa na internet, bem como incentiva a visualização de textos e vídeos.

> [...] o PC [pensamento computacional], também, envolve a resolução de problemas, o pensar sistemas e a compreensão do comportamento humano, com base nos conceitos fundamentais da ciência da computação. [...]
>
> MARTINS, C; GIRAFFA, L. M. M. Gamificação, pensamento computacional e cultura maker: potencialidades advindas de estratégias docentes alinhadas à cultura digital. *In*: CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE DOCÊNCIA UNIVERSITÁRIA, 10., 2018, Porto Alegre. *Anais*... Porto Alegre: PUCRS, out./nov. 2018. Disponível em: <https://editora.pucrs.br/acessolivre/anais/cidu/assets/edicoes/2018/arquivos/210.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2020.

Assim, esta coleção apresenta alguns pilares. Veja abaixo.

Ferramentas	Recursos	Metas
> Integração de conhecimentos (Biologia, Química e Física) > Análise de situações > Experimentação > História da Ciência > Cultura digital > Divulgação científica > Ciência, tecnologia, sociedade e ambiente	> Imagens diversas (esquemas, ilustrações e fotografias) > Gêneros textuais diversos (textos de fontes diversas, reportagens, tirinhas, cartuns) > Tabelas > Gráficos > Mapas > Materiais diversos e acessíveis > Recursos audiovisuais (*sites*, vídeos)	> Desenvolvimento de habilidades e competências > Leitura e interpretação de textos e dados > Cidadania > Protagonismo no processo de ensino-aprendizagem > Desenvolvimento da alfabetização científica > Apropriação do método científico (observação, análise, levantamento e teste de hipóteses) > Argumentação e comunicação científica > Desenvolvimento do raciocínio lógico-matemático e do pensamento computacional > Desenvolvimento do raciocínio linguístico

MODERNA

Nas últimas décadas, o advento da tecnologia e as discussões envolvendo novos métodos de ensino têm gerado grandes desafios aos professores e às escolas. Estruturas de ensino tradicionais, nas quais professores transmitem conhecimentos aos estudantes, têm sido cada vez mais questionadas quanto a seu papel efetivo no processo de ensino-aprendizagem.

Nesse sentido, as metodologias ativas são uma forma de transformar essa realidade, engajando os estudantes e tornando o processo de ensino-aprendizagem mais significativo. As estratégias e metodologias ativas são ferramentas do processo de ensino-aprendizagem em que os estudantes são protagonistas da construção do conhecimento, tendo o professor como mediador para atingir um objetivo de aprendizagem de modo interativo, dinâmico, reflexivo e colaborativo.

Nesse tipo de abordagem, o professor deixa de ser o transmissor do conhecimento, passando a ser um mediador, ao planejar suas aulas com foco em orientar e incentivar os estudantes a explorar os conteúdos.

> As metodologias ativas dão ênfase ao papel protagonista do estudante, ao seu envolvimento direto, participativo e reflexivo em todas as etapas do processo, experimentando, desenhando, criando, com orientação do professor [...].
>
> MORAN, J. Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. In: BACICH, L; MORAN, J. (Org.). *Metodologias ativas para uma educação inovadora*: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018. p. 4.

As dez competências gerais propostas pela BNCC estão alinhadas a situações de aprendizagem que podem ser conduzidas por meio da aplicação de estratégias e metodologias ativas, incentivando o protagonismo dos estudantes e colocando-os como produtores efetivos de conhecimento. Assim, as competências visam à mobilização de conhecimentos com o intuito de atender às demandas cotidianas e também solucionar problemas sociais mais complexos, sempre conferindo aos estudantes um papel central e ativo nesse processo.

> [...]
>
> No novo cenário mundial, reconhecer-se em seu contexto histórico e cultural, comunicar-se, ser criativo, analítico-crítico, participativo, aberto ao novo, colaborativo, resiliente, produtivo e responsável requer muito mais do que o acúmulo de informações. Requer o desenvolvimento de competências para aprender a aprender, saber lidar com a informação cada vez mais disponível, atuar com discernimento e responsabilidade nos contextos das culturas digitais, aplicar conhecimentos para resolver problemas, ter autonomia para tomar decisões, ser proativo para identificar os dados de uma situação e buscar soluções, conviver e aprender com as diferenças e as diversidades.
>
> [...]
>
> BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Versão final. Brasília: MEC, 2018. p. 14. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 30 abr. 2020.

Ao empregar estratégias e metodologias ativas no processo de ensino-aprendizagem, os estudantes são incentivados a construir o conhecimento de modo integrado às necessidades de seu cotidiano. Nesse processo, é possível agregar o uso de recursos diversos, como o livro didático utilizado em sala de aula, os livros disponíveis na biblioteca e os recursos provenientes da tecnologia, como computador, celular, internet e plataformas digitais.

Considerando esse contexto, esta coleção busca explorar diferentes estratégias de metodologias ativas por meio de atividades que incentivem o protagonismo dos estudantes. Neste suplemento, você encontrará o boxe **Metodologias ativas**, que sugere como algumas estratégias podem ser aplicadas em determinados momentos da sequência didática. A seguir, explicamos algumas metodologias ativas que poderão ser utilizadas no decorrer da obra.

Sala de aula invertida

Na estratégia sala de aula invertida, os estudantes são orientados primeiro a estudar em casa, com base em materiais indicados pelo professor; depois, em sala de aula, tiram as dúvidas sobre o que estudaram previamente e fazem atividades de aplicação dos conteúdos. O modelo surgiu para aumentar o aproveitamento do tempo das aulas, utilizando-o para o esclarecimento de dúvidas e debates sobre o conteúdo.

A abordagem pode ser considerada um facilitador para estudantes que têm dificuldades em acompanhar a explicação do professor em sala de aula, pois, em casa, podem impor seu próprio ritmo ao aprendizado e levar as dúvidas para serem

MODERNA

discutidas em classe. Assim, o professor assume um papel de orientador e tutor no processo de aprendizagem.

Nessa estratégia, o professor pode utilizar recursos tecnológicos digitais, como vídeos, animações, simulações e aplicativos para orientar o estudo em casa. No entanto, é possível aplicar essa prática sem envolver tecnologias digitais, utilizando, por exemplo, o próprio livro didático.

One minute paper (Papel de um minuto)

One minute paper é uma estratégia em que, durante a explicação de um conteúdo ou ao final dela, o professor solicita aos estudantes que escrevam em um pedaço de papel, no período de um minuto, a resposta para uma pergunta. A técnica contribui para o desenvolvimento da agilidade e da habilidade de síntese.

A pergunta pode ter diversos objetivos, portanto a estratégia pode ser utilizada em diversos momentos da aula. Veja algumas possibilidades no quadro a seguir.

Momento da abordagem	Objetivo	Exemplo
Início da aula ou do trabalho com algum conteúdo.	Explorar os conhecimentos prévios dos estudantes.	O que você sabe sobre o aquecimento global?
Durante a aula ou durante a abordagem do conteúdo.	Verificar se os estudantes compreenderam o conteúdo estudado.	Explique o que é e dê um exemplo de fenômeno químico.
Ao final da aula ou após a abordagem dos conteúdos.	Identificar as dificuldades dos estudantes ou os pontos que não ficaram claros nos conteúdos estudados. Receber um retorno dos estudantes sobre determinadas atividades ou abordagens.	Em que parte da aprendizagem do conteúdo você teve mais dificuldade? O que você achou do experimento realizado?

Após reunir os papéis com as respostas dos estudantes, o professor deve lê-las e dar um retorno à turma sobre suas percepções gerais.

One minute paper também pode ser utilizado de maneira *on-line*, por meio de aplicativos diversos. A desvantagem dessa versão é que, dependendo do aplicativo escolhido, nem sempre é possível manter a anonimidade, que geralmente é apreciada pelos estudantes ao escreverem no papel.

Rotação por estações

A estratégia rotação por estações propõe o estudo de um conteúdo por meio de diferentes modos de aprendizagem. A prática consiste em organizar a turma em grupos que participam de um rodízio por um circuito de estações.

Cada estação deve propor um tipo de atividade sobre o tema da aula. Como a rotação por estações é uma prática que favorece o ensino híbrido, isto é, tanto *on-line* como *off-line*, é recomendável que ao menos uma das estações envolva o trabalho *on-line*. As estações devem ser independentes entre si e as atividades propostas em cada uma delas deve ter início, meio e fim. Cada grupo deve passar por uma estação durante dez ou quinze minutos – ou o tempo que for possível de acordo com a duração da aula – e seguir para a próxima.

É necessário reservar um tempo antes do início do rodízio, para que o professor possa explicar a dinâmica e tirar as dúvidas da turma, e também após a rotação de todos os grupos por todas as estações, para que seja feita uma sistematização do que foi trabalhado. Esse tipo de atividade desenvolve o trabalho colaborativo e a capacidade de se organizar e de resolver tarefas com agilidade.

Dependendo da quantidade de estudantes em sala, o professor pode adaptar a estratégia e, em vez de organizar os estudantes em grupos, circular em cada estação com a turma inteira.

Debate

O debate como atividade educacional tem como objetivo explicitar diferentes pontos de vista e favorecer o desenvolvimento de habilidades de argumentação. Entre as diversas estratégias que englobam as metodologias ativas, pode ser uma das mais abrangentes e adaptáveis.

Os estudantes devem analisar o tema escolhido reunindo argumentos fundamentados, indo além do senso comum. A atividade deve ser orientada de modo a estimular o desenvolvimento do pensamento crítico e a capacidade de posicionar-se diante de temas e situações.

Dicas para a organização de um debate

- O professor e os estudantes escolhem um tema.
- A turma é organizada em dois grupos de opiniões contrárias.
- Os estudantes devem pesquisar o assunto em fontes relevantes e confiáveis.
- Os estudantes podem organizar anotações para guiar seus argumentos e contra-argumentos.
- O professor apresenta as regras do debate.
- Os estudantes expressam seus argumentos seguindo as regras do debate.
- Ao professor cabe as funções de mediar e avaliar os argumentos apresentados.

Nesse tipo de estratégia, o professor deve cuidar para que as opiniões contrárias sejam respeitadas e os argumentos não sejam substituídos por ofensas. É importante lembrar que, embora em alguns debates seja determinado o lado vencedor, os objetivos das atividades que trabalham com essa estratégia são fundamentar pontos de vista e desenvolver a argumentação e a defesa de ideias, e não chegar a um consenso ou vitória.

Seminário

O seminário como estratégia de ensino consiste em um grupo de estudos para pesquisar e debater um ou mais temas que, posteriormente, podem ser apresentados por um ou mais estudantes sob a mediação de um professor.

É comum à prática escolar atribuir o nome seminário a qualquer apresentação feita por um estudante ou grupo que envolva um relato de caso ou resumos de artigos ou livros. No entanto, considerando as características dessa estratégia, é importante ressaltar que tais apresentações não devem ser identificadas dessa forma, pois seminário pressupõe um trabalho de pesquisa, coleta de dados, debate em grupo e apresentação de resultados que contribuam para a ampliação de ideias e a construção de conhecimentos.

Os seminários, geralmente, são organizados em duas etapas que envolvem tarefas tanto aos estudantes quanto ao professor.

	Etapa 1: Preparação	Etapa 2: Apresentação oral
Professor	Definir tema e objetivos, explicitando as justificativas para o trabalho. Recomendar bibliografia e orientar a importância de buscar fontes de pesquisa confiáveis.	Organizar as apresentações e estabelecer o debate e o diálogo crítico entre os integrantes. Avaliar o processo com foco na construção de conhecimento proporcionada pelo trabalho.
Estudantes	Realizar pesquisa de maneira crítica, reunindo dados e informações sobre o tema. Ler sobre o tema, debater e preparar a apresentação para a turma.	Expor oralmente o resultado das pesquisas e debates do grupo. Apresentar ao professor um trabalho escrito (relatório ou síntese). Disponibilizar-se para esclarecer eventuais dúvidas levantadas ou buscar respostas para elas.

Fonte de pesquisa: MALUSÁ, S.; MELO, G. F.; BERNARDINO JÚNIOR, R. Seminário: da técnica de ensino à polinização de ideias. In: LEAL, E. A.; MIRANDA, G. J.; CASA NOVA, S. P. de C. *Revolucionando a sala de aula*: como envolver o estudante aplicando as técnicas de metodologias ativas de aprendizagem. São Paulo: Atlas, 2017. p. 75.

Entre as habilidades desenvolvidas por meio do trabalho com seminários estão a comunicação, o planejamento, o trabalho em equipe, a pesquisa e a criticidade.

Jigsaw (Quebra-cabeça)

O *jigsaw* – ou quebra-cabeça, em português – é uma estratégia de aprendizagem cooperativa que se realiza com base na organização de grupos estruturados em etapas.

A técnica é composta de três etapas. Veja no esquema abaixo como ocorre cada uma delas.

1ª ETAPA • Grupos de base

Na primeira etapa, a turma deve se organizar em grupos de base. O professor deve dividir um texto ou conteúdo de acordo com a quantidade de estudantes de cada grupo. Portanto, se foram formados grupos de cinco integrantes, o conteúdo deverá ser dividido em cinco partes. O professor deve entregar uma parte do conteúdo ou texto a cada estudante e disponibilizar um tempo para que eles leiam a sua parte do assunto. É importante que os estudantes de cada grupo tenham acesso somente à sua parte do trabalho.

2ª ETAPA • Grupos de especialistas

Na segunda etapa, os grupos são reconfigurados para grupos de especialistas, ou seja, devem-se formar novos grupos, integrados apenas por estudantes responsáveis pelas mesmas partes do conteúdo, os quais devem debater o que compreenderam do fragmento sob responsabilidade deles.

ILUSTRAÇÕES: LAÍS GARBELINI

MODERNA

3ª ETAPA • Grupos de base

Grupo A **Grupo B** **Grupo C** **Grupo D** **Grupo E**

Na terceira e última etapa, os estudantes voltam para o seu grupo de base e explicam aos colegas no que consistem as partes discutidas nos grupos de especialistas. Durante a dinâmica, o professor deve circular entre os grupos e, se perceber que algum estudante está com dificuldades em se comunicar com a equipe, pode intervir auxiliando-o a se expressar.

Uma das principais características dessa estratégia é possibilitar um trabalho em grupo sem dispensar o trabalho individual. A dinâmica incentiva uma interdependência positiva na qual os estudantes se sentem responsáveis por sua própria aprendizagem e pela dos colegas.

Gallery walk (Caminhada na galeria)

A estratégia *gallery walk* desenvolve a habilidade de síntese e estimula a interação, o trabalho em equipe e a socialização do conhecimento. Nela, os estudantes exibem seus trabalhos em cartazes afixados nas paredes, como obras de arte em uma galeria. Em seguida, os estudantes circulam pela sala, observando os cartazes afixados, trocando informações entre si e refletindo sobre o tema proposto.

Há diversas possibilidades de condução dessa estratégia: trabalhos individuais apresentados enquanto a turma percorre a galeria em conjunto; circulação livre dos estudantes pela "galeria", colando nos cartazes notas adesivas com dúvidas ou sugestões; entre outras.

Essa dinâmica pode ser aplicada na apresentação, na revisão ou mesmo na avaliação de conteúdos. Cabe ao professor definir os objetivos e o tema a ser trabalhado, orientando os estudantes em relação à atividade. Durante o processo, o docente assume o papel de observador, deixando que os estudantes se organizem e orientando e intervindo somente se necessário. Ao final, é importante promover um debate geral com a turma ou fazer uma breve explanação sobre os trabalhos e o processo da *gallery walk*.

Sorting strips (Tiras de classificação)

Na estratégia *sorting strips*, trechos de informações ou conteúdos são separados em tiras de papel para serem organizados em sequência ou classificados em categorias.

Essa dinâmica auxilia a sistematização da aprendizagem de modo colaborativo, incentivando a troca de ideias entre os estudantes e possibilitando a discussão de ideias opostas, complementares ou sequenciais ao conteúdo das tiras.

A estratégia pode ser utilizada para trabalhar a compreensão de processos, o encadeamento de ideias e os métodos de classificação.

Think-pair-share (Pensar-conversar-compartilhar)

Think-pair-share é uma estratégia de aprendizagem cooperativa que consiste em pensar individualmente sobre uma questão ou problema levantado pelo professor, compartilhar o raciocínio individual com um colega e, em seguida, socializar com um grupo maior os pensamentos e conclusões aos quais a dupla chegou.

Essa estratégia favorece os estudantes que não se sentem à vontade em compartilhar suas opiniões ou conhecimentos com a turma ou com um grande grupo, pois podem pensar sozinhos e conversar com um colega sobre uma situação antes de se posicionar diante de um grupo maior.

Think

O professor apresenta o problema e o estudante reflete individualmente sobre a situação.

Pair

O estudante reúne-se com um colega para trocar percepções sobre a situação.

É interessante que as duplas sejam definidas antes da questão ser exposta, a fim de que as reflexões dos estudantes não sejam interrompidas para que eles encontrem um par.

Share

As duplas se unem em grupos maiores para compartilhar as conclusões a que chegaram após a discussão conjunta. O grupo discute todas as percepções e chega a uma nova síntese das ideias com base na discussão coletiva.

Em outro modelo de socialização, o professor pode pedir a algumas duplas que compartilhem suas conclusões com toda a turma.

ILUSTRAÇÕES: LAÍS GARBELINI

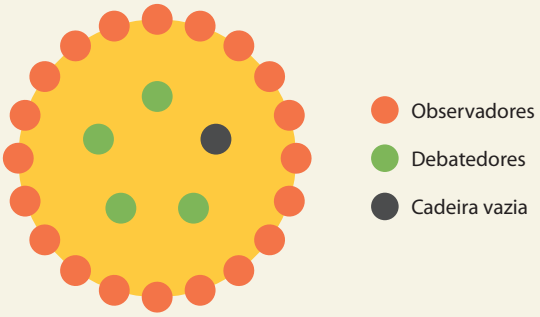
Essa estratégia desenvolve habilidades de oralidade e argumentação, além de incentivar os estudantes a ouvir e respeitar diferentes opiniões.

MODERNA

Fishbowl (Aquário)

Na estratégia *fishbowl*, um pequeno grupo de estudantes participa de uma discussão sobre determinado assunto ou conteúdo proposto pelo professor, enquanto o restante da turma observa e anota.

Para realizar essa dinâmica, as cadeiras da sala devem estar organizadas em dois círculos: um deles deve ser menor, cerca de cinco ou seis cadeiras, e ficar no centro; o outro deve ser maior, com a quantidade de cadeiras necessárias para acomodar o restante da turma.



LAÍS GARBELINI

Na dinâmica, o círculo interno é visto como um aquário, daí o nome *fishbowl*. Nele, sentam-se os estudantes que vão participar do debate. É importante que sempre haja uma cadeira vazia. Se o círculo formado tiver cinco cadeiras, por exemplo, apenas quatro estarão disponíveis. No círculo externo, ficam os estudantes que vão iniciar a atividade como observadores. Só os participantes do círculo interno podem se manifestar. Se um observador quiser acrescentar algo à discussão, ele deve se levantar, ocupar a cadeira vazia e então poderá participar. Nesse caso, a fim de manter uma cadeira vazia no círculo interno, um dos debatedores deve se voluntariar a se sentar na cadeira liberada pelo antigo observador. Fica à escolha do professor se todos os observadores deverão participar como debatedores ou não, em algum momento.

Essa estratégia promove a argumentação, o debate, a troca de experiências e o respeito ao direito e às opiniões dos colegas.

Quick writing (Escrita rápida)

Quick writing é uma estratégia que consiste em escrever uma resposta relacionada a um conteúdo em, no máximo, cinco minutos.

Essa dinâmica desenvolve a fluência na escrita e a capacidade de síntese. A pergunta é feita pelo professor e pode se relacionar tanto aos assuntos estudados como à vivência dos estudantes. É possível aplicar essa estratégia partindo de abordagens como: explicação de conceitos ou vocabulários de um texto, formulação de hipóteses ou inferências e explanação de conhecimentos prévios.

Turn and talk (Vire e fale)

Na estratégia *turn and talk*, o professor faz uma pergunta aos estudantes, que se viram para discutir a resposta com o colega ao lado. A dinâmica os auxilia a organizar suas ideias ao mesmo tempo em que compartilham e acolhem as contribuições dos colegas.

Não é necessário que o professor acompanhe as conversas, pois os objetivos principais dessa estratégia são: promover a interação, resgatar os conhecimentos prévios dos estudantes e desenvolver a oralidade, a argumentação e o respeito às opiniões diferentes.

Four corners (Quatro cantos)

Four corners, ou "quatro cantos", é uma estratégia que desenvolve a argumentação e a capacidade de se posicionar diante de uma questão.

Nessa dinâmica, o professor deve fazer uma pergunta com quatro possibilidades de resposta, que podem ser posicionamentos sobre algum tema, modos de resolver um problema, hipóteses sobre determinado conteúdo, entre outras opções. A turma deve ser avisada que os quatro cantos da sala de aula correspondem cada um a uma possível resposta para a questão. Então, os estudantes devem escolher o canto que acharem mais adequado e se encaminhar para ele. Quem tiver dúvidas ou não se identificar com nenhuma resposta, pode ficar no centro da sala. Assim, os estudantes que se posicionaram podem debater com os outros as razões de terem escolhido aquele canto. Caso alguém mude de ideia durante a discussão, é possível trocar de canto.

Além do exercício de argumentação e de tomada de decisão, essa estratégia também pode ser utilizada para formar grupos heterogêneos, pois evidencia a diversidade da turma.

Polling (Sondagem)

A estratégia *polling* consiste em solicitar aos estudantes que votem na resposta que consideram mais adequada a uma pergunta. Ela pode ser utilizada tanto como avaliação de um processo ou de uma atividade como para dinamizar aulas expositivas, levando os estudantes a responder a questões relacionadas ao conteúdo enquanto a aula é ministrada.

Nessas sondagens, as respostas dos estudantes podem indicar novos direcionamentos para o professor durante as aulas. A votação pode ser feita com os estudantes levantando as mãos ou utilizando placas coloridas para responder. Também é possível votar de modo *on-line*, com o auxílio de aplicativos, permitindo que a atividade seja realizada anonimamente.

MODERNA

A etapa escolar do Ensino Médio busca o desenvolvimento integral dos jovens estudantes. Os objetivos pedagógicos, portanto, de acordo com as orientações da BNCC, devem propiciar aos jovens o desenvolvimento de competências, não apenas no sentido do saber, mas principalmente do saber fazer. Desse modo, nesta coleção, os estudantes são envolvidos em situações de estudo que perpassam suas necessidades e interesses, ampliam seus conhecimentos e permitem a mobilização desses conhecimentos visando atender às demandas do mundo em que vivem.

A avaliação das aprendizagens desses estudantes, portanto, como parte indissociável do processo de ensino-aprendizagem, deve estar alinhada a esses objetivos na atividade escolar.

A prática avaliativa tem sido cada vez mais reconhecida por sua importância como auxiliar no trabalho do professor e por seu caráter legítimo na validação da condução didático-pedagógica. Desse modo, faz-se necessário compreender a essência de algumas modalidades de avaliação e implementá-las de acordo com os objetivos definidos para cada momento do processo de ensino-aprendizagem.

Avaliação diagnóstica

Toda avaliação tem caráter diagnóstico, pois tenciona obter informações sobre o conhecimento ou a aprendizagem dos estudantes. Essa é uma prática muito importante ao se iniciar um assunto, pois permite identificar seus conhecimentos prévios. Desse modo, é possível tomar decisões sobre seu planejamento de ensino, caso seja necessário complementá-lo ou resumi-lo.

Avaliação somativa

Em geral, é realizada ao final do estudo de um assunto ou período e pode utilizar diferentes tipos de instrumento. Fornece dados ou informações que sintetizam os avanços na aprendizagem dos estudantes em relação a determinado assunto ou período. Busca, de forma pontual e conclusiva, sintetizar e registrar os resultados verificados, com finalidade informativa ou classificatória.

Avaliação formativa

É parte integrante de todo o processo de ensino-aprendizagem, pois busca melhorias no processo em curso. Oferece subsídios que respaldam a interferência no processo de atuação do professor e aprendizagem dos estudantes, com vistas ao seu aprimoramento. Desse modo, permite a retomada de conceitos e temas, a revisão e o ajuste da prática pedagógica.

A avaliação e o trabalho do professor

Alguns fatores são fundamentais para que a prática avaliativa possa auxiliar de modo efetivo o professor em seu trabalho diário.

Avaliação e prática pedagógica

É possível observar casos de práticas avaliativas que se limitam a uma verificação, na maioria das vezes, resumida a notas, seguidas de progressão e certificação. Essas práticas, em geral, estão relacionadas a encaminhamentos pedagógicos em que o professor é um transmissor de conhecimento e o estudante, um mero receptor. Por outro lado, em algumas metodologias nas quais os estudantes assumem o protagonismo no processo de construção e ampliação de seu conhecimento, a avaliação preocupa-se mais com "como" os estudantes aprendem e menos com "o que" eles aprendem. Portanto, o acompanhamento das aprendizagens está intrinsecamente relacionado à opção teórico-metodológica escolhida, ou seja, o modo como se avalia diz muito sobre o modo como se ensina, e vice-versa.

Uma prática constante

A avaliação não deve ser estanque ou limitada a determinados momentos. Uma prova ao final do estudo de um conteúdo não é suficiente para obter todas as informações necessárias sobre a aprendizagem de cada estudante. Desse modo, é necessário que haja a diversificação de dinâmicas e instrumentos de avaliação, assim como o registro das informações que elas fornecem sobre o processo de aprendizagem, e os dados obtidos devem ser analisados e confrontados constantemente, a fim de embasar o prosseguimento do trabalho do professor.

Há diferentes maneiras de se registrar a trajetória dos estudantes em relação à sua aprendizagem. Muitos professores utilizam relatórios de observação diária, construção de portfólio ou mesmo comentários em um diário de aulas. Esses registros, individuais, de pequenos grupos ou de toda a turma, podem conter descrições ou conceitos que indicam o progresso ou as dificuldades dos estudantes. Com base nesses apontamentos, é possível decidir sobre a retomada de explicações, sugestões de leituras ou atividades paralelas, auxiliando o acompanhamento dos estudantes em relação aos objetivos de aprendizagem estabelecidos. Esse aspecto qualitativo da prática avaliativa exige do professor uma postura ativa, reflexiva e reguladora em relação ao processo de ensino-aprendizagem. E, portanto, é inevitável que a avaliação seja constante, estando inserida em diversos momentos desse processo.

MODERNA

Na próxima página, apresentamos um modelo de relatório que pode auxiliar no acompanhamento da aprendizagem dos estudantes. O modelo traz itens de verificação diferentes em cada linha a fim de exemplificar as várias possibilidades de aplicação desse documento. É possível utilizar os objetivos de aprendizagem do estudo de cada unidade ou outros propostos em seus planejamentos. Também é possível acompanhar o desempenho dos estudantes em relação a uma habilidade a ser desenvolvida. Outra alternativa é registrar os indicadores de aprendizagem obtidos por meio de determinada atividade proposta ao grupo ou individualmente. O campo de observações é muito importante para que comentários e lembretes de detalhes sejam registrados e auxiliem nas decisões tomadas com base nos relatórios.

Lembramos que esse relatório figura como modelo que pode (e deve) ser adaptado de acordo com as necessidades e com a realidade de trabalho de cada turma ou escola.

Instrumentos de avaliação diversificados

Independentemente do instrumento de avaliação que o professor decida utilizar, é fundamental que estejam bem definidos os objetivos que se quer atingir por meio deles. Obter indicadores da aprendizagem dos estudantes deve ser a essência de cada instrumento de avaliação elaborado pelo professor. Portanto, provas objetivas ou discursivas, seminários, produções de textos, sínteses de pesquisas, debates, dramatizações, produções de esquemas ou desenhos e trabalhos em grupo ou individuais estão entre as variações possíveis.

Para o professor, é preciso estar claro os objetivos de ensino a ser investigados em relação à aprendizagem dos estudantes, os quais devem receber toda e qualquer orientação possível sobre a dinâmica proposta, de modo que estejam conscientes a respeito de como e quando serão avaliados.

Mas por que a avaliação deve ter essa diversificação? Porque os estudantes são diferentes, aprendem de diversas maneiras e expressam-se também de maneiras distintas. Alguns têm mais facilidade em aprender ouvindo explicações, outros precisam ler textos, resumos ou esquemas. Há estudantes que demonstram o que sabem por meio de conversas ou debates, mas têm dificuldade de se expressar por meio da escrita. Enquanto alguns têm facilidade em compreender raciocínios lógico-matemáticos, outros demonstram destreza na produção de textos.

A variedade de estratégias, como dinâmicas em grupo, individuais ou de participação anônima, por exemplo, também são recursos que auxiliam no trabalho com grupos de diferentes perfis. O incentivo à socialização, a junção de grupos heterogêneos, a relevância dos temas de estudos e o envolvimento dos jovens também podem tornar eficaz o trabalho de professores e estudantes no processo de ensinar, aprender e avaliar.

A avaliação nesta coleção

A presente coleção apresenta oportunidades constantes de avaliação do processo de ensino-aprendizagem, privilegiando dinâmicas diversificadas.

Para tanto, ao longo das unidades temáticas, são apresentadas dinâmicas e atividades variadas, com a exploração de diversos recursos (textuais e imagéticos), ocasiões que permitem o acompanhamento do professor em relação à aprendizagem dos estudantes.

O professor também dispõe, neste suplemento, de diversas orientações com dicas pontuais, alinhadas aos objetivos de ensino e a uma avaliação formativa. Destacamos o boxe **Acompanhamento da aprendizagem**, que apresenta, em geral, orientações específicas sobre momentos de avaliação, com sugestões sobre como o professor pode obter informações a respeito da aprendizagem dos estudantes e as possibilidades de como melhor proceder estando de posse dessas informações.

A autoavaliação também é uma ferramenta que colabora coerentemente com o propósito de que os estudantes assumam o protagonismo no processo de formação do conhecimento. Ao final de cada unidade temática, sugerimos questões relacionadas às competências que buscamos desenvolver ao longo do estudo da unidade e que permitem a sistematização de conhecimentos, necessária para um bom desempenho em exames de larga escala. O professor pode acompanhar essa proposta por meio das orientações específicas apresentadas neste suplemento.

MODERNA

Modelo de relatório de acompanhamento da aprendizagem							
NOME DO ESTUDANTE							
Componente curricular			**Ano**		**Turma**		
Objetivos/habilidades ou atividades propostas	**Período letivo do registro**			**Apresentou progressos durante o período letivo indicado?**			
	NÃO consegue executar	**Executa com DIFICULDADE**	**Executa com FACILIDADE**	**SIM**	**NÃO**		
Conhecer e analisar modelos científicos que explicam a posição dos astros no Universo.							
(EM13CNT201) Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente.							
Pesquisar e analisar informações sobre os diferentes modelos que explicam as posições e os movimentos dos astros e discutir os contrapontos e como a sociedade reagiu diante da apresentação de cada modelo.							
OBSERVAÇÕES							

MODERNA

COMPETÊNCIAS, HABILIDADES E CONTEÚDOS DESENVOLVIDOS NESTE VOLUME

Os conteúdos abordados nesta coleção são distribuídos de maneira que os temas referentes aos componentes curriculares de **Biologia**, **Física** e **Química** para o Ensino Médio sejam contemplados de maneira articulada, constituindo a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

A sequência de conteúdos é proposta de acordo com a BNCC do Ensino Médio, de forma a contemplar todas as habilidades e competências específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias descritas nesse documento. Além disso, o trabalho com os temas é realizado de forma a desenvolver as competências gerais e os Temas contemporâneos transversais da BNCC do Ensino Fundamental, que continuam válidos para o Ensino Médio, além de possibilitar estabelecer relações com habilidades referentes à área de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas.

Veja a seguir um quadro que apresenta os principais conteúdos, habilidades, competências e temas contemporâneos transversais desenvolvidos em cada unidade e capítulo.

	Capítulo	Conteúdos e conceitos principais	Competências gerais e específicas	Habilidades	Temas contemporâneos transversais
Unidade 1	1	> A Ciências da Natureza ao longo do tempo; > A transição da mitologia para o pensamento racional; > Explicações mitológicas e científicas de um fenômeno; > A evolução do conhecimento científico e da Ciência.	> CG1; CG2; CG3; CG4. > CECNT3. > CECHSA1.	> EM13CNT201.	> Educação para valorização do multiculturalismo nas matrizes históricas e culturais brasileiras.
	2	> Métodos científicos elaborados ao longo do tempo: método científico indutivo, método cartesiano e método científico baseado na experimentação; > Bases do método científico atual; > Leis e teorias científicas; > O trabalho com hipóteses na experimentação.	> CG2; CG6; CG9; CG10. > CECNT1; CECNT3. > CECHSA3.	> EM13CHS104; > EM13CHS302; > EM13CNT301.	> Saúde; > Educação das relações étnico-raciais e ensino de história e cultura afro-brasileira, africana e indígena; > Diversidade cultural.
	3	> Da alquimia à química moderna; > A importância da contribuição feminina na Ciência; > História do desenvolvimento da bomba atômica.	> CG1; CG2; CG5; CG6; CG7; CG9; CG10. > CECNT3. > CECHSA5.	> EM13CNT201; > EM13CHS302; > EM13CNT304; > EM13CNT305.	> Trabalho.
Unidade 2	1	> A formação do Universo e a teoria do *Big Bang*; > A evolução do Universo desde o *Big Bang*; > Nascimento e evolução das estrelas; > Estrutura e classificação das estrelas; > Formação de sistemas planetários; > Formação dos buracos negros e das supernovas.	> CG1. > CECNT2.	> EM13CNT201; > EM13CNT204; > EM13CNT303.	
	2	> O estudo da matéria; > A estrutura de um átomo; > Origem dos elementos químicos; > Composição das estrelas; > Distribuição dos elementos químicos no Universo; > A estrutura do planeta Terra; > Composição de alguns planetas do Sistema Solar; > Teorias atômicas: Dalton, Thomson, Nagaoka, Rutherford, Bohr e a atual; > Níveis de energia dos átomos; > Relação entre os elementos químicos e os fogos de artifício.	> CG5; CG7. > CECNT1; CECNT2; CECNT3. > CECHSA5.	> EM13CNT201; > EM13CNT209; > EM13CNT304.	

MODERNA

	Capítulo	Conteúdos e conceitos principais	Competências gerais e específicas	Habilidades	Temas contemporâneos transversais
	3	> Origem das primeiras tabelas periódicas; > A tabela periódica atual e sua estrutura; > Classificação dos elementos químicos.	> CG1; CG2; CG4. > CECNT1.	> EM13CNT201.	
	4	> A estrutura do Universo; > A estrutura do Sistema Solar; > Modelos do sistema geocêntrico e heliocêntrico; > Movimentos de rotação e translação da Terra; > A estrutura e formação da Terra primitiva; > A atmosfera terrestre primitiva.	> CG1; CG2. > CECNT2. > CECHSA1.	> EM13CNT201; > EM13CNT209.	
	5	> Origem e geração da vida na Terra; > Teorias sobre a origem da vida na Terra e seus estudiosos: geração espontânea, Oparin e Haldane, Pasteur, Needham e Spallanzani e panspermia; > Processo de pasteurização; > Origem dos coacervados; > Origem das primeiras células; > Teoria heterotrófica e autotrófica; > Origem do Universo sob o olhar de diferentes culturas.	> CG1; CG2; CG3. > CECNT2.	> EM13CNT201.	> Diversidade cultural.
Unidade 3	1	> Movimento dos astros no Universo; > Movimento e repouso dos corpos; > Leis de Kepler, Newton e da gravitação universal; > Força, velocidade e deformação dos corpos; > Trânsito: a proteção do cinto de segurança.	> CG1; CG2; CG3; CG9; CG10. > CECNT2.	> EM13CNT201; > EM13CNT204; > EM13CNT301; > EM13CNT303; > EM13CNT306.	> Ciência e tecnologia; > Educação para o trânsito.
	2	> Ação da gravidade na Terra; > Aceleração gravitacional, tangencial e centrípeta; > Lançamento vertical, horizontal e oblíquo de corpos; > Tempo de reação.	> CG1; CG2; CG4; CG9. > CECNT2. > CECHSA1.	> EM13CNT204.	> Educação ambiental.
	3	> Transformação da Terra, do início à atualidade; > Atmosfera terrestre atual: composição e estrutura; > Água: importância para a vida na Terra e características; > Importância da luz solar para o planeta; > Gás oxigênio: importância e concentração na atmosfera primitiva e atual; > Criação sustentável: piscicultura; > A busca por vida em outros planetas; > Zona habitável do Universo; > Antigas e novas suposições de vida fora do planeta; > Equação de Drake.	> CG4; CG7; CG8; CG9. > CECNT2.	> EM13CNT201; > EM13CNT202.	> Educação ambiental; > Saúde; > Educação para o consumo.
	4	> Substâncias simples e compostas e suas propriedades; > Misturas homogêneas e heterogêneas; > Variação de temperatura de uma mistura durante aquecimento; > Separação de misturas: destilação simples, evaporação, destilação fracionada, peneiração, decantação, filtração, centrifugação, levigação, abanação, catação e separação magnética.	> CG1; CG2; CG3; CG4; CG6; CG7; CG9. > CECNT1; CECNT2; CECNT3. > CELT2; CELT6.	> EM13CNT101; > EM13CNT104; > EM13CNT106; > EM13CNT209; > EM13CNT301; > EM13CNT307; > EM13CNT309; > EM13CHS104; > EM13CHS204; > EM13CHS205; EM13CHS601.	> Educação das relações étnico-raciais e ensino de história e cultura afro-brasileira, africana e indígena; > Diversidade cultural.

MODERNA

Veja a seguir os textos das habilidades trabalhadas nesse volume.

EM13CNT101	Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.
EM13CNT104	Avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente, considerando a composição, a toxicidade e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para seus usos e descartes responsáveis.
EM13CNT106	Avaliar, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais, tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de energia elétrica, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais e culturais.
EM13CNT201	Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostas em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente.
EM13CNT202	Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como *softwares* de simulação e de realidade virtual, entre outros).
EM13CNT204	Elaborar explicações, previsões e cálculos a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como *softwares* de simulação e de realidade virtual, entre outros).
EM13CNT209	Analisar a evolução estelar associando-a aos modelos de origem e distribuição dos elementos químicos no Universo, compreendendo suas relações com as condições necessárias ao surgimento de sistemas solares e planetários, suas estruturas e composições e as possibilidades de existência de vida, utilizando representações e simulações, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como *softwares* de simulação e de realidade virtual, entre outros).
EM13CNT301	Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.
EM13CNT302	Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.
EM13CNT303	Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.
EM13CNT304	Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, neurotecnologias, produção de tecnologias de defesa, estratégias de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.
EM13CNT305	Investigar e discutir o uso indevido de conhecimentos das Ciências da Natureza na justificativa de processos de discriminação, segregação e privação de direitos individuais e coletivos, em diferentes contextos sociais e históricos, para promover a equidade e o respeito à diversidade.
EM13CNT306	Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e recursos, bem como comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental, podendo fazer uso de dispositivos e aplicativos digitais que viabilizem a estruturação de simulações de tais riscos.
EM13CNT307	Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano.
EM13CNT309	Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual em relação aos recursos não renováveis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais.
EM13CHS104	Analisar objetos e vestígios da cultura material e imaterial de modo a identificar conhecimentos, valores, crenças e práticas que caracterizam a identidade e a diversidade cultural de diferentes sociedades inseridas no tempo e no espaço.
EM13CHS204	Comparar e avaliar os processos de ocupação do espaço e a formação de territórios, territorialidades e fronteiras, identificando o papel de diferentes agentes (como grupos sociais e culturais, impérios, Estados Nacionais e organismos internacionais) e considerando os conflitos populacionais (internos e externos), a diversidade étnico-cultural e as características socioeconômicas, políticas e tecnológicas.
EM13CHS205	Analisar a produção de diferentes territorialidades em suas dimensões culturais, econômicas, ambientais, políticas e sociais, no Brasil e no mundo contemporâneo, com destaque para as culturas juvenis.
EM13CHS601	Identificar e analisar as demandas e os protagonismos políticos, sociais e culturais dos povos indígenas e das populações afrodescendentes (incluindo as quilombolas) no Brasil contemporâneo considerando a história das Américas e o contexto de exclusão e inclusão precária desses grupos na ordem social e econômica atual, promovendo ações para a redução das desigualdades étnico-raciais no país.

MODERNA

SUGESTÕES DE CRONOGRAMAS

Apresentamos, a seguir, uma proposta de cronograma que o professor pode utilizar para elaborar seu planejamento. No entanto, cabe ao professor decidir de que modo utilizar o livro didático como apoio pedagógico, seguindo critérios de seleção dos temas das unidades conforme o projeto pedagógico da escola, as condições de cada turma, a carga horária e a grade curricular. Da maneira como a coleção está estruturada, o professor tem autonomia pedagógica para decidir como vai proceder: quais unidades pretende ou não abordar, se serão trabalhadas no todo ou em partes, se vai seguir a ordem apresentada ou reagrupar as unidades pelos critérios organizativos que preferir, como fará as pontes entre as unidades dentro desses critérios etc.

Sugestão de cronograma semestral

Nesse caso, considerando que a duração do curso seja de 6 semestres, esse volume pode ser trabalhado em 1 semestre.

Sugestão de cronograma semestral	
Semana 1	Unidade 1 • Capítulo 1
Semana 2	Unidade 1 • Capítulo 2
Semana 3	Unidade 1 • Capítulo 2
Semana 4	Unidade 1 • Capítulo 3
Semana 5	Unidade 1 • Capítulo 3
Semana 6	Unidade 2 • Capítulo 1
Semana 7	Unidade 2 • Capítulo 1
Semana 8	Unidade 2 • Capítulo 1
Semana 9	Unidade 2 • Capítulo 2
Semana 10	Unidade 2 • Capítulo 2
Semana 11	Unidade 2 • Capítulo 2
Semana 12	Unidade 2 • Capítulo 3
Semana 13	Unidade 2 • Capítulo 4
Semana 14	Unidade 2 • Capítulo 4
Semana 15	Unidade 2 • Capítulo 5
Semana 16	Unidade 3 • Capítulo 1
Semana 17	Unidade 3 • Capítulo 1
Semana 18	Unidade 3 • Capítulo 1
Semana 19	Unidade 3 • Capítulo 2
Semana 20	Unidade 3 • Capítulo 3
Semana 21	Unidade 3 • Capítulo 3
Semana 22	Unidade 3 • Capítulo 3
Semana 23	Unidade 3 • Capítulo 4
Semana 24	Unidade 3 • Capítulo 4

Sugestão de cronograma trimestral

Nesse caso, considerando que a duração do curso seja de 9 trimestres, esse volume pode ser trabalhado em 1 trimestre e meio, ou seja, aproximadamente 14 semanas.

Sugestão de cronograma trimestral	
Semana 1	Unidade 1 • Capítulo 1
Semana 2	Unidade 1 • Capítulo 2
Semana 3	Unidade 1 • Capítulo 3
Semana 4	Unidade 2 • Capítulo 1
Semana 5	Unidade 2 • Capítulo 1
Semana 6	Unidade 2 • Capítulo 2
Semana 7	Unidade 2 • Capítulo 2
Semana 8	Unidade 2 • Capítulo 3
Semana 9	Unidade 2 • Capítulo 4
Semana 10	Unidade 2 • Capítulo 5
Semana 11	Unidade 3 • Capítulo 1

MODERNA

Semana 12	Unidade 3 • Capítulo 2
Semana 13	Unidade 3 • Capítulo 3
Semana 14	Unidade 3 • Capítulo 4

Sugestão de cronograma bimestral

Nesse caso, considerando que a duração do curso seja de 12 bimestres, esse volume pode ser trabalhado em 2 bimestres, ou seja, aproximadamente 16 semanas.

Sugestão de cronograma bimestral	
Semana 1	Unidade 1 • Capítulo 1
Semana 2	Unidade 1 • Capítulo 2
Semana 3	Unidade 1 • Capítulo 3
Semana 4	Unidade 2 • Capítulo 1
Semana 5	Unidade 2 • Capítulo 1
Semana 6	Unidade 2 • Capítulo 2
Semana 7	Unidade 2 • Capítulo 2
Semana 8	Unidade 2 • Capítulo 3
Semana 9	Unidade 2 • Capítulo 4
Semana 10	Unidade 2 • Capítulo 5
Semana 11	Unidade 3 • Capítulo 1
Semana 12	Unidade 3 • Capítulo 1
Semana 13	Unidade 3 • Capítulo 2
Semana 14	Unidade 3 • Capítulo 3
Semana 15	Unidade 3 • Capítulo 3
Semana 16	Unidade 3 • Capítulo 4

MODERNA

ORIENTAÇÕES, SUGESTÕES E RESPOSTAS PARA CADA UNIDADE

Neste tópico do **Suplemento para o professor**, serão apresentados os objetivos das unidades, bem como as justificativas da pertinência do trabalho com os temas dessas unidades e os conteúdos apresentados ao longo dos capítulos. Para os conteúdos trabalhados em cada capítulo, serão apresentados ao professor comentários e sugestões de atividade e de materiais complementares às informações apresentadas no **Livro do estudante**, assim como estratégias de avaliação e de metodologias ativas. Além disso, serão propostas sugestões de como o professor pode abordar e trabalhar o conteúdo das páginas de abertura das unidades. Dessa maneira, esse tópico fornece subsídios para o professor ministrar sua aula.

UNIDADE 1

Ciências da Natureza

Nessa unidade, são abordados conteúdos relacionados ao desenvolvimento da Ciência ao longo do tempo, apresentando as explicações místicas e mitológicas dos fenômenos naturais e ressaltando suas diferenças em relação às explicações científicas, baseadas em observações, formulação e testes de hipóteses e investigações. Além disso, será abordado o método científico, destacando sua importância e como ele pode ser aplicado. Outro papel significativo dessa unidade é mostrar aos estudantes que a Ciência é uma construção humana contínua, passível de alterações. Os estudantes também perceberão a importância da mulher no desenvolvimento científico, conhecendo a contribuição de muitas cientistas. Todas essas abordagens favorecem o trabalho com os componentes curriculares **Biologia**, **Química** e **Física**.

Objetivos da unidade

- Valorizar as explicações mitológicas desenvolvidas por diferentes povos ao longo do tempo e reconhecer sua importância.
- Analisar como são realizadas as investigações científicas.
- Diferenciar as investigações científicas e as explicações mitológicas.
- Aplicar etapas do método científico em atividades práticas de investigação científica.
- Reconhecer que o conhecimento científico é uma construção humana contínua, que ocorre com a participação de diversas pessoas, passível de mudanças.
- Valorizar a participação da mulher no desenvolvimento científico.

Justificativas

O tema dessa unidade e os conteúdos abordados em cada capítulo são relevantes para que os estudantes reconheçam a importância dos conhecimentos científicos a fim de compreender os fenômenos naturais ocorridos em nosso cotidiano, resolver problemas e se posicionar de forma crítica e consciente diante de questões relevantes da sociedade. A análise de algumas teorias propostas ao longo do tempo sobre aspectos importantes da evolução do conhecimento científico favorece o trabalho com a habilidade **EM13CNT201**.

Os estudantes também conhecerão e analisarão como são realizadas as investigações científicas, com destaque às etapas do método científico, abordagem que contribui para desenvolver as habilidades **EM13CNT201** e **EM13CNT301**.

Durante a análise do desenvolvimento do conhecimento científico, os estudantes conhecerão importantes contribuições científicas femininas, incentivando-os a derrubar paradigmas e preconceitos que afastam as mulheres da Ciência, o que favorece o trabalho com a habilidade **EM13CNT305**.

A partir dos temas abordados na unidade, os estudantes são incentivados a desenvolver a comunicação científica com o auxílio de diferentes meios, incluindo as tecnologias digitais, estratégia que contribui para desenvolver a habilidade **EM13CNT302**.

A reflexão sobre esses temas incentiva a valorização do conhecimento histórico construído ao longo do tempo por diferentes culturas, bem como dá subsídios para a elaboração de argumentos e a tomada de decisões responsáveis, contemplando as competências gerais e específicas de **Ciências da Natureza e suas Tecnologias** propostas pela BNCC, que serão destacadas nas orientações página a página.

Abertura da unidade *Páginas 12 e 13*

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem das páginas de abertura da unidade contribui para o desenvolvimento da **competência geral 1**, pois, por meio da apresentação dos trabalhos da física polonesa Marie Curie (1867-1934), incentiva os estudantes a valorizar os conhecimentos historicamente construídos sobre os mundos físico, social e cultural para entender e explicar a realidade e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva. Incentive-os a complementar as informações sobre o trabalho de Marie Curie fazendo uma pesquisa em grupo.
- Se achar conveniente, realize essa atividade com base na estratégia *gallery walk*. Veja mais orientações na página **XXII**. Para isso, peça a cada grupo que faça um cartaz contendo, resumidamente, as informações pesquisadas e cole esses cartazes em diferentes locais

MODERNA

da sala. Em seguida, os grupos deverão percorrer a sala de aula e observar os cartazes dos colegas, sanando as dúvidas que surgirem com os integrantes do grupo em questão.

- Caso não realize a atividade sugerida anteriormente, inicie o trabalho das páginas de abertura contando para os estudantes um pouco da história de vida da cientista polonesa Marie Curie e sua importante descoberta, que lhe rendeu dois prêmios Nobel. Maria Salomea Sklodowska, como era o seu nome de registro, nasceu em Varsóvia na Polônia, no ano de 1867. O pai de Marie era professor e sua mãe pianista. Incentivada por eles, em 1891, ela começou a cursar Física e Matemática na Universidade de Sorbonne, em Paris. Foi lá que ela conheceu o seu esposo, o professor de Física Pierre Curie, e passou a se chamar Marie Curie. Junto a seu esposo, Marie colaborava com as pesquisas sobre radioatividade natural e, em 1898, descobriram dois elementos químicos: o polônio (Po) e o rádio (Ra).

  Com essas descobertas, Marie Curie foi a primeira mulher a receber o Prêmio Nobel. Em 1903, ela e seu marido foram premiados com o Nobel de Física por pesquisarem sobre o fenômeno das radiações. Em 1911, Curie recebeu seu segundo Nobel, agora de Química, pela descoberta de novos elementos químicos: o rádio e o polônio. Dessa forma, ela se tornou a primeira pessoa a receber dois prêmios Nobel por seus trabalhos científicos.
- Para obter mais informações a respeito da vida de Marie Curie, caso julgue interessante, acesse e leia com os estudantes a matéria "Marie Curie, a polonesa mais brilhante da história" no *site* da revista *Superinteressante*. Disponível em: <https://super.abril.com.br/historia/marie-curie-a-polonesa-mais-brilhante-do-mundo/>. Acesso em: 16 maio 2020.
- Peça aos estudantes que conversem sobre a atuação das mulheres em diferentes profissões e incentive-os para que analisem os papéis sociais das mulheres antigamente e nas sociedades medievais. Veja mais informações no *site* do Centro de Pesquisa em Ciência, Tecnologia e Sociedade. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/177-mulheres-na-ciencia-no-brasil-ainda-invisiveis>. Acesso em: 29 jul. 2020.

METODOLOGIAS ATIVAS

- Após abordar o texto referente à cientista Marie Curie, inicie o trabalho com as questões propostas na abertura. Caso julgue interessante, realize a estratégia *think-pair-share*. Para isso, veja orientações sobre essa estratégia na página **XXII** deste suplemento. Em seguida, leia com os estudantes a primeira questão e oriente-os para que reflitam sobre as possíveis respostas. Depois, peça-lhes que formem duplas e conversem sobre as respostas que pensaram para cada uma das questões lidas pelo professor, compartilhando suas ideias e complementando as respostas um do outro.
- Peça às duplas que escrevam as respostas para cada questão em uma folha de caderno, que, ao final da atividade, será entregue a você. Com as respostas em mãos, verifique quais são as principais concepções dos estudantes sobre a construção do conhecimento científico, a importância do desenvolvimento da Ciência e a contribuição da Ciência para a sociedade.

Respostas

A Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é levar os estudantes a atentar para a relação entre Ciência e sociedade. Espera-se que eles reconheçam que há uma influência mútua entre elas. Assim, tanto a sociedade pode influenciar a construção do conhecimento científico como este pode influenciar o desenvolvimento da sociedade.

B Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é instigar os estudantes a refletir sobre a construção do conhecimento científico. Espera-se que eles reconheçam que esse conhecimento é produzido em diversas situações, que envolvem observação, investigação e teste de hipóteses, que muitas vezes ocorrem em ambientes fora dos laboratórios.

C Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é levar os estudantes a perceber como o conhecimento científico é social e historicamente construído. Espera-se que eles compreendam que o conhecimento científico é construído ao longo do tempo e é passível de mudanças. Sendo assim, o conhecimento produzido em épocas anteriores pode servir de base para estudos mais recentes, auxiliando, portanto, na construção da Ciência moderna.

CAPÍTULO 1
Do místico ao racional

Objetivos

- Analisar aspectos importantes da evolução do conhecimento científico.
- Evidenciar a relação entre Ciência e sociedade, percebendo que o conhecimento científico é construído ao longo do tempo como parte da experiência intelectual e social da humanidade.
- Analisar as influências do conhecimento científico para o desenvolvimento da sociedade.
- Compreender que o conhecimento é produzido com base em observações, investigações e testes de hipóteses.
- Reconhecer a Ciência como atividade humana e em constante evolução.

Esse capítulo pode ser trabalhado pelo professor da área de **Ciências da Natureza e suas Tecnologias**, preferencialmente do componente curricular **Física**.

PROIBIDA

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem dessas páginas contribui para o desenvolvimento das **competências gerais 1** e **2**, pois possibilita aos estudantes compreender como o pensamento científico foi desenvolvido ao longo da história e a reconhecer o caráter humano das Ciências, sujeito aos contextos social, político, cultural e econômico em que está inserido. Além disso, incentiva-os a valorizar e a utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre os avanços nas diversas áreas das Ciências.
- Também contribui para o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT201**, pois incentiva os estudantes a analisar algumas teorias propostas ao longo do tempo sobre aspectos importantes da evolução do conhecimento científico.
- A abordagem da página **14** permite o desenvolvimento do tema contemporâneo transversal **Educação para valorização do multiculturalismo nas matrizes históricas e culturais brasileiras**, ao trabalhar fenômenos astronômicos observados e registrados pelos povos indígenas brasileiros tupi-guarani. Além disso, essa abordagem incentiva os estudantes a analisar e fruir manifestações artísticas e culturais, contribuindo para desenvolver a **competência geral 3**.

METODOLOGIAS ATIVAS

- Se julgar conveniente, inicie o trabalho desse capítulo, orientando os estudantes a responder à questão **1** da página **14**, utilizando a estratégia de metodologias ativas *quick writing*; veja mais orientações sobre essa estratégia na página **XXIII** deste suplemento. Para isso, peça a eles que respondam à questão proposta em, no máximo, cinco minutos, possibilitando a livre expressão, a fluência na escrita e a capacidade de síntese.
- Utilize as respostas para verificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre a história da Ciência, e a relação do desenvolvimento da Ciência ao da humanidade.

- Se julgar adequado, ao abordar os fenômenos astronômicos observados e registrados pelos povos indígenas brasileiros tupi-guarani, na página **14**, acesse o *site* da revista *Scientific American Brasil* e trabalhe com os estudantes um pouco mais sobre a Astronomia indígena. Promova uma abordagem que incentive o respeito pelas mitologias, crenças e tradições. Disponível em: <https://sciam.com.br/mitos-e-estacoes-no-ceu-tupi-guarani/>. Acesso em: 27 abr. 2020.
- A lenda do boitatá varia de acordo com as regiões do Brasil. Assim, proponha uma atividade de pesquisa sobre as diferentes versões da lenda para que seja apresentada em sala de aula.
- Ao comentar as áreas das **Ciências da Natureza**, além dos exemplos das áreas fundamentais que embasam as demais citadas na página **14**, cite outras como a Astrofísica, as Geociências, a Oceanografia, a Zootecnia e a Engenharia de alimentos. Explique que todas elas são consideradas áreas de estudo das **Ciências da Natureza**.
- As páginas **15** e **16** tratam da transição para um pensamento racional em termos do desenvolvimento dos conhecimentos científicos e, apesar de serem apresentadas contribuições de diferentes civilizações separadamente, explique aos estudantes que diversas delas ocorreram de forma simultânea.
- Para que possam fazer esta verificação, proponha a atividade a seguir.

SALA DOS PROFESSORES

- A abordagem histórica da construção do conhecimento científico e a compreensão da relação entre Ciência e sociedade permitem integrar as **Ciências da Natureza** às **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**, favorecendo o estudo de diferentes pensamentos científicos em diferentes culturas. Além disso, contribui para o desenvolvimento da **competência específica 1 de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas** e a **competência geral 1** ao trabalhar as concepções científicas de maneira histórica e epistemológica.

  A atividade que será desenvolvida a seguir tem os objetivos de:
  - informar a comunidade sobre o que é Ciência, como ela se desenvolveu nas diferentes culturas ao longo da história e como afeta a cultura e o desenvolvimento da sociedade atual, de forma geral e especificamente nos contextos regionais dos estudantes;
  - desenvolver a autonomia e o protagonismo dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem;
  - trabalhar com diferentes ferramentas ao longo do processo de aprendizagem, como leitura, interpretação, reflexão, problematização, relações/conexões entre assuntos interdisciplinares, entre outros;
  - promover a divulgação científica.

  Em parceria com o professor do componente curricular **História**, desenvolva com os estudantes a seguinte atividade:
- Divida a turma em cinco grupos, explique que cada um ficará responsável por uma parte da atividade e enfatize a importância da participação de todos para que o trabalho possa ser concluído de forma satisfatória. Escreva na lousa o tópico que será atribuído a cada um dos grupos e as orientações gerais.
- Os tópicos a serem distribuídos são:
  - Pesquisa de conteúdos.
  - Seleção das informações mais relevantes.
  - Definição de um roteiro e/ou de uma estrutura.
  - Execução do projeto.
  - Divulgação para a comunidade.

PROVA

- Os estudantes devem pesquisar e localizar no tempo (época) e no espaço (geográfico) as civilizações que mais se destacaram no desenvolvimento das diferentes áreas, como Medicina, Astronomia, Arquitetura, Engenharia, Geologia, e de que maneira isso se reflete na realidade científico-tecnológica e social atual nos âmbitos mundial, nacional e local.

  Aproveite para enfatizar a importância de se abordar a história e o desenvolvimento das culturas para além do mundo ocidental, considerando as culturas oriental, chinesa, indiana, eslava/leste-europeia, africanas, maoris, aborígenes, esquimós, indígenas norte-americanas, centro e sul-americanas e indígenas brasileiras, e analisar seus impactos nas práticas cotidianas dos estudantes.
- Peça que criem um mapa identificando essas civilizações e a evolução do conhecimento ao longo do tempo. Para isso, podem utilizar os seguintes exemplos: enquanto os egípcios mumificavam para estudar a anatomia, os indianos desenvolviam a *ayurveda* (do sânscrito "conhecimento da vida"); ao mesmo tempo em que o médico grego Hipócrates (aproximadamente 460 a.C-370 a.C.) escrevia o *Corpus Hippocraticum*, os chineses desenvolviam a acupuntura para tratar a dor; cada um desses povos também tinha a sua própria Astronomia, assim como os povos americanos (incas, astecas, maias e brasileiros).
- Solicite aos estudantes que levantem e discutam possíveis fatores que influenciaram o desenvolvimento das diferentes civilizações ao longo do tempo.
- Por fim, peça que elaborem, como produto da atividade, uma série de videoaulas, *podcasts*, *blogs*, entre outros, apresentando as informações pesquisadas, destacando o desenvolvimento das civilizações ao longo do tempo, a evolução do conhecimento científico e tecnológico e traçando paralelos com a sociedade contemporânea, reconhecendo e respeitando as diferenças socioculturais.
- O trabalho com essa atividade, além de promover a interação entre os estudantes e com a comunidade escolar, permite desenvolver a **competência geral 1** e **4**, e a **competência específica 3 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias**, uma vez que promove a valorização dos conhecimentos historicamente construídos em diferentes culturas, a fim de compreender e explicar a realidade, como também comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC). Além disso, a divulgação dos resultados da pesquisa em veículos digitais permite que se estabeleça uma relação com as **culturas juvenis**.

- Ao abordar os estudos do filósofo persa Avicena (980-1037), na página **16**, explique aos estudantes que também existem registros de atividades relacionadas à Medicina, como documentos de grandes cirurgias traumáticas que datam do Egito Antigo registradas em papiros, milênios a.C. e, consequentemente, antes de Avicena. Mesmo com todo o desenvolvimento da medicina no Egito, a medicina ocidental moderna se consolidou na Grécia, com Hipócrates e seu *corpus hippocraticum*. A Medicina Hipocrática é até hoje a base da medicina ocidental, tanto que o juramento feito pelos médicos no momento de sua formatura, em muitos lugares do mundo, é ainda hoje o juramento ético de Hipócrates.

  Se julgar interessante, trabalhe com os estudantes o artigo *O que não nos contam sobre o Egito Antigo: a medicina primeira veio da África e dos negros*. Disponível em: <http://www3.ufrb.edu.br/lehrb/wp-content/uploads/2017/08/2017-07-Txt-Badaro-Medicina-Egito-Antigo.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2020. O artigo trata de como os egípcios dominavam procedimentos médicos que lembram os atuais e convida a descobrir de onde surge a medicina.

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

- Se julgar conveniente, proponha aos estudantes que assistam ao filme *O nome da rosa* (Direção de Jean-Jacques Annaud. Estados Unidos: Constantin Film, 1986. (130 min.)), que conta uma história passada na Idade Média, mais especificamente no final de 1327. Nesse ano, misteriosas mortes ocorreram em um mosteiro ao norte da Itália. Para a cultura medieval da época, essas mortes eram resultado da influência de forças malignas misteriosas. No entanto, para o personagem William, representante da ruptura intelectual que vinha ocorrendo, esse não era o motivo. Junto a Adso, William solucionou o mistério com base em uma postura racional, com investigações empíricas e análise de fatos, e concluiu que as mortes estavam relacionadas a uma biblioteca escondida no mosteiro.
- O objetivo da atividade é promover uma discussão sobre os elementos formadores da cultura moderna, o surgimento do pensamento científico moderno e os conflitos existentes entre conceitos já aceitos como verdadeiros em uma sociedade e os novos conhecimentos científicos.
- A história do filme aconteceu no período de transição da Idade Média para a Idade Moderna. Brevemente, um frade franciscano, com uma postura racional, investiga vários crimes que aconteceram no mosteiro, no qual havia uma biblioteca com o maior acervo cristão do mundo. Suas investigações, no entanto, se baseiam em um método que questiona, interroga, duvida e examina e que se caracteriza como uma postura racional. Com essa prática, de certa forma, ele antecipa pensamentos científicos renascentistas.
- Depois da exibição do filme, em casa ou na escola, proponha aos estudantes que reflitam sobre a produção do conhecimento científico.

  Como o Renascimento é um tema bastante discutido no componente curricular **História**, aproveite a oportunidade para organizar os estudantes em grupos e propor uma pesquisa sobre esse assunto, para que possam buscar as bases para o surgimento de novas ideias no contexto histórico da época.

EM MODERNA

- Para finalizar a atividade, combine um dia para que os grupos possam apresentar o produto da pesquisa aos demais colegas, contribuindo para a ampliação de ideias e construção do conhecimento.

Página 17

METODOLOGIAS ATIVAS

- Ao trabalhar a atividade **1** da página **17**, proponha aos estudantes socializar o resultado de suas pesquisas com os colegas, trocando ideias e reflexões sobre o tema. Para isso, desenvolva com eles a estratégia de metodologias ativas *gallery walk*; veja mais orientações sobre essa estratégia na página **XXII** deste suplemento. Oriente-os para que produzam um cartaz com a ideia principal do comparativo entre as explicações dadas aos fenômenos naturais ao longo da Antiguidade.

  Os cartazes podem ser fixados em paredes ou organizados em fileiras, na sala de aula, ou em um local da escola que seja mais adequado à sua exploração. Proporcione um momento para que todos os estudantes possam apresentar seu trabalho e conhecer o dos colegas. Eles ainda podem trocar comentários e tirar dúvida com os colegas.

- Se julgar conveniente, utilize a estratégia de metodologias ativas *polling* para a atividade **2** da página **17**. Veja mais orientações sobre essa estratégia na página **XXIII** deste suplemento.

  Solicite aos estudantes que votem na alternativa que considerarem mais adequada como resposta à pergunta; essa votação pode ser feita de forma anônima. Possibilite que discutam suas ideias com os colegas e depois votem novamente.

- Na atividade **3** da página **17**, pergunte aos estudantes se eles conhecem a revista que apresenta a entrevista e se a consideram uma fonte confiável de informações, explicando por que a julgam dessa forma. Incentive-os a analisar a transcrição da fala do entrevistado a expor se concordam ou não com as ideias apresentadas por Paty e a explicar o porquê.

ACOMPANHAMENTO DA APRENDIZAGEM

- Se julgar conveniente, utilize a atividade **2** da página **17** para avaliar o processo de aprendizagem da transição do pensamento místico para o racional, buscando a reflexão sistemática sobre os fenômenos naturais. Para isso, analise o resultado da atividade e perceba se há necessidade de retomar as explicações sobre o tema trabalhado.

Respostas e orientações para as Atividades

Página 17

1. a) As percepções de que o mundo era controlado por forças místicas que se manifestavam sob a forma de trovões, raios, enchentes, doenças, entre outros, foram se transformando à medida que as sociedades se desenvolveram, levando à racionalização de diversas ideias que anteriormente recorriam a explicações misteriosas.

b) Os raios são descargas elétricas entre nuvens ou entre nuvens e o solo, quando cargas elétricas acumuladas se deslocam emitindo luz. O ar ao redor do deslocamento das cargas elétricas é aquecido e se expande, causando o estrondo sonoro característico do trovão.

2. Alternativa **e**. A questão aborda a transição do pensamento místico para o racional, fase na qual Aristóteles e Platão estão inseridos, buscando a reflexão sistemática sobre os fenômenos naturais, de modo que esse conhecimento não viesse da inspiração divina. O fato de esses filósofos considerarem que a aceitação de uma crença é uma escolha quer dizer que devemos justificar nossas escolhas racionalmente.

3. Antes do século XX, era comum o trabalho científico individual, dependente exclusivamente da originalidade de um único indivíduo. Atualmente, a construção da Ciência é coletiva e favorece as parcerias de diversos pesquisadores e instituições internacionais, seja para trocas de informações, seja para custear as altas tecnologias necessárias para desenvolver os estudos. Assim, o mérito de um avanço ou de uma descoberta científica é dedicado a um grupo e não apenas a um indivíduo. Ainda que os trabalhos sejam coletivos, a contribuição vem de cada participante da pesquisa. Por isso, a Ciência é uma construção humana, que depende tanto de características individuais do cientista, da racionalidade, criatividade, inteligência, atitude, como das coletivas da sociedade (contexto socioeconômico e cultural).

CAPÍTULO 2
A produção do conhecimento científico

Objetivos

- Reconhecer a importância do método científico.
- Identificar etapas do método científico nas pesquisas científicas.
- Aplicar algumas etapas do método científico.
- Diferenciar leis e teorias.

Esse capítulo pode ser trabalhado pelo professor da área de **Ciências da Natureza e suas Tecnologias**, preferencialmente do componente curricular **Biologia**.

MODERNA

Páginas 18 e 19

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem dessas páginas e desse capítulo contribui para o desenvolvimento da **competência geral 2** e **competência específica 3 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias**, pois incentiva os estudantes a analisar uma situação-problema e avaliar a aplicação do conhecimento científico utilizando procedimentos e linguagem própria das Ciências.
- A questão proposta no boxe **Trocando ideias**, na página **18**, favorece o desenvolvimento do tema contemporâneo transversal **Saúde** e das **competências gerais 8**, **9** e **10**, pois incentiva os estudantes a terem cuidado com a saúde individual e coletiva, proporcionando uma reflexão sobre atitudes que contribuem para isso. Esse tipo de abordagem contribui para a saúde mental dos estudantes.
- A abordagem da construção de diferentes métodos científicos ao longo do tempo, apresentada na página **19**, é uma oportunidade de explorar com os estudantes a **competência específica 1 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias** e a **competência geral 1**, pois ela mostra a construção coletiva do conhecimento e como ele é aperfeiçoado ao longo da história. Aproveite o momento para enfatizar o caráter inacabado das Ciências.
- A abordagem dos conhecimentos indígenas sobre as plantas, na página **19**, é uma oportunidade de explorar os temas contemporâneos transversais **Educação das relações étnico-raciais e ensino de história e cultura afro-brasileira, africana e indígena** e **Diversidade cultural**. Além disso, favorece o desenvolvimento da **competência geral 6**, pois incentiva os estudantes a valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais, compreendendo determinadas relações pertencentes ao mundo do trabalho e favorecendo a tomada de decisões responsáveis e alinhadas com a cidadania.

ACOMPANHAMENTO DA APRENDIZAGEM

- Esse capítulo pode ser inicialmente abordado questionando os estudantes sobre as etapas práticas necessárias para solucionar um problema cotidiano. Para isso, pode ser utilizado o seguinte fato como exemplo: "o não funcionamento de um aparelho elétrico". A partir desse fato, incentive-os a levantar hipóteses para explicar o não funcionamento do aparelho (exemplo: está com o cabo de energia desconectado da tomada), a elaborar um experimento, a realizar esse experimento, a analisar os dados obtidos e a fazer generalização.
- Com essa atividade, é possível levantar os conhecimentos prévios dos estudantes a respeito dos métodos científicos. Anote as etapas que apresentarem maior dificuldade para serem desenvolvidas e, durante a abordagem do conteúdo, enfatize cada uma delas, sanando possíveis dúvidas.
- Se achar conveniente, proponha aos estudantes que realizem uma pesquisa sobre outras doenças cujo diagnóstico pode ser confirmado por um exame de sangue. Oriente-os para que pesquisem sobre quais alterações no exame indicam essa doença. Depois, solicite que socializem com os colegas o resultado.
- Enfatize que os métodos científicos são fundamentais para as pesquisas nas Ciências da Natureza. A Ciência baseia-se em fatos e evidências e não busca explicações sobrenaturais para os fenômenos naturais. Assim, é importante mostrar aos estudantes que as bases da Biologia, como a base das demais Ciências, estão alicerçadas em conhecimentos científicos.
- Alguns estudantes podem questionar a validade da Ciência, uma vez que muitos fatos do cotidiano não precisam de explicações científicas, pois são baseados no conhecimento popular. As concepções prévias deles são fundamentais para o desenvolvimento dos conteúdos. Essa é uma oportunidade para desenvolver a **competência geral 9**. Para isso, incentive-os a respeitar e valorizar os conhecimentos de diferentes culturas, exercitando o diálogo e a empatia sem preconceitos. Sobre a relação entre a Ciência e o conhecimento proveniente do senso comum, leia o trecho do texto a seguir para os estudantes, auxiliando-os na sua compreensão.

> Todos nós sabemos muitas coisas que nos ajudam em nosso dia a dia e que funcionam bem na prática. Nas zonas rurais, diversas pessoas, sem nunca ter frequentado cursos de agricultura, sabem a época certa de plantar e colher. Esse conjunto de crenças e opiniões, essencialmente de caráter prático – uma vez que procura resolver problemas cotidianos –, forma o que se costuma chamar de conhecimento comum ou senso comum.
>
> A relativa eficiência do senso comum deve-se ao fato de que ele, assim como o conhecimento científico, também passou por um processo de aprendizagem por tentativa e erro. [...]
>
> O conhecimento cotidiano limita-se, na maioria das vezes, à tentativa de resolver problemas de ordem prática. Por isso, enquanto determinado conhecimento funcionar bem, considerando as finalidades para as quais foi criado, ele será utilizado sem muito questionamento. Já o conhecimento científico procura, sistematicamente, criticar uma hipótese, mesmo que ela resolva satisfatoriamente os problemas para os quais foi concebida. Isso quer dizer que, em ciência,

MODERNA

procuramos aplicar uma hipótese a fim de resolver novos problemas, ampliando seu campo de ação para além dos limites de objetivos práticos e problemas cotidianos. [...] Para Ernest Nagel (1901-1985), criadores de animais, por exemplo, conhecem muitas técnicas para selecionar, por meio de cruzamentos, os animais com características mais vantajosas ao homem. Já o cientista, com o estudo da genética, procura alcançar muito mais do que isso: ele tenta explicar, lançando mão de leis gerais, os resultados de qualquer cruzamento, independentemente de eles serem úteis ou não ao homem (NAGEL, 1982). [...]

GEWANDSZNAJDER, F. *O método nas ciências naturais*. São Paulo: Ática, 2010. p. 123-124.

TROCANDO IDEIAS

Objetivos

- Conhecer o modo de transmissão da dengue.
- Propor medidas de prevenção para a dengue.

Orientações

- Organize os estudantes em duplas.
- Oriente-os pra que discutam as atitudes que poderiam adotar para contribuir com a redução dos casos de dengue tanto em sua residência e bairro como também em outras localidades.
- Peça que anotem no caderno os tópicos da discussão.
- Ao final, solicite que cada dupla exponha para os demais sua proposta e depois abra um momento para que os ouvintes questionem ou complementem a proposta dos colegas.
- Aproveite o momento para retomar alguns conteúdos, questionando quem é o agente causador da dengue, como é transmitida e quem é seu vetor.
- Caso julgue interessante, oriente os estudantes na confecção de um panfleto para alertar a população sobre o modo de transmissão da dengue que informe as principais atitudes que todos devem adotar para reduzir o número de casos dessa doença. Ajude-os a fazer e a distribuir os panfletos para os moradores do bairro próximo a escola.

Resposta

- Resposta pessoal. Entre as medidas que os estudantes podem citar estão: manter o quintal limpo e organizado para não deixar água parada em vasos, garrafas, pneus ou outros objetos; conversar com os responsáveis e familiares de sua residência para conscientizá-los e solicitar a colaboração de todos no cuidado para evitar focos de reprodução do mosquito da dengue; propor a utilização de telas nas janelas e repelentes. Essas ações afetam de forma direta o entorno da residência dos estudantes. Eles também podem pensar em medidas mais amplas, como a divulgação de *podcasts* e informações em redes sociais a fim de conscientizar pessoas em diferentes localidades sobre a importância do combate ao mosquito da dengue, principalmente sobre a eliminação de focos de reprodução do mosquito e informações relacionadas às doenças causadas por agentes transmitidos por esse mosquito.

- Explique que definir o termo "Ciência" não é uma tarefa simples. Pode-se entender como Ciência tanto as atividades que os cientistas realizam como um conjunto de conhecimentos sobre o que os cientistas sabem. Dessa maneira, a Ciência está relacionada a uma organização do conhecimento com base em suas explicações. Veja abaixo uma definição relacionada à natureza da Ciência.

[...]

A natureza da Ciência é entendida como um conjunto de elementos que tratam da construção, estabelecimento e organização do conhecimento científico. Isto pode abranger desde questões internas, tais como método científico e relação entre experimento e teoria, até outras externas, como a influência de elementos sociais, culturais, religiosos e políticos na aceitação ou rejeição de ideias científicas.

[...]

MOURA, B. A. O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência? *Revista Brasileira de História da Ciência*, Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, jan./jun. 2014. p. 32-46.

- Explique aos estudantes que o termo "Ciências", no plural, engloba estudos, saberes e conhecimentos de diferentes áreas, as quais se dedicam ao estudo dos fenômenos naturais. Por exemplo, podemos organizar os conhecimentos científicos em áreas, como Química, Biologia e Física.

SALA DOS PROFESSORES

- A abordagem do cultivo do guaraná por populações indígenas do Amazonas, apresentada na página **19**, possibilita o trabalho com os professores da área de **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**, preferencialmente com o professor do componente curricular **História**, pois está relacionada à cultura e ao modo de vida desse povo, bem como à sua história, contribuindo para o desenvolvimento da **competência específica 3 de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas** e das habilidades **EM13CHS104** e **EM13CHS302**. Desse modo, a partir da fotografia apresentada, incentive os estudantes a pesquisar mais informações sobre: tema **A –** a importância do guaraná para as comunidades indígenas do Amazonas; tema **B –** o papel dos indígenas do Amazonas na domesticação

MODERNA

do guaraná. Organize-os em dois grupos: um deverá pesquisar o tema **A** e o outro grupo, o tema **B**. Depois, oriente-os para que apresentem as informações obtidas aos colegas do outro grupo. Incentive-os a discutir os contrapontos e, quando possível, a complementar as informações coletadas pelo outro grupo.

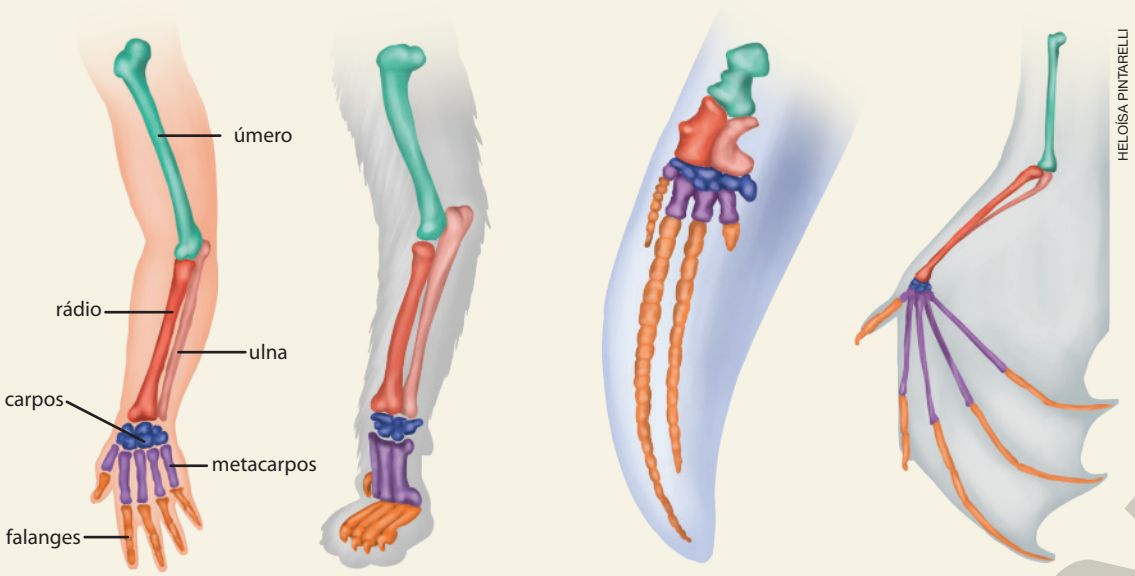
- Explique aos estudantes que o estudo do conhecimento que as populações tradicionais detêm sobre plantas e seu uso faz parte de uma Ciência multidisciplinar chamada Etnobotânica, que envolve, por exemplo, Botânica, Antropologia, Farmácia, Medicina, entre outras áreas. A Etnobotânica contribui para a valorização e a conservação dos conhecimentos tradicionais e também da biodiversidade.
- Para obter mais informações sobre a importância do guaraná para as populações indígenas do Amazonas, acesse os endereços eletrônicos a seguir:
  - > FIGUEROA, A. L. G. Guaraná, a máquina do tempo dos Sateré-Mawé. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*. *Ciências Humanas*, v. 11, n. 1, p. 55-85, jan.-abr. 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/bgoeldi/v11n1/1981-8122-bgoeldi-11-1-0055.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2020.
  - > Índios saterés são responsáveis pela domesticação do guaraná no AM. *Globo Natureza*, 10 out. 2013. Disponível em: <http://g1.globo.com/natureza/noticia/2013/10/indios-sateres-sao-responsaveis-pela-domesticcao-do-guarana-no-am.html>. Acesso em: 28 abr. 2020.
- Para obter mais informações a respeito da Etnobotânica, se julgar conveniente, leia com os estudantes o material "Manual de etnobotânica", apresentado no *site Instituto Socioambiental*. Disponível em: <https://acervo.socioambiental.org/sites/default/files/publications/Manual_de_Etnobotanica_baixa.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2020.

METODOLOGIAS ATIVAS

- Se achar conveniente, realize a atividade proposta no boxe **Sala dos professores**, descrita anteriormente, utilizando a estratégia *fishbowl,* na qual o grupo que está no círculo interno discute ideias para a elaboração do esquema e os integrantes do círculo externo ouvem, expressam contrapontos e expõem suas contribuições ao outro grupo. Veja mais orientações sobre essa estratégia na página **XXIII** deste suplemento.

Página 20

- Ao trabalhar a diferença entre teoria e lei é importante que o docente tenha uma visão geral sobre a natureza das Ciências, compreendendo suas bases epistemológicas, filosóficas, históricas e culturais. Isso favorece a compreensão de como ela é construída. O artigo indicado a seguir apresenta diversas informações a esse respeito, abordando aspectos tidos como consensuais pelos autores, como: a Ciência não é algo acabado, ela está em constante construção; não há um único método científico; a teoria não é uma consequência da observação/experimentação e vice-versa; a Ciência pode ser influenciada pelo contexto histórico, seja político, social ou cultural; os cientistas podem ser influenciados por suas crenças e por outros fatores externos, entre diversas outras informações. Acesse o endereço a seguir e leia o artigo na íntegra. Disponível em: <http://www.sbhc.org.br/arquivo/download?ID_ARQUIVO=1932>. Acesso em: 10 jun. 2020.
- Ao citar a teoria evolutiva proposta pelos naturalistas ingleses Charles Robert Darwin (1809-1882) e Alfred Russel Wallace (1823-1913) como exemplo, relembre os estudantes de algumas evidências que sustentam a teoria da evolução. Entre elas está a ocorrência de registros fósseis de seres vivos que viveram no passado, diferentes do que observamos hoje. Esses registros, além de revelar características dessas espécies, também podem revelar características do ambiente no qual elas viviam.
- Outra evidência evolutiva são as semelhanças embrionárias observadas durante o desenvolvimento inicial de seres vivos próximos evolutivamente e com estruturas homólogas, como é o caso dos membros anteriores de golfinhos, morcegos e humanos, por exemplo – essas evidências revelam que esses animais compartilham um ancestral comum relativamente recente. De acordo com a evolução, espécies diferentes, mas muito semelhantes, também compartilham um ancestral comum relativamente recente. Outra evidência evolutiva é a presença de espécies semelhantes em diferentes continentes. De acordo com a evolução, o ancestral comum dessas espécies colonizou esses continentes quando eles ainda eram unidos. Após a separação dos continentes, ao longo do tempo, devido ao isolamento geográfico, o fluxo gênico entre essas espécies foi interrompido. Assim, com o passar do tempo, essas populações foram acumulando diferenciações até que divergiram em novas espécies, porém mantiveram diversas semelhanças.
- Além da seleção natural, outros eventos estão envolvidos no processo de especiação (surgimento de novas espécies), entre eles, podemos citar o isolamento geográfico e o isolamento reprodutivo. O isolamento geográfico envolve a presença de uma barreira geográfica que separa populações de uma mesma espécie impedindo o cruzamento entre populações ou reduzindo sua ocorrência. Com isso, também há interrupção, ou drástica redução, do fluxo gênico entre essas populações, fazendo acumularem diferenciações ao longo do tempo, o que levaria ao processo de especiação.



HELOÍSA PINTARELLI

Ilustração produzida com base em: REECE, J. B. et al. *Biologia de Campbell*. Trad. Denise Cantarelli Machado, Gaby Renard, Paulo Luiz de Oliveira. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015. p. 473.

Representação das estruturas homólogas em mamíferos: membros anteriores. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

O isolamento reprodutivo pode ocorrer por poliploidia. Nesse caso, os indivíduos poliploides, ao cruzarem com indivíduos não poliploides, produzem descendentes geralmente estéreis, o que interrompe o fluxo gênico entre esses indivíduos que, com o passar do tempo, acumulam ainda mais diferenciações, o que também levaria ao processo de especiação. O isolamento reprodutivo também pode ocorrer quando: indivíduos de mesma espécie buscam lugares diferentes para viver e se isolam reprodutivamente da população da qual surgiram; o período de acasalamento tem duração diferente para os indivíduos oriundos de uma mesma população original; as diferenças de tamanho e forma impedem a união de gametas; os gametas não se reconhecem ou um deles libera substâncias que impedem a fecundação.

- Ao citar as leis de Mendel como exemplo, relembre os estudantes de que o monge e botânico austríaco Gregor Johann Mendel (1822-1884) foi um dos primeiros a utilizar exemplos matemáticos para explicar a transmissão de características entre descendentes. Se julgar conveniente, apresente as duas leis de Mendel. O conteúdo da primeira lei se refere ao fato de que toda característica é determinada por um par de fatores, um vindo do descendente paterno e outro do descendente materno, os quais se separam na meiose durante a formação dos gametas. Dessa forma, cada gameta tem apenas um desses fatores. O conteúdo da segunda lei se refere ao fato de que diferentes características são transmitidas de forma independente e aleatória na formação dos gametas. Comente com os estudantes que Mendel usou o método científico para levantar suas hipóteses, baseadas na observação de características das ervilhas e nas proporções delas no jardim de ervilhas. Na época os, cromossomos ainda não haviam sido observados ao microscópio e não se sabia o que eles significavam.

Páginas 21 e 22

BNCC EM DESTAQUE

- A realização da atividade proposta na seção **Investigue**, na página **21**, favorece o desenvolvimento da **competência geral 2**, da **competência específica 3 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias** e da habilidade **EM13CNT301**, pois conduz os estudantes a elaborar e testar hipóteses, interpretar resultados e justificar conclusões para determinada situação-problema. Além disso, essa atividade favorece o desenvolvimento da **competência geral 9**, pois incentiva-os a exercitar a empatia e o diálogo, respeitando a ideia e o ponto de vista dos colegas.
- A abordagem da atividade **2** da página **22** contribui para o desenvolvimento da **competência geral 6**, pois incentiva a valorização da diversidade de saberes e vivências culturais, bem como favorece o trabalho com os temas contemporâneos transversais **Educação das relações étnico-raciais e ensino de história e cultura afro-brasileira, africana e indígena** e **Diversidade cultural**, pois, por meio da apresentação dos saberes indígenas no desenvenenamento da mandioca, incentiva os estudantes a valorizar a cultura desse povo e a reconhecer a importância desses conhecimentos para as diferentes sociedades.

MODERNA

INVESTIGUE

Objetivos

- Aplicar o método científico em uma situação cotidiana.
- Compreender os procedimentos de uma investigação científica.
- Reconhecer a importância do método científico em situações cotidianas.

Orientações

- Essa atividade possibilita desenvolver com os estudantes o **pensamento computacional**. Para isso, oriente-os na elaboração das etapas. Inicialmente, converse com eles a respeito do uso dos fundamentos da computação por meio das capacidades criativa, crítica e estratégica. Após a conversa, solicite aos estudantes que dividam o problema em partes menores, facilitando a resolução, com atenção aos detalhes importantes que devem ser considerados na execução da atividade. Em seguida, oriente-os a identificar similaridades em diferentes processos que auxiliarão na solução mais rápida e eficiente, bem como favorecer a réplica das etapas e soluções em outras situações.
- Além disso, a estrutura dessa atividade possibilita que os estudantes atuem de forma autônoma, incentivando-os a criar suas próprias maneiras de resolver situações-problema e a divulgar conhecimento científico por meio de tecnologias digitais, aspectos que fazem parte das **culturas juvenis**. Inicie a investigação perguntando aos estudantes se já se depararam com uma situação-problema semelhante à vivenciada pelo jovem e, em caso afirmativo, o que fizeram para resolvê-la. Muitos poderão citar que abriram as embalagens e procuraram o objeto em questão. Nesse caso, questione-os sobre como fariam nessa mesma situação caso não pudessem abrir as embalagens. Deixe que exponham suas vivências aos colegas.
- Os estudantes serão incentivados a observar a situação-problema e refletir sobre ela, formular hipóteses, planejar e executar modos de testar essas hipóteses e chegar a uma conclusão sobre em qual das caixas de papelão está a coleção de livros.
- No primeiro momento dessa investigação, incentive-os a discutir a situação inicial relatada na **Contextualização** e a expor suas opiniões.

Respostas das questões de contextualização

a) Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é conduzir uma reflexão sobre as possibilidades de investigação, que auxiliarão os estudantes a elaborar o roteiro.

b) O objetivo dessa questão é que os estudantes levantem hipóteses para a situação-problema, com base nas informações que foram apresentadas, como a hipótese de o objeto estar na caixa X e não estar na caixa Y. É possível que respondam que a coleção está na caixa 3, pois ela é maior e pode comportar o tamanho da coleção.

- Durante a execução da proposta de investigação elaborada pelos estudantes, atue como orientador, incentivando-os a conversar sobre as questões sugeridas ou propondo outras. Essas questões têm o objetivo de orientá-los a identificar pontos importantes a serem considerados para elaborar o roteiro de investigação.
- Na primeira questão sugerida em **Orientações**, incentive os estudantes a observar e a refletir sobre a situação-problema, identificando aspectos que devem ser considerados na investigação, como as dimensões das caixas e da coleção de livros.
- A segunda questão ajuda a complementar essa abordagem, levando os estudantes a reconhecer a importância dessas características físicas e, com base nessas dimensões, investigar em qual(is) caixa(s) é possível acondicionar o objeto procurado.
- Na terceira questão, incentive-os a refletir sobre o modo como será realizada a investigação. Leve-os a considerar a construção de caixas de papelão com as dimensões especificadas e a construção do modelo de coleção de livros em questão. Para isso, precisarão utilizar um instrumento de medição (régua, trena ou fita métrica), cola, lápis, tesoura com pontas arredondadas e papelão. Como essas construções envolvem a elaboração de sólidos geométricos, essa atividade pode ser realizada em conjunto com o professor do componente curricular **Matemática**. É possível também trabalhar o volume desses sólidos por meio de cálculos matemáticos ou inserindo diferentes objetos nas caixas.
- A quarta questão proporciona aos estudantes uma reflexão sobre outros objetos que podem colocar nas caixas de papelão.
- A quinta questão leva-os a refletir que a posição de acondicionamento do objeto (horizontal ou vertical) deve ser considerada. Na posição vertical, ele cabe apenas na caixa **3**; no entanto, se for posicionado na horizontal, ele cabe na caixa **3** e na **1**.
- Certifique-se de que os estudantes reconhecem que alguns objetos podem causar acidentes, como os que são feitos de vidro. Por isso, peça que não usem objetos pontiagudos, cortantes ou que possam se quebrar facilmente.
- Oriente-os para que registrem no caderno todas as etapas da investigação e as informações coletadas para que possam analisar os resultados e elaborar conclusões da atividade investigativa. Atue promovendo a empatia, incentivando-os a apresentar suas opiniões e a respeitar a opinião dos demais.
- Oriente-os para que justifiquem as hipóteses de maneira clara e objetiva, tanto as aceitas como as refutadas, apresentando argumentos válidos e lógicos que justifiquem o feito.
- Caso considere pertinente, oriente-os para que deleguem tarefas específicas a cada um da dupla, como fazer as anotações e realizar as etapas.
- Solicite que anotem no caderno todas as informações referentes à investigação, incluindo as respostas às questões sugeridas.
- Incentive-os a identificar possíveis incoerências no roteiro, alterando-o a fim de possibilitar a investigação.
- Oriente-os para que comparem suas respostas com as questões sugeridas na **Contextualização** a fim de aceitar ou refutar as hipóteses levantadas previamente e também

MANUAL DO PROFESSOR

para que avaliem se a proposta inicial seria suficiente para a investigação sugerida.

- Ao final da investigação, leve os estudantes a refletir sobre o fato de que, embora seja mais fácil encontrar a coleção simplesmente abrindo todas as caixas, existem situações em que isso não é possível e/ou viável. Em estudos científicos, por exemplo, nem sempre é possível "abrir a caixa" e a aplicação do método científico ajuda na investigação de situações-problema diversas.
- Avalie, com a turma, as conclusões a que as duplas chegaram, comparando-as. Possivelmente, alguns estudantes citem como resposta inicial a caixa **3**. Entretanto, após a investigação, é possível que cheguem à conclusão de que, além dessa caixa, a coleção esteja acomodada na caixa **1**. Ou seja, assim como ocorre com teorias e modelos científicos, as hipóteses são dinâmicas e podem ser consideradas válidas durante um período de tempo e para determinadas situações, mas não são verdades absolutas. Após a investigação, é possível que muitos estudantes tenham refutado sua hipótese.
- Oriente-os para que incluam no vídeo todas as informações pertinentes trabalhadas na investigação, de modo claro e acessível aos diferentes tipos de público.
- As caixas de papelão podem ser utilizadas para acondicionar objetos em sala de aula ou em outro ambiente da escola, ou podem ser descartadas em lixo reciclável (coletor azul) ou separadas para a coleta seletiva. Os objetos devem ser acondicionados em locais adequados após a atividade a fim de evitar acidentes.

Respostas

1. Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é que os estudantes analisem as hipóteses levantadas nas questões de **Contextualização**, aceitando-as ou rejeitando-as.

2. Os estudantes podem inserir no fluxograma a observação, a problematização, a formulação de hipóteses, a experimentação e o teste de hipóteses.

3. Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é que os estudantes reconheçam que não existe um roteiro único de investigação, bem como não existe uma conclusão única, ou seja, uma verdade absoluta.

4. **a)** Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes reconheçam que o método científico não é restrito aos laboratórios e pode ser aplicado em situações do cotidiano.

b) Espera-se que, no vídeo, os estudantes comentem que o método científico ajuda a resolver problemas, bem como a contestar informações, como *fake news* que circulam nas redes sociais ou nos jornais. Nesse caso, é possível realizar uma investigação a respeito da veracidade da informação, levantando hipóteses como "é verdadeira" ou "é falsa" e desenvolvendo etapas como verificação das fontes da informação, comparação de dados com outras fontes e autor da informação, por exemplo.

- Leia na íntegra o artigo citado na atividade **2** da página **22** com os estudantes. Após a leitura, peça aos estudantes que identifiquem no artigo aspectos característicos de um texto de divulgação científica, como introdução, apresentação da metodologia da coleta de dados, citações de embasamento teórico, discussões, resultados, conclusão, além da bibliografia consultada. Se julgar conveniente, peça que, em grupos, pesquisem sobre o assunto do texto em outras fontes e comparem as informações, analisando criticamente o artigo. Durante a atividade, procure desmistificar a figura indígena e valorizar sua cultura e seus saberes. Além disso, busque identificar elementos da cultura indígena que influenciaram a cultura de outras sociedades, por exemplo, o desenvenenamento da mandioca (também conhecida como macaxeira) e seu uso na culinária. Aproveite também para abordar características da Amazônia citadas no texto; essa estratégia contribui para os estudantes conhecerem a biodiversidade dessa região e a importância de sua conservação.
- Explique que o termo "tipiti" na língua tupi significa "cesto para espremer água". Esse instrumento de prensa construído pelos indígenas é utilizado para extrair o líquido da mandioca ralada. Ele funciona da seguinte maneira: a massa da mandioca ralada é colocada no tipiti, que é preso no beiral da casa por uma de suas extremidades. A outra extremidade é amarrada em um tronco, que fica inclinado, com uma de suas extremidades apoiada no chão. Uma pessoa se senta na extremidade livre do tronco, fazendo com que o tronco abaixe e estique o tipiti, que é feito de fibras. Assim, a massa da mandioca é comprimida, seu líquido é extraído e depositado em uma cuia. Depois desse procedimento, a massa que fica no tipiti é torrada.

ACOMPANHAMENTO DA APRENDIZAGEM

- Se julgar conveniente, realize com os estudantes a atividade citada abaixo, que pode ser utilizada como uma ferramenta de acompanhamento da aprendizagem dos conceitos estudados nesse capítulo. Identifique possíveis dificuldades apresentadas por eles, retomando alguns conceitos quando necessário.

a) Você conhece outro saber popular a respeito de algum procedimento realizado com alimentos antes de consumi-los ou para conservá-los? Em caso positivo, quem transmitiu esse conhecimento a você?

Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é levar os estudantes a relacionar o conteúdo do capítulo com o seu cotidiano e a valorizar os saberes populares, de maneira a diferenciar o conhecimento popular do conhecimento científico. Caso algum estudante não se lembre de conhecimentos populares utilizado por sua família, oriente-o para que trabalhe em dupla com um colega que se lembre de um.

b) Sua família utiliza esse conhecimento no dia a dia?

Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é levar os

EM MODERNA

estudantes a fazer uma avaliação a respeito do conhecimento popular utilizado por seus familiares no dia a dia.

c) Elabore um roteiro para investigar a eficácia do procedimento citado anteriormente. Para isso, você pode utilizar como exemplo a atividade da página **21** do **Livro do estudante**.

Auxilie os estudantes na elaboração do roteiro adaptando as questões propostas na página **21** para o objeto de estudo proposto por eles.

Respostas e orientações para as Atividades

Página 22

1. a) Espera-se que os estudantes respondam que os peritos criminais usam o método científico, pois realizam uma investigação com base em fatos, coleta de informações e análise de dados, que possibilitam aceitar ou refutar uma hipótese e elaborar conclusões, como de uma determinada pessoa ser culpada ou não por um crime.

b) A investigação desenvolvida pela polícia científica, mais especificamente pelos peritos criminais, ajuda a desvendar crimes, por exemplo, identificando os verdadeiros culpados, os quais serão devidamente punidos perante as leis. A identificação do culpado também ajuda a prover justiça aos prejudicados e a evitar a acusação e a punição de inocentes. A investigação científica possibilita também a resolução de casos que até então eram considerados sem solução.

2. a) Espera-se que os estudantes respondam que esse processo é um exemplo de conhecimento popular, pois não é aplicado o rigor científico em suas etapas, como ocorre durante a realização de experimentos científicos em laboratórios. Não há, por exemplo, controle da temperatura de secagem, das características da água em que ocorre a fermentação, tampouco um rigor nas etapas, como tempos específicos de secagem e de fermentação, e testes estatísticos, entre outros.

b) De acordo com o texto, o processo de desenvenenamento é essencial para remover as toxinas presentes nos alimentos, nesse caso, na mandioca. Por ser um alimento de suma importância aos indígenas, o conhecimento de como consumir a mandioca sem prejudicar a saúde ou ter risco de morte torna acessível uma importante fonte de nutrientes.

c) O conhecimento popular é uma importante fonte de informações e auxilia na construção do conhecimento científico, por exemplo, ao incentivar e orientar pesquisas. Tais pesquisas, por sua vez, podem favorecer a sociedade de diferentes maneiras, de acordo com o estudo desenvolvido, como aqueles que resultam no desenvolvimento de novos medicamentos para tratamento de doenças.

d) O desenvolvimento desse processo iria envolver algumas etapas básicas, como a observação, a elaboração e o teste de hipóteses, por meio, por exemplo, de experimentos. Possivelmente, o processo de remoção de toxinas da mandioca, cientificamente elaborado, incluiria etapas semelhantes, como fermentação, aquecimento e secagem. Porém elas seriam realizadas com base em rigor científico, o que inclui, por exemplo, meios e características controladas, grupo-controle e testes estatísticos.

CAPÍTULO 3
A Ciência moderna

Objetivos

- Analisar o desenvolvimento da Ciência e perceber que é um processo histórico e contínuo, no qual teorias são criadas e aprimoradas ou substituídas.
- Conhecer algumas das crenças e métodos da alquimia e compreender que esta serviu como um ponto de partida para o estudo das Ciências da Natureza.
- Analisar os experimentos do químico francês Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794).
- Reconhecer a contribuição de Lavoisier e da cientista francesa Marie-Anne Pierrette Paulze (1758-1836) para o desenvolvimento do método científico moderno e para a quebra de paradigmas.
- Valorizar a contribuição feminina para o desenvolvimento científico.
- Entender que a falta de reconhecimento das mulheres nas Ciências é um problema que precisa ser combatido.
- Concluir que as diferentes áreas das Ciências Naturais, como Química, Física, Biologia, Astronomia e Geologia, são dependentes umas das outras, e, juntas, fazem avançar o conhecimento científico.

Esse capítulo pode ser trabalhado pelo professor da área de **Ciências da Natureza e suas Tecnologias**, preferencialmente do componente curricular **Química**.

Páginas 23 a 25

BNCC EM DESTAQUE

- O estudo das teorias e práticas da alquimia possibilita aos estudantes ter contato com a Ciência do passado e perceber que ela é construída gradativamente. Além disso, leva-os a reconhecer que todos os conhecimentos são importantes e que se deve considerar o momento histórico, as condições sociais e a tecnologia vigentes para que seja feita uma análise crítica responsável sobre determinada teoria. Espera-se que os estudantes se situem no presente, enquanto percebem a base histórica fundamental que os levou a estar onde e como se encontram atualmente. Desse modo,

MODERNA

eles desenvolverão as **competências gerais 1** e **2** e a habilidade **EM13CNT201**.

- Ao refletir sobre as importantes contribuições científicas femininas, espera-se que os estudantes derrubem ou ajudem a derrubar paradigmas e preconceitos que afastam as mulheres da Ciência, favorecendo o desenvolvimento das **competências gerais 1** e **9** e da habilidade **EM13CNT305**.
- A reflexão sobre o desenvolvimento da Ciência por meio da pesquisa metodológica, em especial a conduzida por Lavoisier, contribui para o desenvolvimento da **competência geral 2**.

- Caso a abordagem dessas páginas seja o primeiro contato mais próximo dos estudantes com o componente curricular **Química** no Ensino Médio, torne a aula convidativa, incentivando-os a perceber que, apesar de às vezes ser considerado muito difícil ou pouco prático, esse componente curricular é interessante e está presente em nosso dia a dia, bem como em muitos filmes a que assistimos, por exemplo, *Harry Potter e a Pedra Filosofal*.

  Esse filme é bastante popular entre os jovens e servirá de recurso para explorar o passado da Química. Caso você não tenha assistido ao filme, resumidamente, Harry e seus amigos pretendem impedir que o vilão da história, Lord Voldemort, pegue a Pedra Filosofal, um poderoso artefato produzido pelo alquimista Nicolas Flamel.
- Use esse momento para perguntar aos estudantes sobre como eles acham que a Química era praticada antigamente, em especial durante a Idade Média. Pergunte especificamente como eles imaginam que eram as vidrarias, os equipamentos, as matérias-primas, os cuidados com a segurança etc. Espera-se que essa discussão suscite a curiosidade e a participação dos estudantes. As vidrarias, na época, eram mais robustas e menos precisas para medições, eram menos padronizadas e menos práticas. Havia poucos equipamentos tecnológicos e a maioria deles eram mecânicos, usados para procedimentos rotineiros. As matérias-primas eram, em geral, de origem vegetal ou animal, como folhas, frutos, água e urina. Os procedimentos de segurança eram menos rígidos, sem uma padronização no uso de equipamentos de proteção individual, como jalecos e luvas.
- Aproveite o momento para perguntar aos estudantes como eles acham que eram tratadas as mulheres cientistas durante a Idade Média. Alguns podem citar a ideia da bruxa, um ser maligno que usa feitiçarias para conseguir o que deseja. Então, faça um paralelo entre o alquimista e a bruxa, ressaltando que havia, e ainda há, muito preconceito em relação à participação das mulheres nas Ciências e nos trabalhos de laboratório, um cenário que precisa ser mudado.
- Informe que os alquimistas buscavam, na alquimia, a criação de artefatos ou poções milagrosos, como a panaceia universal ou a Pedra Filosofal, baseando-se em crenças e no misticismo. Diga que atualmente, em geral, não se busca mais esses tipos de item, visto que o saber científico nos permitiu entender a constituição e o comportamento da matéria, ou seja, a Ciência derrubou esses mitos e paradigmas. Hoje, a Ciência se baseia em observação de fatos e evidências, utilizando métodos científicos bem estabelecidos com base no teste de hipóteses.
- Comente com os estudantes a diferença entre as explicações qualitativas e as quantitativas. As qualitativas estão relacionadas à qualidade ou à natureza do fenômeno, focando na descrição desse fenômeno. Já as explicações quantitativas envolvem medidas, experimentação e precisão e buscam a generalização.
- Ao abordar os experimentos e as descobertas de Lavoisier, apresentados na página **24**, cite a sua determinação em estabelecer um método científico crítico e replicável. Desse modo, Lavoisier construiu as fundações em que se baseia o método científico atual.
- Enfatize a importância da mulher na produção do conhecimento científico. Um ponto de partida para isso é conversar com os estudantes sobre a contribuição da cientista francesa Marie-Anne Pierrette Paulze, apresentada na página **24**, que foi esposa de Lavoisier e também sua assistente de laboratório e editora de suas obras. Aproveite o momento e comente com eles que, na Grécia Antiga, as mulheres estudavam e ensinavam Medicina. Por muitos séculos, alguns conventos foram os locais que possibilitavam a realização de pesquisas científicas pelas mulheres. Com o advento das universidades, entretanto, elas foram afastadas. Além disso, por muito tempo, as mulheres não puderam ter acesso à educação e, com as regras sociais de décadas atrás, muitas delas, em todo o mundo, não tinham acesso ao ensino superior.

METODOLOGIAS ATIVAS

- Após o trabalho com a página **24**, oriente os estudantes para que conversem sobre de que outras maneiras, além de pesquisas em laboratório, os saberes científicos são criados e transmitidos. Para isso, realize a estratégia *think-pair-share*. Veja mais orientações sobre essa estratégia na página **XXII** deste suplemento.
- Solicite a cada estudante que pense sobre quais profissões ou atividades estão relacionadas à criação e à transmissão científica e como isso é feito. Após três minutos, peça a eles que se juntem a um colega e discutam suas conclusões. O objetivo dessa ação é proporcionar à dupla um bom repertório de exemplos.
- Após alguns minutos, peça a cada dupla que se una a outras duas ou três duplas, para que, juntas, possam desenvolver a explicação sobre a importância de cada exemplo. Possivelmente, haverá grande sobreposição de profissões e atividades, como professores, editores, técnicos de laboratório, farmacêuticos, médicos, pesquisadores, bibliotecários, estudantes, químicos, biólogos, físicos, matemáticos, geólogos e astrônomos.

MODERNA

- Por fim, solicite aos grupos que mostrem seus exemplos e exponham seus raciocínios. Anote na lousa os pontos principais. Essa atividade permite desenvolver a **competência geral 6** e o tema contemporâneo transversal **Trabalho**, pois incentiva os estudantes a refletir sobre diferentes profissões, levando-os a valorizar a diversidade de saberes e apropriar-se de conhecimentos que possibilitem a eles entender as relações do mundo do trabalho, bem como a fazer escolhas alinhadas a seu projeto de vida.

- O conceito de paradigma, apresentado na página **24**, foi produzido com base em: KUHN, T. S. *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Perspectiva, 2007. p. 13.
- Na página **25**, ao falar sobre a descoberta da estrutura do DNA, aprofunde esse assunto expondo para eles a informação a seguir. A principal cientista à frente da pesquisa era uma mulher, a física inglesa Rosalind Elsie Franklin (1920-1958), que, no entanto, não levou o crédito pelo feito, que ficou com o cientista estadunidense James Dewey Watson (1928-) e o cientista inglês Francis Harry Compton Crick (1916-2004). Esse caso expõe novamente a questão de sexismo no meio acadêmico.

  No livro *As cientistas: 50 mulheres que mudaram o mundo*, são apresentadas informações a respeito das contribuições científicas de Rosalind Elsie Franklin, bem como de outras mulheres. Se julgar interessante, leia para eles sobre algumas dessas cientistas.

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

- Para que os estudantes analisem a história das mulheres na Ciência, após a abordagem do conteúdo da página **25**, proponha a eles a seguinte atividade.

  Oriente-os para que pesquisem ao menos cinco outras mulheres cujas pesquisas científicas foram essenciais para o desenvolvimento da Ciência ao longo da história e anotem informações sobre suas investigações, premiações e reconhecimentos recebidos. Em seguida, peça-lhes que respondam às perguntas abaixo e as discutam com os colegas.

  a) Quais dessas mulheres vocês já conheciam?

  Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é levar os estudantes a fazer uma avaliação a respeito de seus conhecimentos sobre o assunto.

  b) Apesar de muito importantes para várias áreas da Ciência, por que as mulheres ainda são pouco reconhecidas?

  Espera-se que os estudantes reflitam que por muito tempo a sociedade colocou a mulher como responsável pelos cuidados dos filhos, do esposo e da casa. Apesar de esse cenário estar se alterando, muito ainda deve mudar para que a contribuição científica feminina seja adequadamente valorizada pela sociedade.

  c) Como é possível mudar esse cenário?

  Espera-se que os estudantes respondam que o trabalho das mulheres como pesquisadoras e cientistas deve ser incentivado, divulgado e valorizado pela sociedade.

- Se julgar interessante, leia com os estudantes a matéria "Por que poucas mulheres venceram o prêmio Nobel", de Mary K. Feeney, publicada no *site BBC Brasil*. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/vert-fut-46126687>. Acesso em: 13 maio 2020.

Página 25

TROCANDO IDEIAS

Objetivos

- Identificar as dificuldades e os obstáculos relacionados à pesquisa e à publicação científica no Brasil.
- Analisar e propor medidas que possam ser tomadas para melhorar a pesquisa e a publicação científica no Brasil.

Orientações

- Organize a turma em grupos, preferencialmente, com três integrantes cada.
- Enfatize aos estudantes a importância de se manter e/ou melhorar a qualidade das pesquisas científicas. Muitas vezes, é mais interessante a publicação de um trabalho bem planejado e bem executado do que vários trabalhos com pouca credibilidade, por exemplo. Aborde, assim, a questão de custo *versus* benefício na produção acadêmica.
- Incentive-os a refletir sobre o dado apresentado nesse boxe e como ele pode ser avaliado de maneiras diferentes. Leve-os a perceber que o aumento de publicações pode indicar, por um lado, uma melhora na Ciência no país, mas, por outro, pode indicar uma queda na qualidade para que a quantidade de publicações seja maior.
- Pergunte a eles como acham que funciona o processo de publicação de artigos científicos. Caso julgue interessante, proponha-lhes a confecção de um artigo científico sobre o tema abordado nessa seção.
- Oriente-os para que discutam sobre quais incentivos governamentais, privados e da sociedade civil devem ser investidos para o desenvolvimento científico-tecnológico do país.

Resposta

- O objetivo dessa questão é levar os estudantes a refletir sobre a realidade da pesquisa científica no Brasil. Espera-se que eles citem que esse tipo de pesquisa ainda encontra muitos obstáculos para seu desenvolvimento, como a falta de investimento e de pesquisadores e o processo burocrático para sua realização. Como medidas para melhorar a produção de trabalhos científicos no Brasil, eles podem citar: incentivo e valorização das pesquisas científicas por parte da população em geral, da ampliação da divulgação dos estudos científicos; popularização desses estudos, por meio de redes sociais e canais de comunicação variados,

EDIÇÃO

tornando as informações acessíveis à toda população; aumento de investimentos, por parte dos governantes, em projetos e pesquisas científicas; e valorização do profissional cientista.

ACOMPANHAMENTO DA APRENDIZAGEM

- Oriente os estudantes para que, individualmente, façam um texto a respeito do que compreenderam sobre o desenvolvimento da Ciência moderna. Em seguida, peça que, voluntariamente, alguns estudantes leiam seu texto para os colegas. Depois, promova uma conversa com eles, auxiliando-os quando necessário e esclarecendo suas dúvidas.

Páginas 28 e 29

BNCC EM DESTAQUE

- A realização da atividade proposta na seção **Ser consciente**, nas páginas **28** e **29**, favorece o desenvolvimento da **competência geral 5**, da **competência específica 3 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias** e da habilidade **EM13CNT302**, pois leva os estudantes a utilizar tecnologias digitais para se comunicar e disseminar informações de forma crítica, reflexiva e ética. Além disso, essa atividade favorece o desenvolvimento das **competências gerais 7**, **9** e **10**, bem como da habilidade **EM13CNT304**, pois incentiva os estudantes a formular e a defender uma ideia com posicionamento ético em relação ao cuidado com todos os indivíduos e o planeta, a refletir sobre a importância do agir pessoal e coletivamente com base em princípios éticos e solidários, além de analisar e debater sobre situações controversas quanto à aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza com base em argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis.

SALA DOS PROFESSORES

- A abordagem da seção **Ser consciente**, nas páginas **28** e **29**, favorece o trabalho em conjunto com os professores da área de **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**, pois aborda um acontecimento violento ocorrido durante a Segunda Guerra Mundial, possibilitando o desenvolvimento da **competência específica 5 de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**, que visa ao combate a diversas formas de injustiça e violência por meio de princípios éticos e solidários.

Páginas 28 e 29

SER CONSCIENTE

Objetivos

- Refletir e discutir sobre a ética na aplicação dos conhecimentos científicos.
- Analisar as consequências benéficas e maléficas das pesquisas científicas e das aplicações dos produtos gerados por essas pesquisas para a sociedade.

Orientações

- Solicite aos estudantes que pesquisem na internet depoimentos de sobreviventes da explosão das bombas de Hiroshima e Nagasaki. Um exemplo desses depoimentos pode ser encontrado no *site* disponível em: <https://www.japaoemfoco.com/depoimento-de-um-sobrevivente-de-hiroshima/>. Acesso em: 9 jun. 2020.
  Em seguida, peça que leiam esses depoimentos aos colegas e discutam sobre o poder de destruição das bombas nucleares e os malefícios que elas podem causar aos seres vivos. Esse é um exemplo de como as pesquisas científicas e o contexto social estão intimamente relacionados.
- Informe a eles que os estudiosos que participaram do Projeto Manhattan possuíam formação acadêmica em Física.
- Comente que um quiloton é equivalente à energia liberada na explosão de mil toneladas de TNT (trinitrotolueno), um tipo de explosivo.
- Para realizar o item **3** dessa seção, oriente os estudantes para que se organizem em grupos de três integrantes e façam as pesquisas sobre o assunto. Após feitas as pesquisas, peça que conversem a respeito dos pontos mais relevantes e analisem se as informações são todas confiáveis.
- Durante a montagem das apresentações, oriente-os para que pensem sobre seu público-alvo, ajustando a linguagem para que obtenham a informação de maneira clara e objetiva.

Respostas

A. Espera-se que os estudantes comentem que as pesquisas sobre as reações nucleares, assim como outros tipos de pesquisa, proporcionaram benefícios para a sociedade, como uma nova fonte de energia, mas também possibilitaram desenvolver armamentos com grande poder de destruição.

B. Espera-se que os estudantes percebam que o contexto histórico da época, a Segunda Guerra Mundial, direcionou diversas pesquisas científicas para o desenvolvimento de armamentos mais eficazes, como o Projeto Manhattan.

C. Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é levar os estudantes a refletir sobre a ética na aplicação dos conhecimentos científicos com base no que foi abordado na seção. Eles podem sugerir a análise das consequências das pesquisas científicas e das aplicações dos produtos gerados por essa pesquisa. No caso da descoberta da reação de fissão nuclear, por exemplo, ela poderia ter sido aplicada somente como uma nova fonte de energia para a geração de energia elétrica, mas a fissão foi utilizada também para criar a bomba atômica.

Respostas e orientações para as Atividades

Páginas 26 e 27

1. a) Porque o novo modelo rompe com os pensamentos aceitos até o momento, propondo uma nova organiza-

MODERNA

ção para os astros do Sistema Solar. Observa-se, assim, uma quebra de paradigma: a Terra e os seres humanos deixam de ocupar uma posição de destaque no centro do Universo para assumir posição semelhante a de outros astros, orbitando ao redor de uma estrela, o Sol.

b) O objetivo dessa questão é levar os estudantes a entender que o conhecimento científico não é uma verdade absoluta, podendo ser reformulado, complementado ou substituído quando se torna insuficiente. Espera-se que eles comentem que algumas previsões do modelo geocêntrico não estavam de acordo com o observado, fazendo esse modelo incompatível com algumas observações. Para explicar as diferentes observações, os cientistas tinham de fazer correções no modelo proposto por Ptolomeu. Ao longo do tempo, tais correções deixaram o modelo ptolomaico muito complexo, resultando em sua substituição pelo modelo heliocêntrico.

2. O objetivo dessa questão é promover uma reflexão com os estudantes sobre um exemplo em que o conhecimento científico, aceito durante certo tempo, foi revisto e alterado. Espera-se que eles concluam que o conhecimento científico não é uma verdade absoluta, sendo passível de mudanças com base em novas pesquisas e novos conhecimentos. Isto é, a Ciência está em constante construção.

3. Alternativa **c**. Na revolução científica, diversas ideias e descobertas foram justamente contra o pensamento vigente na época, legitimado pela Igreja e pelo poder monárquico.

4. Alternativa **c**. Galileu adotava uma postura revolucionária de confronto às visões dogmáticas da Igreja e da filosofia conservadora (escolástica). Ele defendia, por exemplo, o heliocentrismo.

5. Soma: 01 + 02 + 16 = 19

01 – Correta.

02 – Correta.

04 – Incorreta. De acordo com o texto, o filósofo estadunidense Thomas Samuel Kuhn (1922-1996) afirmava que uma teoria se torna um modelo de conhecimento ou um paradigma científico. Um cientista, diante de um fato ou de um fenômeno ainda não estudado, o explica usando o modelo ou o paradigma científico mais atual.

08 – Incorreta. Para Thomas Kuhn, uma revolução científica acontece quando o cientista descobre que o paradigma disponível não consegue explicar um fenômeno ou um fato novo, sendo necessário produzir um novo paradigma, que o explique melhor. No entanto, isso não torna as teorias anteriores erradas. Para ele, o avanço científico acontece quando um novo paradigma funciona melhor do que o anterior.

16 – Correta.

6. **a)** Enquanto o trecho da reportagem cita o vírus Zika, a imagem mostra como ocorre a transmissão desse vírus ao ser humano, ou seja, por meio da picada da fêmea contaminada do mosquito *Aedes aegypti*.

b) A pesquisa citada alerta a população sobre a periculosidade do vírus Zika, causador de uma doença que pode causar graves danos à saúde.

c) Espera-se que os estudantes respondam que sim, pois a pesquisa aponta como a infecção por esse vírus pode ser prejudicial à saúde, alertando a população. Assim, para evitar essa doença e, consequentemente, seus sintomas, as pessoas, ao reconhecerem sua periculosidade, podem adotar medidas que impossibilitem sua transmissão. Isso pode ser feito evitando a proliferação do mosquito, removendo a água parada no ambiente, mantendo as caixas-d'água tampadas e não acumulando resíduos nas residências.

Página 27

RETOMANDO O QUE ESTUDEI

1. Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é levar os estudantes a refletir sobre a produção do conhecimento científico em sua totalidade e a influência da cultura de um povo nesse processo. Espera-se que eles compreendam que a cultura pode influenciar na produção desse conhecimento por meio das lendas e do conhecimento popular, os quais, mesmo não sendo cientificamente comprovados, fornecem informações importantes sobre o mundo. Além disso, a cultura de um povo interfere no modo de encarar situações-problema, nas ferramentas utilizadas em uma investigação e nas crenças e nos conhecimentos básicos que orientam os estudos.

2. Espera-se que os estudantes comentem que não, pois o conhecimento científico é produzido com base na aplicação do método científico, o qual, por sua vez, não é único. Existem diferentes métodos científicos, que podem ser aplicados de diferentes maneiras, de acordo com as aspirações do respectivo estudo.

3. Espera-se que os estudantes comentem que o conhecimento científico é construído ao longo do tempo e com a participação de diferentes estudiosos. Com isso, a cada novo estudo, tal conhecimento pode ser complementado, alterado ou substituído, em um processo de constante modificação. Assim, a produção do conhecimento não é algo pronto e acabado, mas passível de mudança à medida que surgem novas informações.

4. Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é promover uma reflexão com os estudantes sobre a importância das pesquisas científicas para a sociedade. Espera-se que eles discordem da opinião da pessoa e apresentem argumentos, como o papel da Ciência no desenvolvimento de tecnologias que melhoram a qualidade de vida da população e/ou facilitam a realização de atividades diárias.

MODERNA

UNIDADE 2

Como tudo começou...

Nesta unidade, são abordados conteúdos relacionados à formação do Universo (possibilitando o trabalho do componente curricular **Física**), explanando a organização da matéria e dos elementos químicos (possibilitando o trabalho com o componente curricular **Química**) e como surgiu a vida na Terra, apresentando as principais teorias sobre a origem da vida (favorecendo o trabalho com o componente curricular **Biologia**).

Objetivos da unidade

- Discutir sobre uma das teorias mais aceitas a respeito da origem do Universo, a teoria do *Big Bang*.
- Analisar os processos relacionados à formação e à evolução das estrelas que compõem o Universo.
- Relacionar a formação e a distribuição dos elementos químicos ao processo de formação do Sistema Solar.
- Comparar alguns modelos atômicos propostos ao longo do tempo entre si e com os modelos atuais, bem como reconhecer a importância de cada um deles para entender a natureza da matéria que constitui o Universo.
- Localizar os elementos químicos e suas informações em uma tabela periódica e reconhecer a importância da organização sistemática dos elementos, seguindo critérios relacionados às propriedades periódicas de cada um deles.
- Analisar e discutir algumas teorias formuladas ao longo do tempo sobre a origem dos seres vivos na Terra, bem como reconhecer que todas tomam como base as observações e os conhecimentos de cada época.

Justificativas

O tema desta unidade e os conteúdos abordados em cada capítulo são relevantes à medida que os estudantes são levados a reconhecer a importância de utilizar modelos científicos propostos em diferentes épocas e culturas para explicar a origem e a formação do Universo, da Terra e dos seres vivos que a habitam, bem como a distribuição de elementos químicos presentes nas estruturas que os compõem. Tal abordagem possibilita trabalhar as habilidades **EM13CNT201** e **EM13CNT209**. Além disso, nesta unidade, os estudantes são incentivados a reconhecer a importância de organizar os elementos químicos em uma tabela, que foi formulada ao longo do tempo e com o auxílio de muitos cientistas, baseada nas propriedades desses elementos. Dessa forma, conhecer as principais características dos elementos químicos contribui para desenvolver a habilidade **EM13CNT307**.

A compreensão desses temas incentiva os estudantes a valorizar o conhecimento histórico construído ao longo do tempo por diferentes culturas, bem como apresenta subsídios para elaborar argumentos e tomar decisões responsáveis a respeito do funcionamento e da evolução do Universo e dos seres vivos, contemplando **competências gerais** e **específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias** propostas pela BNCC, que serão destacadas nas orientações página a página.

Abertura da unidade *Páginas 30 e 31*

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem das páginas de abertura da unidade relaciona-se à habilidade **EM13CNT201**, pois incentiva os estudantes a refletir e expor seus conhecimentos prévios sobre a origem do Universo e como os cientistas fazem as investigações sobre o surgimento do Universo.

- Inicie a abordagem dessas páginas solicitando aos estudantes que observem a fotografia e relatem os elementos que aparecem nela. Verifique se eles identificam parte da superfície da Terra, parte da Estação Espacial Internacional e muitos pontos brilhantes, que se referem a estrelas e outros astros do Universo.
- Se possível, leve ou acesse com os estudantes outras imagens do Universo em que seja possível observar diversas estrelas e outros astros. Leve também imagens que representem o nascimento de uma estrela.
- Pergunte aos estudantes se já viram filmes, reportagens ou fotografias de astros e fenômenos do Universo e que os citem, explicitando suas opiniões sobre cada uma dessas mídias.
- Durante a leitura do texto da página **30**, peça aos estudantes que citem, com base em seus conhecimentos prévios, equipamentos que geralmente o ser humano utiliza para observar e investigar astros do Universo. Se julgar conveniente, solicite-lhes que pesquisem imagens desses equipamentos. Eles podem citar telescópios terrestres, telescópios espaciais, sondas, estações espaciais, lunetas, entre outros. Verifique se os estudantes percebem que geralmente esses equipamentos possibilitam a obtenção de imagens do Universo ou amostras de solo e rochas de planetas e satélites naturais. Explique a eles que é com base na análise dessas imagens e amostras que o ser humano realiza inúmeras pesquisas espaciais.

MODERNA

METODOLOGIAS ATIVAS

- Se julgar conveniente, realize a atividade sugerida anteriormente com base na estratégia *gallery walk* (veja mais orientações sobre essa estratégia na página **XXII** deste suplemento). Para isso, organize a turma em grupos, e cada um deles fará um cartaz contendo, resumidamente, as informações pesquisadas. Depois, oriente os estudantes na colagem desses cartazes em diferentes locais da sala de aula. Os grupos, então, deverão observar os cartazes dos colegas, sanando as dúvidas que surgirem com os integrantes do grupo em questão.

- Ao realizar a questão **A** da página **31**, oriente os estudantes para que façam uma reflexão individual e registrem no caderno as principais ideias. Em seguida, incentive-os a expor essas ideias. Agrupe os que tiverem pontos de vista semelhantes e solicite a eles que conversem entre si para elaborar juntos, uma resposta para essa questão. Caso a maior parte da turma exponha a mesma ideia, organize grupos menores.
- Se necessário, sugira aos estudantes que complementem a resposta com desenhos. Nessa questão, é preciso que eles exponham seus conhecimentos prévios, ou seja, não pesquisem sobre o assunto.
- Por fim, cada grupo deverá apresentar suas respostas ao restante da turma.

ACOMPANHAMENTO DA APRENDIZAGEM

- Ao final do estudo da unidade, solicite aos estudantes que retomem as respostas a essa questão e que os grupos a respondam novamente. Essa estratégia os incentiva a fazer uma autoavaliação e a confrontar seus conhecimentos prévios com os que construíram durante o estudo da unidade.

- Sugira aos estudantes que, após responderem à questão **B**, complementem-se pesquisando reportagens ou manchetes que exemplificam a análise de imagens obtidas por telescópios, sondas ou outros equipamentos espaciais realizadas durante o estudo de algum astro. Em seguida, solicite-lhes que apresentem aos colegas o material pesquisado.
- Aproveite essa questão e mostre aos estudantes manchetes recentes sobre planetas ou outros astros recém-descobertos pela Ciência por meio de estudos científicos. Em seguida, questione-os sobre como eram realizadas as observações e os estudos astronômicos pelos diferentes povos antes do desenvolvimento de equipamentos como o telescópio.
- Aproveite a reportagem que você levou para a sala de aula e, após os estudantes responderem à questão **C**, exemplifique a afirmação com essa reportagem. Ao descobrirem outros astros, novas questões surgem, o que sempre alimenta a curiosidade humana e incentiva novas pesquisas.

Respostas

A Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é levantar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o Universo e as teorias a respeito de sua origem e evolução. Alguns podem citar a teoria do *Big Bang*. Incentive esses estudantes a expressar o que eles sabem sobre essa teoria. Verifique se eles relacionam a teoria do *Big Bang* à expansão de um ponto material extremamente quente e denso, com liberação de uma grande quantidade de energia.

B Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é levantar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o Universo e as teorias a respeito de sua origem e evolução. Verifique se os estudantes percebem que algumas imagens obtidas por telescópios espaciais permitem identificar propriedades de astros que dão indícios de sua formação.

C Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes respondam que, com o uso dos telescópios lançados ao espaço, regiões antes não observadas puderam ser estudadas, possibilitando a descoberta de diversos componentes do Universo e a observação de diferentes características dos astros, trazendo novas questões a respeito deles.

CAPÍTULO 1
Formação do Universo

Objetivos

- Analisar as evidências da teoria do *Big Bang* e reconhecê-la como uma das teorias acerca da origem do Universo.
- Explicar o ciclo da formação das estrelas do nascimento à morte.
- Analisar a formação dos sistemas planetários.
- Diferenciar a formação de supernovas e de buracos negros.

Este capítulo pode ser trabalhado pelo professor da área de **Ciências da Natureza e suas Tecnologias**, preferencialmente do componente curricular **Física**.

Páginas 32 e 33

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem dos modelos científicos propostos ao longo do tempo para explicar a origem do Universo contribui para o desenvolvimento da **competência específica 2 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias**. Além disso, ao trabalhar o conteúdo dessas páginas, os estudantes analisam interpretações sobre a dinâmica do Universo e sua evolução, também contribuindo para o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT201**.

MODERNA

- A leitura do esquema da página **33** contribui para desenvolver a habilidade **EM13CNT303**, pois possibilita aos estudantes interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das **Ciências da Natureza e suas Tecnologias**, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, na forma de esquemas.

- Se julgar conveniente, acesse com os estudantes o vídeo *Nós somos feitos de poeira das estrelas*, sobre um estudo internacional que afirma que os seres humanos são originários de poeira estelar. Disponível em: <https://tvcultura.com.br/videos/60775_nos-somos-feitos-de-poeira-de-estrelas.html>. Acesso em: 21 abr. 2020.

  Após o vídeo, peça a eles que formem duplas e pesquisem outras notícias ou artigos sobre esse assunto e, em seguida, conversem e registrem suas opiniões no caderno, considerando a possibilidade de os seres humanos serem, de certa forma, compostos de material estelar. Finalize a atividade solicitando aos estudantes que apresentem suas conclusões aos demais colegas.
- Enfatize aos estudantes que, apesar do nome, o *Big Bang* não se trata de uma explosão, como a de uma bomba. O termo é uma analogia à rápida expansão do espaço, distribuindo a matéria e a energia, que estavam comprimidas em uma pequena região.
- Comente também que, contrapondo-se à teoria do *Big Bang*, o astrônomo inglês Fred Hoyle (1915-2001) criou, em 1940, uma teoria alternativa que definia o estado estacionário. Essa teoria apresenta a ideia de que o Universo está em constante expansão, porém, com o passar do tempo, a matéria seria criada no espaço vazio deixado pelo aumento da distância entre uma galáxia e outra, mantendo, assim, a mesma aparência do Universo em todas as épocas. Foi por meio da detecção da radiação cósmica de fundo, em 1964, que se comprovou a teoria do *Big Bang*, refutando a do estado estacionário.
- Se possível, trabalhe a diferença entre mito e mitologia. Para isso, peça aos estudantes que pesquisem esse conteúdo na internet ou em dicionários e apresente a eles o texto a seguir, que define o mito e sua relevância para a existência do ser humano. Essa abordagem contribui para trabalhar a **competência geral 1**.

> Há milênios, muito antes de esse corpo de conhecimento que hoje chamamos de ciência existir, a relação dos seres humanos com o mundo era bem diferente. [...]
>
> [...]
>
> Uma vez que nos perguntamos sobre a origem do Universo, encontrar uma resposta se torna muito tentador. O caminho que cada indivíduo escolhe depende, sem dúvida, de quem está fazendo a pergunta. Uma pessoa religiosa vai procurar respostas dentro do contexto de alguma religião, que poderá ser tanto uma religião organizada como uma versão mais pessoal. O ateu tentará, talvez, achar uma resposta dentro de um contexto científico. Religiosas ou não, certamente a maioria das pessoas terá alguma resposta. O veículo encontrado por várias culturas foi o mito. Mitos são histórias que procuram viabilizar ou reafirmar sistemas de valores, que não só dão sentido à nossa existência como também servem de instrumento no estudo de uma determinada cultura.
>
> [...]
>
> Isso explica por que mitos de determinadas culturas podem parecer completamente sem sentido em outras. De fato, um erro bastante comum é usarmos valores ou símbolos da nossa cultura na interpretação de mitos de outras culturas. Outro erro grave é interpretar um mito cientificamente, ou tentar prover mitos com um conteúdo científico. Os mitos têm que ser entendidos dentro do contexto cultural do qual fazem parte. [...]
>
> GLEISER, M. *A dança do universo*: dos mitos de criação ao *Big Bang*. São Paulo: Companhia das Letras, 1997. p. 20-23.

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

- Para trabalhar mitos referentes à criação do Universo por diferentes culturas, oriente os estudantes na formação de cinco grupos. Direcione uma das mitologias relacionadas abaixo, à sua escolha, para cada grupo, que ficará responsável por estudá-las. São elas:
  – mitologia nórdica; – mitologia egípcia;
  – mitologia babilônica; – mitologia indígena.
  – mitologia indiana;
- Peça aos grupos que façam uma pesquisa e, em uma folha de cartolina branca, representem a mitologia estudada por meio de um desenho.
- Caso julgue necessário, indique os textos abaixo para auxiliá-los na interpretação do respectivo mito.
  > BIRZNEK, F. C. *A evolução das teorias cosmológicas:* da visão do Universo dos povos antigos até a teoria do *Big Bang*. Curitiba: UFPR, 2015. Disponível em: <http://fisica.ufpr.br/grad/Monografia_Fernando_Carvalho_Birznek.pdf>. Acesso em: 6 abr. 2020.

- A realização da atividade sugerida anteriormente contribui para desenvolver a **competência geral 1**, pois incentiva os estudantes a utilizar os conhecimentos científicos historicamente construídos para recriar, por meio de desenhos, um modelo que explique uma situação hipotética. Por fim, peça a cada grupo que apresente a mitologia investigado aos outros grupos da turma.
- Ao trabalhar o esquema que representa a evolução do Universo desde o *Big Bang*, na página **33**, questione os estudantes sobre como é feita a datação e explique a eles que os astrônomos utilizam duas maneiras para calcular a

MODERNA

idade do Universo. A primeira se baseia na observação das galáxias, que estão cada vez mais distantes, afastando-se umas das outras a uma velocidade que cresce com a distância, chamada velocidade de recessão. Assumindo que as galáxias se afastam com determinada velocidade de recessão, se o processo é observado ao contrário, chega-se a um momento do passado em que elas estão todas amontoadas, umas sobre as outras, representando o início do Universo.

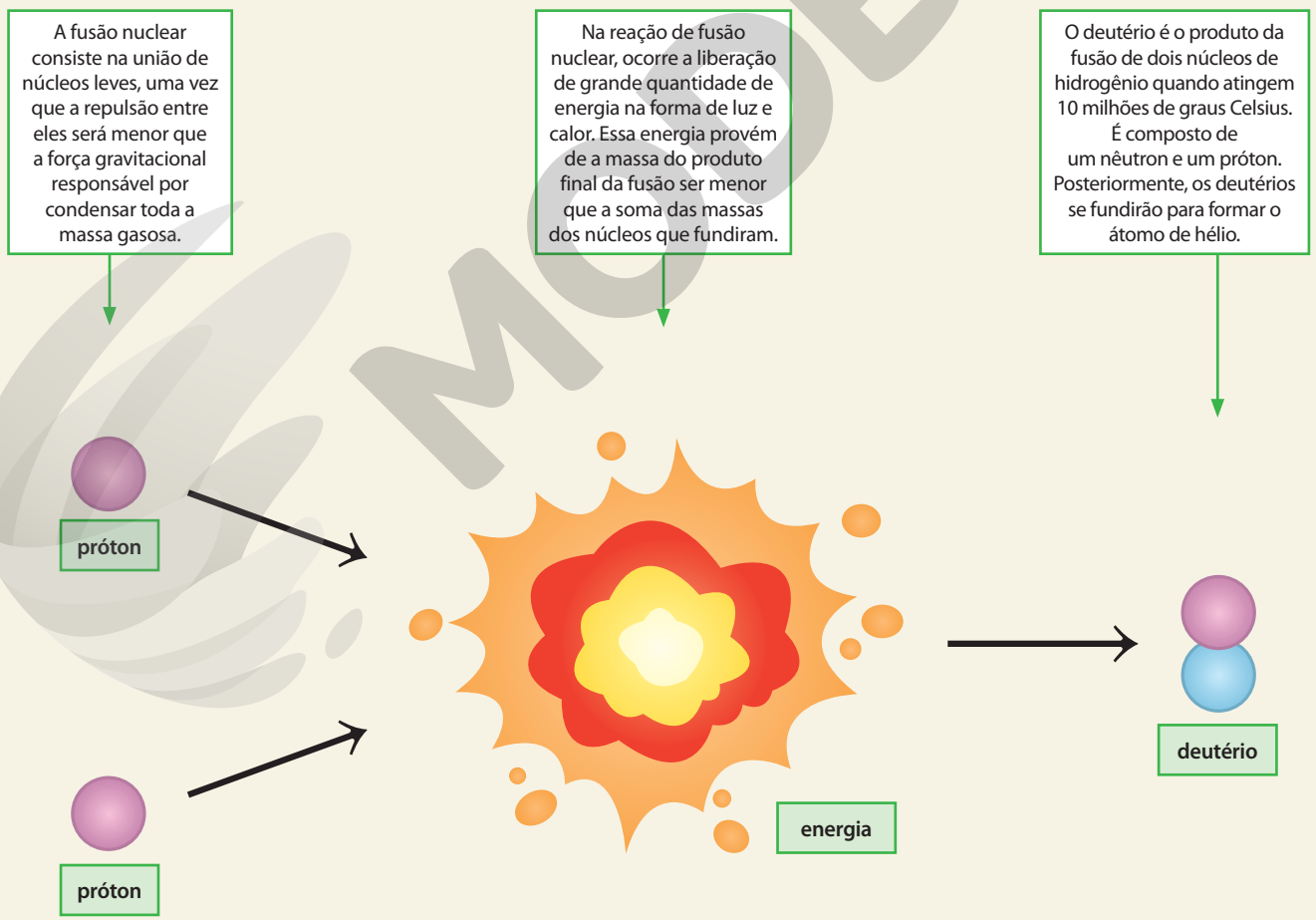
A segunda maneira consiste na análise da energia dos fótons, que no passado eram mais energéticos que hoje, cuja energia equivale aos fótons do micro-ondas. A partir disso, analisa-se a formação dos elementos da história cósmica de frente para trás, desde a formação das estrelas, dos átomos de hélio (He), hidrogênio (H) e lítio (Li), dos núcleos atômicos e, por fim, das partículas.

Páginas 34 e 35

BNCC EM DESTAQUE

- Os conteúdos dessas páginas possibilitam aos estudantes compreender, analisar e comparar modelos científicos referentes à evolução de uma estrela, de sua formação a sua morte, criados em diferentes épocas e culturas, contribuindo para desenvolver a habilidade **EM13CNT201**.

- É importante incentivar os estudantes a comparar os modelos atuais que explicam a formação e a evolução estelar com as explicações criadas em diferentes culturas. Incentive-os a apresentar o que perceberam aos colegas, promovendo uma discussão sobre o assunto.
- A interpretação do esquema da página **34** possibilita desenvolver o **pensamento computacional**. Para isso, oriente os estudantes a analisar cada etapa e processo separadamente, procurando informações detalhadas sobre cada uma delas. É importante que eles analisem separadamente, também, cada uma das possibilidades de processos, dependendo da massa das estrelas.
- Ao trabalhar o processo de nascimento de uma estrela, explique aos estudantes que, no centro da matéria condensada pela força gravitacional, os núcleos do átomo de hidrogênio (constituídos por apenas um próton), se fundem quando a temperatura atinge 10 milhões de graus Celsius. Na fusão, o átomo de hidrogênio é desfeito, formando um novo átomo com o núcleo constituído de um próton e um nêutron, chamado deutério. Como a massa do nêutron é menor que a massa do próton, na fusão de dois núcleos de hidrogênio há grande liberação de energia. Os átomos de deutério também sofrem fusão, formando um elemento mais pesado, denominado hélio. Veja o esquema a seguir.



Representação da fusão do hidrogênio no interior de uma estrela. Imagens sem proporção e em cores-fantasia.

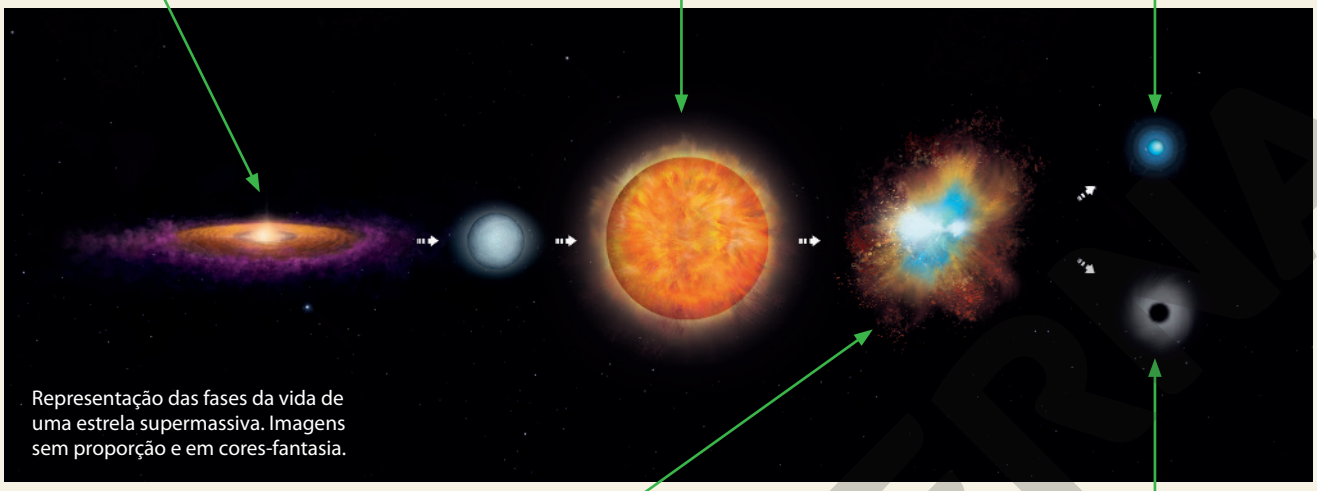
MODERNA

- Ao trabalhar o ciclo de vida do Sol, na página **35**, explique aos estudantes que estrelas supermassivas, com massa 10 vezes ou mais que a do Sol, podem ter um caminho diferente, como mostra o esquema abaixo.

Protoestrela: grande nuvem de gás e poeira com uma região central densa. O acúmulo de matéria aumenta a densidade e eleva a temperatura em seu centro.

Supergigante: os inúmeros fótons, criados pela fusão dos elementos que geram a energia de estrelas com grande massa, tanto de suas cascas como os do seu núcleo, empurram as camadas mais externas da estrela para fora em distâncias cada vez maiores, tornando-as supergigantes luminosas.

Estrela de nêutrons: a partir da explosão de supernova, se o remanescente dessa explosão é de 1,4 a 3 vezes maior que a massa do Sol, ele se torna uma estrela de nêutrons conhecida como pulsar.



ALEXANDRE DE SOUZA

Representação das fases da vida de uma estrela supermassiva. Imagens sem proporção e em cores-fantasia.

Supernova: à medida que a temperatura aumenta, as fusões continuam acontecendo, formando, eventualmente, o ferro (Fe). Assim que o núcleo for constituído completamente de ferro, a fusão cessa. A partir disso, a força gravitacional a comprime cada vez mais e a temperatura chega a 100 bilhões de graus Celsius, até o momento em que a força de repulsão entre os núcleos de ferro supera a força gravitacional e ocorre a explosão de supernova.

Buraco negro: a partir da explosão de supernova, se o remanescente dessa explosão é maior que 3 vezes a massa do Sol, sua própria gravidade supera as forças nucleares e ele se torna um buraco negro.

METODOLOGIAS ATIVAS

- Se achar conveniente, trabalhe o esquema apresentado anteriormente utilizando a estratégia de metodologia ativa *jigsaw*. Para isso, veja a página **XXI** e também siga as instruções abaixo.

1. Organize a turma em quatro grupos de base. Divida o conteúdo em quatro partes, de acordo com as etapas do esquema. Entregue uma parte do conteúdo ou texto a cada estudante e reserve um tempo para que leiam, cada um, sua parte do assunto e pesquisem sobre ele. É importante que todos tenham acesso somente à parte que lhes cabe do trabalho.
2. Reconfigure os grupos, formando os novos grupos de especialistas, ou seja, reúna os estudantes responsáveis a cada parte do conteúdo. Eles devem trocar ideias sobre o que compreenderam do fragmento que ficou sob sua responsabilidade.
3. Solicite aos estudantes que voltem para o grupo de base e expliquem aos colegas as partes discutidas nos grupos especialistas. Durante a dinâmica, circule entre os grupos e, se perceber que algum estudante está com dificuldade para se comunicar com a equipe, auxilie-o.

Páginas 36 e 37

- Sugira aos estudantes que troquem ideias em duplas para responder à questão **2** da página **36** e que exponham suas ideias às outras duplas. Aproveite o momento e solicite a eles que discutam sobre a importância da luz solar para a vida na Terra. Verifique se respondem que a luz do Sol é essencial para que as plantas realizem a fotossíntese, inserindo energia nas cadeias alimentares. Além disso, a luz solar contribui para manter a temperatura do planeta adequada à vida.
- Na página **37**, explique aos estudantes que a unidade de medida de luminosidade solar, no SI, é o watt (W), em homenagem ao engenheiro escocês James Watt (1736-1819). Essa unidade de medida mede a taxa temporal de trabalho realizado por determinada força, e é chamada potência, que equivale ao joule por segundo (J/s), ou seja, 1 W = 1 J/s.
- Ao trabalhar a representação das regiões centrais de uma estrela supergigante, comente com os estudantes que a temperatura cresce gradativamente com relação ao tipo de fusão e que a fusão do hidrogênio necessita de menor quantidade de energia quando comparada à do silício (Si). Apresente à turma as temperaturas para as respectivas fusões.

MODELO

Elemento	Temperatura
Fusão de hidrogênio (H)	$4 \cdot 10^7$ K
Fusão de hélio (He)	$2 \cdot 10^8$ K
Fusão de carbono (C)	$6 \cdot 10^8$ K
Fusão de neônio (Ne)	$1{,}2 \cdot 10^9$ K
Fusão de oxigênio (O)	$1{,}5 \cdot 10^9$ K
Fusão de ferro (Fe)	$2{,}7 \cdot 10^9$ K

Páginas 38 e 39

BNCC EM DESTAQUE

- A questão **3** da página **38** possibilita aos estudantes elaborar explicações e reconhecer o Sistema Solar como um sistema planetário composto por outros astros que orbitam uma estrela por meio de interações gravitacionais, contribuindo para desenvolver a habilidade **EM13CNT204**.

ACOMPANHAMENTO DA APRENDIZAGEM

- A questão **3** da página **38** possibilita ao professor verificar a concepção dos estudantes a respeito de sistemas planetários e se eles reconhecem o Sistema Solar como um desses sistemas. Para complementar essa verificação, inicie com os seguintes questionamentos: "O que é o Sistema Solar?"; "Qual é a maior estrela do Sistema Solar?"; "Quais são os planetas que constituem o Sistema Solar?". Solicite a eles que formem um círculo, a fim de estabelecer um diálogo a respeito do que entendem sobre estrelas e o Sistema Solar. É importante que todos os estudantes tenham a oportunidade de participar, expondo seus conhecimentos e valorizando as falas de seus colegas.
- Com base em suas respostas e na leitura das manchetes, leve-os a perceber que existem muitos outros sistemas planetários e que sua origem está relacionada à formação de estrelas.

- Ainda em círculo, trabalhe a interpretação e a investigação das manchetes apresentadas na página **38**. Para isso, faça a leitura das manchetes e proponha as seguintes questões.
  - Como se descobrem novos planetas?
  - De que forma essas descobertas podem ajudar no estudo da formação planetária?
  - Em que o corpo rochoso que orbita uma anã branca é semelhante à Terra?
- Se julgar necessário, apresente as notícias de forma integral aos estudantes, acessando-as nos respectivos *links*.

> Descoberta da Nasa pode revelar detalhes da formação planetária. *Exame*, 29 jul. 2019. Disponível em: <https://exame.com/ciencia/descoberta-da-nasa-pode-revelar-detalhes-da-formacao-planetaria/>. Acesso em: 6 abr. 2020.

> ZUCKERMAN, C. Minúsculo planeta recém-descoberto pode revelar o destino final da Terra. *National Geographic*, 19 abr. 2019. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/universo/2019/04/minusculo-planeta-recem-descoberto-pode-revelar-o-destino-final-da-terra>. Acesso em: 6 abr. 2020.

Página 40

BOXE COMPLEMENTAR

- Ao trabalhar a fotografia do buraco negro, explique aos estudantes que não é possível fotografá-lo diretamente. Para produzir uma fotografia, é necessário que a luz refletida pelo objeto fotografado incida sobre a câmera fotográfica. No caso dos buracos negros, sua gravidade é tão intensa, que nem mesmo a luz que entrar em uma região muito próxima dele consegue escapar. Assim, a fotografia apresentada na página é, provavelmente, algum corpo massivo sendo absorvido pelo buraco negro, girando tão rápido, que emite a luz captada pela câmera.
- Enfatize aos estudantes que um buraco negro é um corpo que absorve tudo a sua volta. Se um buraco negro de mesma massa que o Sol o substituísse, os planetas continuariam orbitando normalmente, porém com a ausência da luz.
- Explique que os buracos negros absorvem os corpos apenas quando estes ultrapassam determinado limite, denominado horizonte de eventos. Quanto mais massivo é o buraco negro, maior é seu horizonte de eventos. Caso algum objeto ultrapasse o limite e entre nessa região, para um observador do lado de fora, a imagem do objeto movimenta-se cada vez mais devagar, até paralisar. Isso acontece porque um buraco negro não absorve apenas a luz ou a massa, mas também o tempo.
- Em 1915, o físico alemão Albert Einstein (1879-1955) publicou a teoria geral da relatividade, que basicamente explica o funcionamento da gravidade, ou seja, a atração dos objetos com a Terra ou da Terra com o Sol. Para Einstein, a gravidade é sentida pela deformidade que os corpos massivos causam no espaço-tempo. Quanto maior a massa, maior é a deformação. Por isso, próximo a um buraco negro, a passagem do tempo acontece cada vez mais devagar, conforme a força gravitacional fosse maior.
- Divida a sala em dois grupos. Um grupo deverá pesquisar sobre a teoria da relatividade geral de Einstein e o outro, sobre a Mecânica Quântica.

  A teoria da relatividade geral descreve com muita exatidão o "mundo" das coisas grandes; já a Mecânica Quântica descreve muito bem o "mundo" do muito pequeno, das partículas subatômicas, dos átomos e das moléculas.

EXCLUSIVA

Se um buraco negro é pequeno o suficiente para ser estudado pela Mecânica Quântica e pesado o suficiente para os estudos da teoria da relatividade geral, crie um debate entre os grupos questionando qual deles explica melhor a "singularidade" localizada no centro de um buraco negro.

- **Veja a seguir a resposta da questão do boxe complementar da página 40.**

a) As supernovas podem ocorrer em estrelas que possuem massa superior a 8 massas solares. A observação desse fenômeno em outras galáxias é mais frequente, pois a presença de poeira estelar dificulta a observação de supernovas na Via Láctea.

b) Não. O Sol não possui a massa necessária para se transformar em um buraco negro. Estudos indicam que, futuramente, ele evoluirá para uma estrela classificada como anã branca.

c) Espera-se que os estudantes citem que o estudo de uma supernova auxilia na compreensão da origem e evolução do Universo e também de como se formam e se distribuem os elementos químicos nos corpos celestes.

Respostas e orientações para as Atividades

Páginas 41 e 42

4. a) Os elementos químicos presentes em todas as estrelas são o hidrogênio e o hélio, mas também podemos encontrar elementos mais pesados, como lítio, carbono, oxigênio e ferro.

b) Anã branca.

c) Estrela de Nêutrons. Esse é um dos estados da matéria mais exóticos do Universo, formado quando uma estrela supermassiva morre.

d) Supernova. É uma das maiores e mais violentas explosões que ocorre no Universo, quando uma estrela massiva colapsa em si própria.

e) Anã branca.

f) Ferro. Assim que uma estrela supermassiva produz ferro, a fusão nuclear é extinta e o próprio campo gravitacional da estrela faz com que ela colapse e exploda em uma supernova.

5. a) Falsa. A estrela D'Alva refere-se ao planeta Vênus.

b) Falsa. Júpiter é um dos planetas gasosos, e o último dos planetas rochosos (a partir do Sol) é o planeta Marte, com calotas polares que provavelmente contenham água.

c) Falsa. A Terra é considerada o planeta azul.

d) Falsa. Júpiter, Saturno, Urano e Netuno são planetas gasosos.

e) Verdadeira.

7. a) $3{,}00 \cdot 10^{-29}$ kg

$\Delta m = 4 \cdot m_H - m_{He} \Rightarrow$

$\Rightarrow \Delta m = 4 \cdot 1{,}67 \cdot 10^{-27} - 6{,}65 \cdot 10^{-27}$

$\therefore \Delta m = 3{,}00 \cdot 10^{-29}$ kg

b) $2{,}7 \cdot 10^{26}$ W

A energia dissipada pela diferença de massa entre o núcleo de hidrogênio e de hélio é dada por:

$E = \Delta m \cdot c^2 \Rightarrow$

$\Rightarrow E = 3{,}00 \cdot 10^{-29} \cdot (3{,}00 \cdot 10^8)^2$

$\therefore E = 2{,}7 \cdot 10^{-12}$ J

Assim, a energia total, por segundo, é:

$E_{TOTAL} = 2{,}7 \cdot 10^{-12} \cdot 10^{38}$

$\therefore E_{TOTAL} = 2{,}7 \cdot 10^{26}$ J

Portanto, a potência total gerada por unidade de tempo é:

$P_{OT} = \frac{E_{TOTAL}}{\Delta t} = \frac{2{,}7 \cdot 10^{26}}{1} \therefore P_{OT} = 2{,}7 \cdot 10^{26}$ W

CAPÍTULO 2
Organizando a matéria

Objetivos

- Associar a formação do Universo e a teoria do *Big Bang* aos modelos de origem e distribuição dos elementos químicos no Universo.
- Analisar e discutir as teorias atômicas desde a época dos filósofos gregos Leucipo (480 a.C.-420 a.C.), Demócrito (460 a.C.-370 a.C.) e Empédocles (490 a.C.-430 a.C.) e sua evolução, passando pelas teorias do químico inglês John Dalton (1766-1844), do físico inglês Joseph John Thomson (1856-1940), do físico japonês Hantaro Nagaoka (1865-1950), do físico neozelandês Ernest Rutherford (1871-1937), do físico dinamarquês Niels Bohr (1885-1962) e do físico austríaco Erwin Schrödinger (1887-1961) e comparar com as teorias atômicas atuais.
- Reconhecer a natureza elétrica da matéria e a presença de partículas subatômicas em sua composição.
- Relacionar as pesquisas para o aperfeiçoamento do modelo atômico com estudos realizados simultaneamente sobre a eletricidade e a radioatividade.

Este capítulo pode ser trabalhado pelo professor da área de **Ciências da Natureza e suas Tecnologias**, preferencialmente do componente curricular **Química**.

Página 43

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem dessa página contribui para o desenvolvimento da **competência específica 1 de Ciências da Natureza e suas Tecnologia**, pois aprofunda o conceito de matéria e sua composição, fornecendo subsídios para que os estudantes consigam analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos com base nas relações entre matéria e energia.
- Nessa página, é possível ainda trabalhar a habilidade **EM13CNT201** ao questionar os estudantes e promover a reflexão, análise e discussão a respeito de um modelo atômico.

MODERNA

- Para levantar os conhecimentos prévios dos estudantes a respeito do que é matéria, discuta com eles a questão proposta no primeiro parágrafo, sobre o átomo como partícula fundamental na formação da matéria. Conduza a discussão de modo a introduzir o modelo atômico representado na ilustração. Mostre a eles a estrutura dos átomos, apresentando as partículas e regiões que os constituem.
- Dê exemplos para explicar o conceito de átomo neutro, mostrando aos estudantes que esses átomos têm a mesma quantidade de elétrons e de prótons e que os nêutrons não estão envolvidos. Se considerar necessário, desenhe na lousa a estrutura desses átomos exemplificados, destacando os elétrons e os prótons.

BNCC EM DESTAQUE *Páginas 44 e 45*

- A abordagem dessas páginas contribui para o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT209**, pois possibilita aos estudantes analisar a evolução estelar associando-a aos modelos de origem e distribuição dos elementos químicos no Universo, estabelecendo relações com as condições necessárias ao surgimento de sistemas solares e planetários, suas estruturas e composições. Além disso, fornece subsídios que possibilitam aos estudantes analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica do Cosmo para elaborar argumentos sobre a formação, a composição e a evolução do Universo, o que contribui com o desenvolvimento da **competência específica 2 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias**.

METODOLOGIAS ATIVAS

- Promova uma discussão da questão proposta no primeiro parágrafo da página **44**, sobre o surgimento dos elementos químicos. Se julgar conveniente, desenvolva essa atividade utilizando a estratégia *fishbowl* (veja mais orientações na página **XXII**). Para isso, forme círculos para que os estudantes possam conversar e expor seus conhecimentos prévios sobre o assunto, bem como suas opiniões e ideias sobre como surgiram os elementos químicos que estão presentes no Universo e que constituem a matéria. Dessa maneira, você pode avaliar os conhecimentos deles a respeito dos elementos químicos e planejar como conduzir a abordagem deste conteúdo.

SALA DOS PROFESSORES

- Na página **44** é citada a teoria do *Big Bang*. Desenvolva um trabalho interdisciplinar com o professor do componente curricular **Física**, que trata com detalhes esse conteúdo. Os estudantes podem reproduzir a ilustração dessa página no formato de uma linha do tempo e, em seguida, criar ilustrações mostrando a formação dos elementos químicos por meio da fusão de átomos. Verifique também a possibilidade de eles gravarem um vídeo ou elaborarem um *flipbook* explicando a origem dos elementos, filmando as ilustrações produzidas em sequência. Se sua turma apresenta conhecimentos para produção desse material de forma digital, incentive-os para que o façam, para publicá-lo posteriormente no *site* da escola ou em suas redes sociais. Essa atividade contribui com o desenvolvimento da **competência geral 5**, bem como a **competência específica 3 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias**, pois incentiva os estudantes a disseminar seus conhecimentos e conclusões sobre o assunto a variados públicos por meio de tecnologias digitais de informação. Além disso, ela possibilita que os estudantes criem suas próprias maneiras de divulgar suas opiniões, utilizando ferramentas que fazem parte das **culturas juvenis**.

- Se julgar conveniente, faça uma leitura dos esquemas de ilustrações **(A)** e **(B)** da página **45**. Explique que a formação de átomos maiores também ocorre por meio do processo de fusão nuclear, em diferentes condições de pressão e temperatura.
- Proponha uma discussão para responder à questão **6** da página **45**. Nesse momento, pode-se utilizar a estratégia de ensino híbrido. Para isso, incentive os estudantes a usar seus celulares para pesquisar mais informações e elaborar uma resposta. Organize os estudantes em grupos para que façam essa pesquisa e depois promova um debate com a turma, a fim de desenvolver uma resposta em conjunto.

Páginas 46 e 47

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem dessas páginas contribui para o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT209**, pois mostra a origem e a distribuição dos elementos químicos e suas relações com as condições necessárias ao surgimento de sistemas solares e planetários, bem como suas estruturas e composições.

ACOMPANHAMENTO DA APRENDIZAGEM

- Discuta com a turma a questão **7** proposta na página **46**. Por serem conteúdos que envolvem termos e conceitos novos, relembre o que foi trabalhado até agora neste capítulo.

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

- Organize a turma em cinco grupos. Em seguida, peça aos estudantes que montem um painel, atribuindo um tema a cada grupo. Um grupo fará um esquema do planeta Terra, mostrando suas camadas internas e a crosta. Aos demais, solicite que abordem a presença e as características de cada elemento citado no **Livro do estudante**, como ferro (Fe), oxigênio (O), silício (Si) e magnésio (Mg), na composição do planeta.

MODERNA

Página 49

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem das páginas **49** a **55** contribui para o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT201**, pois possibilita aos estudantes analisar e discutir teorias, leis e modelos propostos em diferentes épocas e culturas para explicar a composição da matéria.

- A partir dessa página, serão abordados os principais modelos atômicos. Após trabalhar cada uma dessas teorias, nos últimos minutos de aula, realize a estratégia *one minute paper* (veja mais orientações na página **XX**). Para isso, solicite aos estudantes que façam notas sobre aspectos da aula, por exemplo, os principais conceitos apreendidos e as dúvidas que surgiram. Você pode guiá-los, perguntando o que aprenderam sobre cada um dos modelos. Dessa maneira, você obterá informações que orientarão seu planejamento e avaliação.
- O tópico se inicia apresentando as teorias sobre a formação da matéria propostas na Antiguidade. Comente com os estudantes que, para a época, as principais teorias apresentavam argumentos lógicos e muitas de suas proposições foram testadas experimentalmente e que alguns aspectos das teorias propostas há mais de dois mil anos, como as de Demócrito e Leucipo, continuam válidos ainda hoje, apesar das limitações.
- Aproveite as ideias iniciais sobre os modelos de constituição da matéria para enfatizar aos estudantes que a Ciência é feita com ideias explicativas, preditivas e que podem mostrar-se equivocadas com o tempo. Pergunte a eles como os modelos atômicos foram se aperfeiçoando ao longo do tempo.

ACOMPANHAMENTO DA APRENDIZAGEM

- Para verificar o que os estudantes compreenderam sobre modelos científicos, solicite que construam, em conjunto, o conceito de modelo científico e apresentem a você. Verifique se eles relacionam os modelos científicos a representações de ideias, processos, acontecimentos ou objetos criados para que sejam realizados estudos.
- Complemente questionando os estudantes sobre o que motivava os cientistas a criar novos modelos atômicos. Verifique se eles perceberam que os modelos atômicos não explicam apenas a estrutura do átomo, mas também permitem fazer previsões, de modo que possam ser aperfeiçoados. Ressalte que, em experimentos posteriores, novos modelos precisaram ser propostos para explicar os fenômenos observados experimentalmente. Cada novo modelo proposto deve, necessariamente, explicar o que o antigo explicava e, ainda, agregar novas explicações para mostrar por que um modelo deve ser aperfeiçoado.

Página 50

- Ao abordar o modelo atômico de Dalton, comece situando os estudantes no tempo. Diga a eles que somente 2 mil anos após os filósofos gregos desenvolverem teorias sobre a composição da matéria é que foi estabelecido o primeiro modelo atômico com bases científicas, o qual tem pouco mais de dois séculos. Portanto, comparado à época dos gregos, podemos considerar que se trata de um modelo relativamente recente.
- Explique aos estudantes os postulados de Dalton e diga que alguns deles ainda permanecem válidos. A cada novo modelo estudado, retome cada postulado e discuta com os estudantes se permanece válido ou não.
- Peça aos estudantes que observem a representação que Dalton usava para os elementos químicos e questione por que esse tipo de representação não explica todos os aspectos da matéria e precisou ser revista.
- Ao afirmar que a massa de determinado composto era igual à soma das massas dos átomos que o compõem, Dalton estabeleceu uma base para a lei da conservação das massas.
- Aproveite a explicação dos esquemas **(A)** e **(B)** para mostrar aos estudantes que um número limitado de elementos químicos permite que sejam formadas milhões de substâncias. Como ocorre nesses exemplos, as quantidades de átomos de cada elemento diferem entre as várias substâncias.

Página 51

- Ao abordar o modelo atômico de Thomson, ressalte a importância das pesquisas sobre eletricidade e radioatividade na proposição desse modelo.

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

- Peça aos estudantes que façam uma pesquisa sobre as descobertas do físico francês Antoine Henri Becquerel (1852-1908) e de Thomson nos campos da radioatividade e da eletricidade no final do século XIX, quando este último começou a realizar suas pesquisas com raios catódicos. Depois que for apresentado o novo modelo atômico, oriente-os para que relacionem a importância de os resultados obtidos por um cientista funcionarem como base para o trabalho de outros.

- Faça um esquema do tubo de raios catódicos na lousa e explique para os estudantes como é seu funcionamento. Em seguida, converse com eles sobre o porquê de o modelo atômico de Dalton não explicar as observações experimentais de Thomson.
- Depois, apresente o modelo de Thomson aos estudantes e peça a eles que acompanhem a ilustração do átomo contida no **Livro do estudante**.

Página 52

- Explique aos estudantes o modelo de Nagaoka e, em seguida, peça a eles que o comparem com o modelo de Thomson, estabelecendo uma semelhança e uma diferença entre os

EDMODERNA

dois. Com base nesse modelo, saliente que uma parte significativa do átomo é formada por espaço vazio. O conceito de descontinuidade da matéria é bastante abstrato e pode ser de difícil compreensão por parte dos estudantes.

- Inicie a explicação sobre o modelo de Rutherford, usando a ilustração do experimento da folha de ouro. Mostre aos estudantes que se o átomo fosse maciço, como no modelo de Thomson, as partículas α não atravessariam a folha metálica. Portanto, o modelo de Nagaoka parecia fornecer indícios melhores para explicar o resultado do experimento. Em seguida, eles podem usar o simulador, citado no **Livro do estudante** para melhor visualizar como se deu a experiência de Rutherford. Para verificar se compreenderam o experimento, peça-lhes que respondam à questão proposta.

Resposta da questão 2

2. O objetivo dessa questão é levar os estudantes a relacionar o modelo atômico proposto por Rutherford aos resultados experimentais, refletindo sobre as características das partículas alfa, dos prótons e dos elétrons. Espera-se que eles comentem que as partículas alfa que atravessaram a lâmina de ouro provavelmente incidiram na região em que se encontram os elétrons do átomo de ouro. Já as partículas que desviaram muito de sua trajetória, possivelmente incidiram no núcleo desses átomos. E, por fim, as que desviaram pouco, possivelmente, passaram próximo ao núcleo. Nesse caso, a carga elétrica positiva do núcleo e da partícula alfa fez com que elas se repelissem, alterando a direção da trajetória da partícula alfa.

Página 53

BNCC EM DESTAQUE

- A atividade proposta no boxe **Trocando ideias** possibilita o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT304**, pois leva os estudantes a refletir sobre o assunto em questão e a analisar e debater situações muitas vezes controversas sobre a aplicação do conhecimento da área de **Ciências da Natureza e suas Tecnologias**, mais especificamente, do conhecimento sobre energia nuclear, por meio de argumentos consistentes, éticos e responsáveis.
- Essa atividade também possibilita o desenvolvimento das **competências gerais 7** e **9**, pois leva os estudantes a trocar ideias e argumentar, com base em fatos, dados e informações confiáveis, para defender pontos de vista que respeitem e promovam os direitos humanos e o posicionamento ético.
- Um possível trabalho integrado com o componente curricular **Geografia** contribui para o desenvolvimento da **competência específica 5 de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**, pois incentiva os estudantes a identificar e combater as diversas formas de injustiça e violência, percebendo a importância de adotar princípios éticos e democráticos.

- Retome o conceito de átomo neutro, trabalhado no início deste capítulo, para explicar a definição de número atômico formulada pelo físico inglês Henry Gwyn Jeffreys Moseley (1887-1915).
- Em seguida, cite o experimento desenvolvido pelo físico nuclear inglês James Chadwick (1891-1974), usando a ilustração deste experimento e sua descoberta do nêutron.
- Oriente os estudantes na análise da tabela com as cargas e massas das partículas de forma que percebam que a carga elétrica do próton e do elétron são idênticas, mas com sinal contrário. Comente que se convencionou atribuir o sinal negativo para o elétron.

Página 53

TROCANDO IDEIAS

Objetivos

- Exercitar a autonomia na busca por informações em fontes confiáveis.
- Elaborar argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis, com embasamento científico, a fim de discutir sobre assuntos polêmicos, respeitando diferentes opiniões.

Orientações

- Oriente os estudantes a obter informações sobre o assunto em questão na biblioteca, acessando *sites* ou outros recursos digitais.
- Incentive e acompanhe o debate, lembrando sempre aos estudantes que a radioatividade tem muitas aplicações importantes, e não bélicas, embora geralmente o senso comum seja de que está associada às guerras e à destruição. Veja mais dicas sobre como orientar os estudantes em um debate na página **XX** deste suplemento.
- Solicite aos estudantes que proponham ações e maneiras de trazer o aprendizado dessa atividade para o dia a dia – tomar decisões éticas e responsáveis em situações do cotidiano, refletir antes de agir, avaliar os malefícios originados do uso indevido de informações, entre outros.
- As informações obtidas pelos estudantes podem ser apresentadas utilizando recursos digitais, em que eles próprios podem produzir um documentário, gravar um vídeo, elaborar um *podcast*, entre outras possibilidades. Esse tipo de abordagem possibilita que os estudantes criem suas próprias maneiras de divulgar suas opiniões e o conhecimento científico, por meio de ferramentas que fazem parte das **culturas juvenis**.
- Essa atividade permite a integração com os componentes curriculares **Física**, **Biologia** e **Química** no que envolve o estudo e as aplicações da radioatividade, **Biologia** e **Química**, que analisam as consequências do uso indevido ou descontrolado das radiações e os benefícios de seu uso de forma correta e **Geografia**, que analisa a geopolítica envolvida no desenvolvimento do conhecimento sobre o tema, que pode ser usado para fins pacíficos ou como ameaça entre as nações. O trabalho integrado com o componente curricular **Geografia** contribui para o desenvolvimento da

MODERNA

competência específica 5 de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas, pois incentiva os estudantes a identificar e combater as diversas formas de injustiça e violência, percebendo a importância de adotar princípios éticos e democráticos.

Resposta

- Em relação à aplicação do conhecimento da Física Nuclear, os estudantes podem citar exemplos, como o desenvolvimento de técnicas de diagnóstico e tratamento de doenças, geração de energia elétrica, esterilização de alimentos e aplicações industriais.

Páginas 54 e 55

- Retome o modelo de Rutherford e retome com os estudantes uma de suas incoerências:

  Os corpos com carga elétrica em movimento emitem radiação. Sendo assim, os elétrons, que se movem rapidamente ao redor do núcleo, de acordo com Rutherford, tenderiam a perder energia, sendo atraídos pelo núcleo. Isso causaria o colapso do átomo, o que na prática impediria a existência de átomos e, consequentemente, de qualquer elemento químico.

  Em seguida, construa com os estudantes o raciocínio que leva à elaboração do modelo de Bohr.
- Comente que os cálculos para a determinação dos orbitais são complexos e não fazem parte do escopo do Ensino Médio. Cite o princípio da incerteza de Heisenberg, enunciado em 1927 pelo físico alemão Werner Heisenberg (1901-1976), que afirma que a posição e a velocidade dos elétrons em um átomo não podem ser conhecidas simultaneamente com total precisão.

SALA DOS PROFESSORES

- A abordagem histórica dos modelos atômicos apresentada neste capítulo possibilita o trabalho conjunto com os professores da área de **Ciência Humanas e Sociais Aplicadas**, preferencialmente com o professor do componente curricular **Filosofia**. Mesmo antes de a Ciência moderna se estabelecer, a estrutura do pensamento científico já era definida e utilizada pelos antigos filósofos, a exemplo do atomismo de Leucipo e Demócrito.
- Veja mais informações a respeito da história do estudo dos modelos atômicos.

  A essa altura, temos de considerar a finalidade do modelo. O que definirá sua complexidade é o conceito que será explicado, usando um modelo atômico. A historicidade da proposição do modelo constitui uma estratégia didática para a discussão de sua construção à luz do conhecimento científico da época. Na evolução dos modelos de átomo, o de John Dalton (1808) é o mais simples: uma bola. O de John Thomson (1898) coloca partículas carregadas positiva e negativamente dentro da bola. Por outro lado, o modelo de Ernest Rutherford (1911) define regiões dentro da bola em que se localizam as cargas positivas (prótons no núcleo) e as negativas (elétrons na eletrosfera). O de Niels Bohr (1913) define as energias permitidas para as entidades subatômicas, a fim de conferir estabilidade a esse sistema. Essas mudanças ocorreram devido ao avanço do conhecimento científico. Eles partem da Mecânica Clássica – Newtoniana – para a Quântica, com as contribuições de Albert Einstein (1905), pela introdução do conceito de probabilidade, e de Louis de Broglie (1924), com a hipótese da dualidade da matéria – onda e partícula. O elétron tem comportamentos ondulatório e corpuscular associados. Os modelos explicativos da natureza da matéria mudaram ao longo do tempo, desde os filósofos gregos Demócrito e Leucipo (400 a. C.), mas a realidade do átomo, não. O que mudou foi como compreendemos o modelado, ao nos aproximarmos do real. Esse conceito é de difícil compreensão tanto para estudantes quanto para professores e percebe-se como eles têm dificuldades de apontar o valor de verdade em relação aos modelos mecanicistas e quânticos sobre a estrutura da matéria.

  É importante mostrar o caráter hipotético e empírico da Ciência, as limitações das teorias e os problemas pendentes de solução, além de apresentar para os estudantes a aventura da criação científica, evitando visões dogmáticas sobre como se acumula o conhecimento científico e sua produção coletiva. Deve-se mostrar a Ciência como uma construção humana, coletiva, fruto do trabalho de muitas pessoas, evitando a ideia de algo feito basicamente por gênios, em sua maioria homens. Vale lembrar da imagem das Ciências e dos cientistas que são apresentadas nos manuais didáticos e que reforçam as concepções sobre Ciência e construção do conhecimento científico como aquelas apontadas acima. A história contada no livro didático sobre a proposição do modelo atômico de Rutherford é um exemplo disso e se constitui como uma leitura do fato científico simplificadora do arcabouço da construção do entendimento dos experimentos do químico neozelandês. Este estudava o fenômeno de espalhamento de partículas em interação com a matéria, orientando o trabalho de doutorado do físico inglês Ernest Marsden (1889-1970) e do físico alemão Hans Geiger (1882-1945). Eles não realizaram apenas a experiência da lâmina de ouro presente no livro didático, mas experimentaram outros materiais e várias substâncias emissoras de partículas alfa. A conclusão fundamental que permite aquele delineamento experimental é a descoberta da existência de uma região de alta densidade de carga positiva. A limitação imposta a esse modelo, à luz da Mecânica Clássica Newtoniana, presente no livro didático, não é objeto de proposição de Rutherford, mas de outros pensadores sobre uma estruturação submicroscópica da matéria, como a neutralidade desse sistema, o mo-

MODERNA

vimento de partículas. Bohr, estudante de doutorado de Rutherford, vai propor outro modelo explicativo, mudança de paradigma, agora à luz da Mecânica Quântica, já estruturada desde o início do século XX, com os trabalhos do físico alemão Max Planck (1858-1947) e de outras contribuições, como o descobrimento das raias espectrais, pelo físico suíço Johann Balmer (1825-1898), na segunda metade do século anterior.

Página 56

INVESTIGUE

Objetivos

- Compreender o funcionamento dos fogos de artifício.
- Verificar empiricamente o modelo atômico de Bohr e suas características.
- Relacionar os elementos químicos metálicos e a coloração emitida durante a queima dos fogos de artifício.

Orientações

- Essa atividade demanda um certo tempo para os estudantes discutirem, pesquisarem e elaborarem uma estratégia. Dessa forma, sugerimos que ela seja realizada em mais de uma aula.
- Se julgar oportuno, apresente aos estudantes imagens ou vídeos de uma queima de fogos de artifício realizada em situações de relevância para eles. Procure mídias que mostrem diversos aspectos dessas apresentações, principalmente evidenciando diferentes cores.
- Peça aos estudantes que se reúnam em grupos e tentem responder às duas questões sugeridas na **Contextualização** sobre os fogos de artifício. Verifique se eles percebem que os fogos de artifício são feitos com materiais que apresentam diferentes elementos químicos e que alguns desses elementos, quando entram em combustão, emitem luz em diferentes cores. Caso seja necessário, oriente-os para que façam uma pesquisa para responder às questões.

  Nesse momento, é importante verificar se os estudantes identificaram que nessa atividade vão investigar a identificação dos elementos químicos de acordo com a cor da luz emitida por eles. Comente que essa investigação está relacionada ao modelo atômico de Bohr.

Respostas das questões de contextualização

a) Os fogos de artifício são feitos, basicamente, de um tubo de papelão, contendo uma mistura de pólvora (enxofre (S), carvão e nitrato de potássio (KNO_3)), e sal ou pó metálico de determinado elemento químico, responsável pela cor emitida durante a explosão.

b) Os átomos do metal que compõe a mistura presente nos fogos de artifícios são responsáveis pela coloração emitida durante a explosão. Ao absorverem a energia proveniente da explosão, os elétrons dos metais mudam para um nível mais energético (estado excitado); ao retornarem para o nível de energia original (estado fundamental), emitem energia na forma de luz. O espectro luminoso está relacionado com o elemento químico e com a quantidade de energia emitida por seus elétrons.

- Após a discussão inicial, é o momento de os estudantes trocarem ideias para desenvolver uma atividade prática experimental, a fim de buscar respostas às questões iniciais. Certifique-se de que os grupos formados estejam homogêneos e bem distribuídos na sala.
- Essa atividade incentiva o desenvolvimento do **pensamento computacional**. Converse com os estudantes a respeito do uso dos fundamentos da computação por meio das capacidades criativa, crítica e estratégica. Solicite que dividam o problema em partes menores, facilitando a resolução, com atenção aos detalhes importantes que devem ser considerados na execução da atividade. Em seguida, incentive os estudantes a refletir sobre cada questão sugerida. O objetivo dessas questões é levá-los a considerar importantes aspectos que devem ser considerados na realização da atividade prática. Acompanhe-os na elaboração desse roteiro, instigando-os a pensar sobre o que é necessário ocorrer para que os fogos de artifício entrem em ação, ou seja, a combustão inicial. Por meio dessa discussão, verifique se eles perceberam a necessidade de utilizar uma chama para realizar a investigação. Aproveite a segunda questão para que os estudantes identifiquem um dos materiais que precisarão para realizar a atividade, como o bico de Bunsen ou a lamparina a álcool.
- Verifique se os estudantes perceberam que, de alguma maneira, eles precisarão fazer com que as substâncias citadas na atividade entrem em contato com a chama do bico de Bunsen. À medida que os grupos sugerirem a proposta de investigação, avalie as sugestões, questionando-os sobre possíveis riscos e problemas. Se julgar conveniente, sistematize com a turma um roteiro único, em que deverão estar claras todas as etapas do procedimento.
- Veja a seguir uma sugestão de procedimento para o teste de chama.

Materiais

- 7 copos de 200 mL
- 7 etiquetas adesivas
- proveta de 50 mL
- álcool etílico anidro 99%
- 7 colheres pequenas (café)
- 7 palitos de churrasco
- algodão
- bico de Bunsen ou lamparina a álcool
- cloreto de sódio ($NaCl$)
- cloreto de cálcio ($CaCl_2$)
- cloreto de potássio (KCl)
- sulfato de cobre ($CuSO_4$)
- cloreto de bário ($BaCl_2$)
- cloreto de estrôncio ($SrCl_2$)
- cloreto de lítio ($LiCl$)

Procedimentos

a) Etiquete os 7 copos com o nome de cada um dos 7 sais, enfileirando-os.

EM ABERTO

b) Coloque 5 g de cada um dos sais em seu respectivo copo previamente, identificado com a etiqueta.

c) Utilizando a proveta, adicione 50 mL de álcool etílico em cada um dos copos.

d) Utilize a colher para homogeneizar a mistura de sal e álcool contida em cada copo. Lave a colher e seque-a bem antes de usá-la em outra mistura, evitando a contaminação das soluções.

e) Construa no caderno um quadro com duas colunas: "*Nome da substância*" e "*Cor da chama*". Esse quadro será preenchido com os dados observados ao longo do experimento.

f) Faça pequenas bolinhas de algodão e prenda-as na ponta dos palitos de churrasco.

g) Peça ao professor que acenda a lamparina ou o bico de Bunsen.

h) Mergulhe o algodão preso ao palito de churrasco no copo contendo a primeira solução.

- Durante a execução da proposta de investigação elaborada pelos estudantes, sugerimos que o professor continue atuando como orientador, incentivando-os a encontrar soluções para os problemas que surgirem. No entanto, execute as etapas que podem causar danos a eles, como manipular objetos cortantes ou aquecidos.
- Sugira a um dos estudantes que fique responsável por registrar todas as etapas e os resultados por meio de vídeo, que pode ser feito com uma filmadora ou um *smartphone*. Esse tipo de abordagem possibilita que os estudantes criem suas próprias maneiras de divulgar o conhecimento científico, utilizando ferramentas que fazem parte das **culturas juvenis**.
- Oriente os estudantes para que registrem no caderno as respostas das questões sugeridas em **Análise dos dados e divulgação**. O objetivo dessas questões é, além de fazê-los registrar os resultados obtidos, relacionar esses resultados com os conteúdos e refletir sobre a relevância dessa investigação.
- A partir das discussões sobre as questões, os estudantes deverão retomar as questões iniciais e verificar se as hipóteses que levantaram foram comprovadas ou refutadas por meio da investigação realizada.
- Oriente os estudantes na finalização do vídeo, apresentando os resultados, as discussões das questões e as conclusões de forma expositiva.

Respostas

1. Sódio: amarelo; cálcio: alaranjado; potássio: violeta; cobre: verde; bário: verde-amarelado; estrôncio: vermelho; lítio: rosa.

2. Ao modelo atômico de Bohr. Os elétrons, ao absorverem a energia proveniente da chama, saltam para um estado mais energético (estado excitado); ao retornar para o seu estado energético inicial (estado fundamental), emitem a energia absorvida na forma fótons de luz (radiação eletromagnética). As diferentes colorações das chamas se referem à emissão de fótons de luz com diferentes comprimentos de onda no espectro visível.

3. Os fogos de artifício utilizam misturas que apresentam diferentes elementos químicos em sua composição. Cada elemento emite luz com diferentes comprimentos de onda, como o explicado pelo modelo atômico de Bohr, o que permite criar o espetáculo de cores no céu.

4. Espectrometrias são exemplos de técnicas utilizadas para a identificação dos elementos químicos e substâncias presentes em uma amostra qualquer, como medicamentos, plantas, amostras clínicas, além de serem utilizadas em telescópios para a identificação de elementos químicos que compõem os corpos celestes.

Destino dos resíduos

- As soluções preparadas devem ser devidamente rotuladas e armazenadas, para que sejam reaproveitadas em outras atividades. Caso não seja possível armazenar as soluções, elas devem ser encaminhadas ao órgão de descarte de produtos químicos do município.

  Os palitos de churrasco devem ser limpos em água corrente, para a eliminação de resíduos, e podem ser descartados em lixo orgânico ou utilizados como matéria seca em composteiras.

Respostas e orientações para as Atividades

Página 48

1. **a)** Foi a partir do *Big Bang* que se formaram os primeiros elementos químicos no Universo: o hélio e o hidrogênio. Já a formação das estrelas envolve uma série de eventos que possibilitaram e ainda possibilitam a diversificação dos elementos químicos.

b) Em determinado momento da história da Terra, a combinação entre átomos de diferentes elementos químicos deu origem a moléculas orgânicas, que, por sua vez, deram origem a compostos mais complexos e essenciais à vida, como carboidratos, proteínas e ácidos nucleicos.

c) Espera-se que os estudantes comentem que foi a partir de uma nuvem de gases e poeira, resultante da morte de uma estrela, que se formou a Terra. Os elementos químicos presentes nessa poeira foram incorporados ao planeta, originando moléculas orgânicas, as quais foram a base para o desenvolvimento da vida terrestre, inclusive dos seres humanos.

3. **a)** Espera-se que eles comentem que a distribuição dos elementos químicos na Terra não é homogênea, havendo predomínio de alguns desses elementos em detrimento de outros. Além disso, a concentração de cada elemento varia entre as camadas da Terra.

b) Espera-se que os estudantes comentem que esse processo possibilitou a ocorrência e a distribuição diferencial dos elementos químicos, de acordo com sua densidade, resultando na formação das camadas da Terra.

c) Espera-se que eles avaliem os prós e os contras de cada um dos tipos de divulgação de dados e informações, considerando, por exemplo, que os gráficos têm um apelo mais visual e, por isso, podem facilitar a interpretação dos dados.

MODERNA

4. Soma: 01 + 04 + 08 = 13

01 – Correta.

02 – Incorreta. Os limites entre as camadas que formam a estrutura da Terra são chamados descontinuidades, que separam regiões que apresentam mudanças relativamente bruscas de composição química. Isso pode ser percebido pelos estudos realizados com ondas sísmicas.

04 – Correta.

08 – Correta.

16 – Incorreta. A crosta é a camada mais externa do planeta, composta basicamente pelos elementos químicos oxigênio, silício, alumínio, ferro, cálcio, magnésio, potássio e sódio.

Página 57

2. Alternativa **b**.

Alternativas **a**, **c**, **d** e **e**: incorretas. A teoria atômica de Dalton considerava que os átomos eram esféricos, maciços e indivisíveis. Já a teoria atômica de Rutherford sugere que o átomo era formado por uma pequena região central positiva, que concentrava quase toda a massa do átomo – o núcleo –, e era circundada por um grande espaço vazio. Nesse espaço, localizavam-se os elétrons, os quais se movimentavam em torno do núcleo seguindo órbitas específicas. O modelo atômico de Bohr se caracteriza por um núcleo atômico denso, que apresenta carga positiva; ele sugeriu que os átomos de diferentes elementos químicos teriam determinados estados de energia, uma vez que emitiam radiações em determinados comprimentos de onda. Portanto, a relação correta é:

I - Rutherford; II - Dalton; III - Bohr.

3. a) Alternativa **e**. De acordo com o modelo atômico proposto por Bohr, quando o elétron absorve energia suficiente, ele se desloca de um nível de menor energia para um de maior energia. Quando retorna ao nível original, o elétron emite, na forma de fóton, a mesma quantidade de energia antes absorvida.

b) Espera-se que os estudantes comentem que os elétrons estão distribuídos na eletrosfera e se movimentam em torno do núcleo seguindo órbitas circulares, as chamadas camadas de energia. Eles podem se mover entre essas camadas, absorvendo ou emitindo energia. Sendo assim, a exposição dos adesivos à luz ambiente faz com que eles absorvam essa energia, passando para camadas de energia mais afastadas do núcleo. No escuro, os elétrons excitados liberam, sob a forma de fóton, a energia previamente absorvida, resultando no brilho esverdeado característico desses objetos.

c) Espera-se que os estudantes elaborem uma animação que inclua a representação de um átomo, com seu núcleo, diferentes níveis de energia e um elétron. Eles devem demonstrar que a absorção de energia (luz ambiente, no caso do exemplo) faz o elétron passar para camadas mais afastadas do núcleo, tornando-se excitado. No escuro, a energia que foi previamente absorvida é liberada sob a forma de um fóton, resultando no brilho característico desses objetos. Essa animação pode ser publicada no *site* da escola ou nas redes sociais.

d) Espera-se que os estudantes comentem que sim, pois, ao serem mantidos no escuro, os elétrons do sulfeto de zinco não seriam excitados, impossibilitando a liberação de energia sob a forma de luz quando os elétrons retornassem à camada de energia do estado estacionário.

e) Resposta pessoal. Os estudantes podem citar interruptores de lâmpadas elétricas, ponteiros de relógio e placas de segurança.

CAPÍTULO 3
Organização dos elementos químicos

Objetivos

- Avaliar as diferentes formas de organização dos elementos químicos propostas ao longo da evolução histórica da Química.
- Explorar a tabela periódica atual e a lógica de sua estrutura.
- Consultar a classificação dos elementos químicos por períodos, grupos e características comuns em uma tabela periódica.

Esse capítulo pode ser trabalhado pelo professor da área de **Ciências da Natureza e suas Tecnologias**, preferencialmente do componente curricular **Química**.

Páginas 58 e 59

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem dessas páginas contribui para o desenvolvimento das **competências gerais 1** e **2**, pois mostra aos estudantes o desenvolvimento do pensamento científico, especificamente da organização dos elementos químicos, por meio da história.
- O trabalho com essas páginas possibilita aos estudantes perceber que diversos modelos de organização foram propostos, cada qual com seus prós e contras, mas evoluíram de forma a serem cada vez mais lógicos e de uso prático, até ser formulado o modelo atualmente aceito. Dessa forma, é trabalhada a habilidade **EM13CNT201**.

METODOLOGIAS ATIVAS

- Se julgar conveniente, faça pausas estratégicas durante a leitura das primeiras tabelas periódicas, desenvolvidas por diferentes cientistas ao longo da história, e pergunte aos estudantes sobre a contribuição dessa classificação para a construção do conhecimento a respeito da organização dos elementos químicos. Peça a cada estudante que responda a essa questão para o colega mais próximo. Essa atividade permite o trabalho com a metodologia ativa *turn and talk*.

MODERNA

- A questão **1** da página **58** incentiva o desenvolvimento do **pensamento computacional**. Oriente-os a fazer um diagrama com algumas regras de organização, a fim de identificar a mais adequada. Faça na lousa o desenho de um guarda-roupa vazio e complete-o, aos poucos, com as sugestões de organização dadas pelos estudantes, incluindo divisão por tipo de item (camisetas, calças, calçados etc.), tamanho, cor, ocasião de uso, entre outras. É importante que fique visível aos estudantes a necessidade de organizar itens de uma forma lógica e prática, o que será posteriormente transposto para a organização de elementos químicos.
- Se julgar conveniente, ao trabalhar com estudantes a questão **1**, comente sobre a importância da organização para a vida. Enfatize que é preciso ser organizado não somente em relação aos objetos, mas também financeira e pessoalmente. Por exemplo, com a organização pessoal, podemos facilmente realizar as ações que planejamos durante o dia ou o ano, atingindo metas e alcançando objetivos, o que contribui para a construção de nosso projeto de vida. Oriente-os para que reflitam sobre suas atitudes em relação à organização financeira e pessoal.
- Nas páginas **58** e **59**, são expostos modelos ultrapassados de organização da tabela periódica, mas que são muito importantes para os estudantes entenderem como foi tecida e aprimorada sua lógica de organização. Ressalte como os cientistas de antigamente buscavam ordenar os elementos químicos de acordo com seus números atômicos e propriedades periódicas. Porém, muitos desses elementos ainda não eram conhecidos, e as propriedades específicas de alguns ainda não haviam sido determinadas, devido à dificuldade de isolá-los e realizar experimentos.
- No *site Royal Society of Chemistry* são apresentados e discutidos mais profundamente os modelos históricos de organização dos elementos químicos. O conteúdo, que está totalmente em inglês, é interessante, mas não obrigatório, para se ter uma visão mais integrada desses modelos, incluindo imagens, gráficos e fotos dos cientistas que os propuseram. Disponível em: <https://www.rsc.org/periodic-table/history/about>. Acesso em: 8 abr. 2020.
- Crie um quadro comparativo à medida que cada modelo de organização for estudado e discuta com os estudantes quais são as principais características e seus prós e contras em relação aos demais modelos, a fim de preencher o quadro. Use como modelo o quadro a seguir, mas tenha em mente que ele não é exaustivo e que é encorajada a participação dos estudantes para completá-lo.

Modelo	Características	Prós	Contras
Lavoisier (1789)	• Agrupamento em gases, metais, não metais e terras.	• Fácil visualização.	• Modelo muito simplificado. • Praticamente impossível de se observar padrões de comportamento entre os elementos químicos.
Tríades - Döbereiner (1829)	• Agrupamentos de três a três elementos químicos (tríades). • Agrupamento por propriedades químicas semelhantes. • A massa do elemento central se relaciona com a dos outros dois.	• Primeira tentativa de se agrupar com base nas propriedades similares dos elementos químicos. • Fácil visualização.	• Organização ineficaz, pois é restrita e atende apenas a poucos elementos químicos. • Alguns elementos não se encaixavam com precisão no modelo.
Parafuso telúrico - Chancourtois (1862)	• Agrupamento espiral (parafuso), ordenando elementos em linhas e colunas. • Numa mesma linha, os elementos apresentam massa crescente. • Numa mesma coluna, os elementos apresentam propriedades químicas similares.	• A visualização mais rebuscada permite comparar um elemento químico a qualquer outro. • Há uma sequência lógica de leitura do parafuso telúrico, relacionada às propriedades dos elementos químicos.	• Na época, os valores das massas atômicas eram errôneos e inexatos, o que dificultava a precisão do modelo.
Lei das oitavas - Newlands (1864)	• Elementos químicos classificados em sete colunas (grupos), dispostos lado a lado. • As propriedades de determinado elemento eram semelhantes às de cada oito elementos.	• A sequência lógica se ordena de forma mais intuitiva (de sete em sete elementos químicos). • A visualização mais rebuscada permite comparar um elemento químico a qualquer outro.	• Na época, os valores das massas atômicas eram errôneos e inexatos, o que dificultava a precisão do modelo. • Alguns elementos não se encaixavam com precisão no modelo.
Tabela periódica atual - Mendeleev (1869)	• Organização dos elementos químicos em cartões, dispondo-os em linhas e colunas, com massa atômica crescente.	• Mesmo sendo um modelo rebuscado, a forma como é desenhado permite uma visualização rápida e prática. • O modelo permite fazer previsões acerca das propriedades dos elementos químicos. • O modelo não é exaustivo, ou seja, permite que novos elementos sejam previstos, mesmo que ainda não descobertos.	• Há muita informação concentrada no modelo, o que exige certo treinamento por parte de quem o visualiza.

MODERNA

Página 60

BNCC EM DESTAQUE

- A leitura da tabela periódica atual, apresentada nessa página, favorece o desenvolvimento da **competência geral 4**, pois incentiva os estudantes a utilizar diferentes linguagens, como a visual, a matemática e a científica, para expressar e partilhar informações. Nessa tabela, os elementos químicos estão ordenados de acordo com diversas propriedades, incluindo propriedades químicas e físicas, representadas matematicamente.

SALA DOS PROFESSORES

- O conteúdo das páginas **58** a **60**, em especial dessa última, apresenta modelos diversos de organização dos elementos químicos, culminando na tabela periódica atual. Esse tópico possibilita um trabalho conjunto com os professores da área de **Linguagens e suas Tecnologias**, pois a tabela periódica é um constructo originado da necessidade de ordenar elementos químicos de forma lógica e prática, utilizando símbolos e posicionamentos espaciais que facilitem sua leitura. A linguagem científica é, de todo modo, uma linguagem que pode ser interpretada e aplicada quando necessário.

  Para isso, oriente os estudantes para que façam um texto sobre a importância da organização da tabela periódica para a compreensão do conhecimento a respeito dos elementos químicos. Incentive-os a refletir sobre como procedimentos e estratégias de leitura adequados podem favorecer essa compreensão.

- Inicie o trabalho com essa página solicitando aos estudantes que façam uma leitura da tabela periódica e digam como os elementos químicos estão nela dispostos. Incentive-os a notar que os elementos químicos estão dispostos na ordem crescente de seus números atômicos, distribuídos em períodos (linhas) e em grupos (colunas).

- A tabela periódica é uma das ferramentas mais importantes da Química e apresenta grande diversidade de informações, incluindo abreviações, números, cores e outros elementos. Por isso, ela pode tanto instigar a curiosidade dos estudantes, que se sentirão desafiados a decifrá-la, quanto assustá-los ou desanimá-los, fazendo-os pensar que é complexa demais ou que seu aprendizado é inútil e desagradável. Para evitar esse estigma, deixe claro aos estudantes que não precisam decorar a tabela periódica, pois ela estará sempre disponível quando precisarem consultá-la. Mencione também que ela é uma ferramenta importante não só para Química, mas também para Biologia e para Física.

Páginas 61 a 63

BNCC EM DESTAQUE

- O trabalho com essas páginas contribui para o desenvolvimento da **competência geral 4**, uma vez que a tabela periódica é explorada em detalhes de acordo com suas divisões em grupos e períodos e com a classificação dos elementos químicos, incentivando os estudantes a utilizar as linguagens visual e científica para expressar e partilhar informações. As características gerais de um elemento químico também são brevemente exploradas, dando um ponto de partida para capítulos posteriores.
- O boxe **Trocando Ideias**, da página **63**, incentiva o desenvolvimento da **competência específica 1 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias** e da **competência geral 9**, pois desafia os estudantes a propor soluções responsáveis, do ponto de vista ambiental, para o problema do consumo de combustíveis fósseis não renováveis.

- Use, assim como está no **Livro do estudante**, o exemplo do elemento químico berílio para explorar como os elementos são representados na tabela periódica. Veja a seguir.

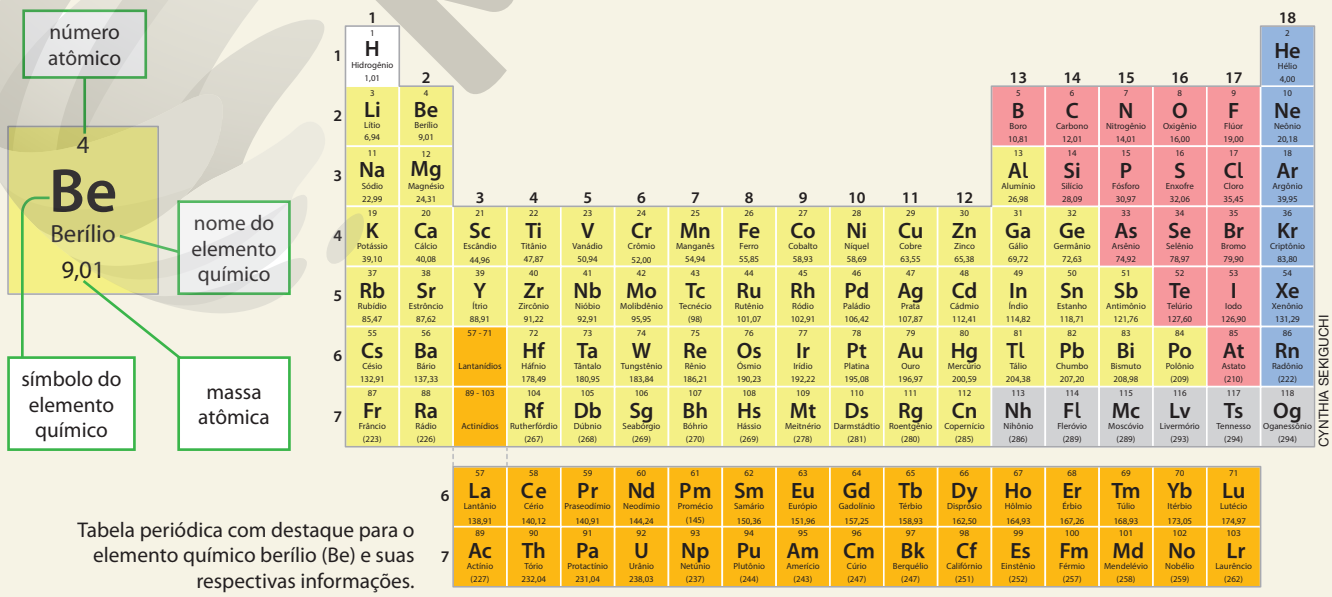
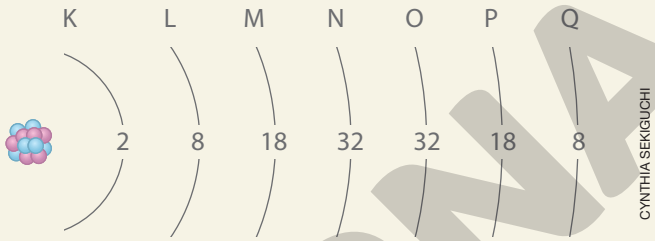


Tabela periódica com destaque para o elemento químico berílio (Be) e suas respectivas informações.

MODELO

- Explore com os estudantes os seguintes itens, referenciando o elemento químico berílio e outros, conforme achar conveniente:
  - O elemento químico berílio é representado pelo símbolo Be. Cada elemento químico possui um símbolo, composto de uma ou duas letras, sendo que a primeira letra sempre será maiúscula e a segunda, se houver, minúscula.
  - O número atômico do berílio é 4. Por isso, ele está na quarta posição da tabela periódica, se considerarmos uma leitura da esquerda para a direita e de cima para baixo.
  - A massa atômica do berílio é de 9,01 u. Quanto maior o número atômico de um elemento químico, maior será o número de sua massa atômica.
  - A massa atômica do berílio, assim como a de muitos outros elementos químicos, é um número não inteiro. A razão para isso se relaciona à distribuição natural dos isótopos de cada elemento.
  - O retângulo que representa o berílio está pintado de amarelo, indicando que ele é um metal. Os retângulos relativos aos elementos possuem outras colorações, conforme sua classificação: metais, não metais, gases nobres, lantanídios e actinídios. O hidrogênio (H) é o único elemento químico que possui uma classificação própria.
  - O símbolo do berílio está colorido de preto, indicando que é um sólido à temperatura ambiente. O símbolo de outros elementos pode estar colorido de outros modos, a depender do estado físico em que se encontra à temperatura ambiente: gasoso, sólido ou líquido.
  - O berílio está na segunda linha e segunda coluna (ou período) da tabela periódica. Essa posição indica que o elemento químico apresenta características físico-químicas condizentes com os outros elementos também dispostos na segunda linha e na segunda coluna. Nenhum elemento químico ocupa uma posição arbitrária na tabela. Há, inclusive, espaços não ocupados, pois seria incorreto atribuir elementos a esses espaços.
- Enfatize aos estudantes que os elementos químicos podem tanto ser encontrados na natureza quanto produzidos em laboratório, e que alguns dos mais pesados são exclusivamente produzidos em laboratório. Esses átomos são muito instáveis, durando apenas alguns segundos ou frações de segundo. Mostre como a Química é uma Ciência dinâmica ao comentar que os quatro elementos mais pesados foram inseridos na tabela apenas recentemente, em 2016.
- Ao explorar a massa atômica dos elementos químicos, dê exemplos de alguns isótopos e informe como se calcula a massa atômica por intermédio de sua distribuição natural.
  - O carbono (C) possui três isótopos naturais: ^{12}C, ^{13}C e ^{14}C. O isótopo ^{12}C possui massa igual a 12 u (6 prótons e 6 nêutrons) e distribuição natural de aproximadamente 99,0%. O isótopo ^{13}C possui massa igual a 13 u (6 prótons e 7 nêutrons) e distribuição natural de aproximadamente 1,0%. O isótopo ^{14}C possui massa igual a 14 u (6 prótons e 8 nêutrons) e distribuição natural desprezível. A massa atômica do carbono é calculada fazendo-se a média ponderada: $(12\ u \cdot 0{,}99) + (13\ u \cdot 0{,}01) = 12{,}01\ u$, a massa atômica do carbono constatada na tabela periódica.
  - Os elementos químicos podem ter isótopos naturais e artificiais (sintetizados em laboratório). Para a determinação da massa atômica, leva-se em consideração apenas a distribuição dos isótopos naturais.
  - Ressalte que isótopos possuem sempre o mesmo número de prótons, os quais, por sua vez, determinam o número atômico do elemento químico em questão. Desse modo, isótopos sempre são de um mesmo elemento químico.
- Ao tratar de períodos, explique com um desenho na lousa o conceito de camadas eletrônicas e distribuição de elétrons. Lembre-se de respeitar o limite de elétrons em cada camada.



Número máximo de elétrons por camada eletrônica.
Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

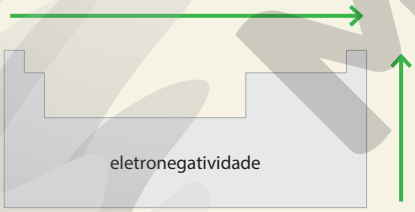
- Ao tratar de grupos, será abordado o conceito de distribuição e configuração eletrônica do nível de valência. Mostre aos estudantes que essa configuração é facilmente obtida observando-se a posição do elemento na tabela periódica.
  - Elementos químicos dos grupos 1 e 2 apresentam apenas a subcamada **s** na camada de valência. Assim, sua configuração eletrônica será $\mathbf{ns^1}$ ou $\mathbf{ns^2}$, sendo **n** o período do elemento. O elemento berílio, por exemplo, está no 2º período e 2º grupo da tabela. Assim, sua configuração eletrônica de valência é $2\ s^2$.
  - Elementos químicos dos grupos 13 ao 18 apresentam a subcamada **s** completa e a subcamada **p** em processo de preenchimento (ou completamente preenchida para os elementos do grupo 18). Portanto, sua configuração eletrônica será do tipo $\mathbf{ns^2\ np^{1-6}}$, sendo que o número atribuído à subcamada **p** será 1 para o grupo 13, 2 para o 14, e assim por diante, até 6 para o grupo 18. O estanho (Sn), por exemplo, localiza-se no 5º período e 14º grupo da tabela. Assim, sua configuração eletrônica de valência é $5s^2\ 5p^2$.
  - Elementos dos grupos 3 ao 12, excluindo-se os lantanídios e actinídios, apresentam as subcamadas **s** e **p** da camada de valência completas e a subcamada **d** em processo de preenchimento (ou completamente preenchida para os elementos do grupo 12). Além disso, a subcamada de valência **d** se encontra em um nível inferior à camada mais externa no átomo. Portanto, sua configuração eletrônica será do tipo $\mathbf{(n-1)d^{1-10}}$, sendo que o número atribuído à subcamada **d** será 1 para o grupo 3, 2 para o 4, e assim por diante, até 10 para o grupo 12. O cobalto (Co), por exemplo, localiza-se no 4º período e 9º grupo da tabela. Assim, sua configuração eletrônica de valência é $3d^7$.

MODERNA

– Os elementos dos períodos 6 e 7, grupo 3, subdividem-se nas séries dos lantanídios e actinídios, respectivamente. Esses elementos apresentam as subcamadas **n**, **p** e **d** da camada de valência completas e a subcamada **f** em processo de preenchimento (ou completamente preenchida para os elementos lutécio (Lu) e laurêncio (Lr)). Além disso, a subcamada **f** se encontra em dois níveis inferiores à camada mais externa do átomo. Portanto, sua configuração eletrônica será do tipo $(\mathbf{n-2})\mathbf{f}^{1-14}$. O urânio (U), por exemplo, localiza-se no 7º período e 4º grupo da série dos actinídios. Assim, sua configuração de valência é $5f^4$.

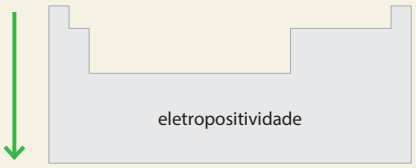
- Explicite que o hélio (He) é o único gás nobre que apresenta configuração eletrônica ns^2. Isso porque possui apenas dois elétrons, ambos na subcamada **s** do primeiro nível.
- Alguns autores não consideram os elementos químicos do grupo 12 como pertencentes aos elementos de transição, porém, isso pode constar em alguns exercícios ou textos-base. Nesta coleção, consideraremos como pertencentes aos elementos de transição.
- Cite a ocorrência e a formação de cátions ao explicar os metais e de ânions ao explicar os não metais. Nesse momento, não será necessário abordar a formação de ligações iônicas, mas é interessante trabalhar brevemente a regra do octeto, a fim de que os estudantes entendam por que alguns elementos perdem e outros ganham elétrons.
- Explique algumas das propriedades periódicas dos elementos que a tabela permite observar e prever.
  – **Eletronegatividade**: medida da tendência de um átomo em atrair elétrons para si. Quanto mais eletronegativo for um elemento químico, maior será essa tendência. A eletronegatividade aumenta conforme aumenta o número de elétrons na camada mais externa e diminui o número de camadas do átomo. Peça aos estudantes que expliquem como podemos encontrar os elementos químicos mais eletronegativos na tabela periódica. Verifique se eles percebem que, na tabela periódica, a eletronegatividade aumenta da esquerda para a direita e de baixo para cima.

ILUSTRAÇÕES: CYNTHIA SEKIGUCHI



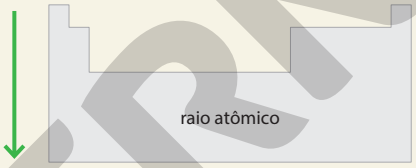
A eletronegatividade tende a aumentar no sentido das setas ao longo dos grupos e períodos da tabela periódica.

  – **Eletropositividade**: inverso da eletronegatividade, ou seja, medida da tendência de um átomo em afastar ou perder elétrons de sua camada mais externa. Quanto mais eletropositivo for um elemento químico, maior essa tendência. A eletropositividade aumenta conforme diminui o número de elétrons na camada de valência e aumenta o número de camadas do átomo. Peça aos estudantes que expliquem como podemos encontrar os elementos químicos mais eletropositivos na tabela periódica. Verifique se eles percebem que, na tabela periódica, ela aumenta da direita para a esquerda e de cima para baixo.



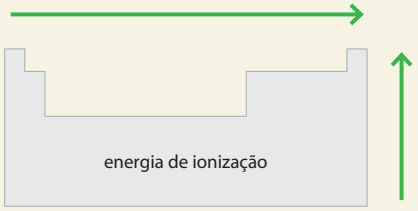
A eletropositividade tende a aumentar no sentido das setas ao longo dos grupos e períodos da tabela periódica.

  – **Raio atômico**: distância entre o núcleo de um átomo e sua camada mais externa. O raio atômico cresce conforme aumenta o número de camadas eletrônicas e diminui o número de elétrons na camada mais externa. Peça aos estudantes que expliquem como podemos encontrar os elementos químicos com maior raio atômico na tabela periódica. Verifique se eles percebem que, na tabela periódica, o raio atômico aumenta da direita para a esquerda e de cima para baixo.



O raio atômico tende a aumentar no sentido das setas ao longo dos grupos e períodos da tabela periódica.

  – **Energia de ionização**: energia necessária para remover um elétron da camada mais externa de um átomo. A energia de ionização aumenta quanto mais preenchida for a camada de valência e diminui conforme o tamanho do átomo. Peça aos estudantes que expliquem como podemos encontrar os elementos químicos com maior energia de ionização na tabela periódica. Verifique se eles percebem que, na tabela periódica, essa energia aumenta da esquerda para a direita e de baixo para cima.



A energia de ionização tende a aumentar no sentido das setas ao longo dos grupos e períodos da tabela periódica.

Página 63

TROCANDO IDEIAS

Objetivos

- Identificar combustíveis verdes, socioambientalmente mais responsáveis, e comparar aos combustíveis fósseis.
- Avaliar informações úteis para o desenvolvimento de uma sociedade mais limpa e responsável com o ambiente e com as futuras gerações.

MODERNA

Orientações

- Organize a turma em grupos de três estudantes, preferencialmente.
- Sugira que eles pesquisem e discutam sobre a seguinte questão: combustíveis tradicionais são altamente poluentes, desde sua extração, passando pelo transporte, até seu consumo. Os estudantes devem propor soluções para resolver ou amenizar esse problema, por meio do estudo de combustíveis alternativos.
- As informações podem ser pesquisadas em *sites* e canais de vídeo de confiança, como os da Petrobras e de canais acreditados no mundo científico-acadêmico.
- Se julgar conveniente, o trabalho pode ser apresentado oralmente em sala de aula com auxílio de um aplicativo de produção de apresentações ou de exibição de cartolinas, na forma de *gallery walk*.

Resposta

- Além do hidrogênio, há outros combustíveis alternativos, que podem ser usados em automóveis, que produzem menor quantidade de poluentes durante seu processo de extração, transporte e consumo. Entre eles, os biocombustíveis, que englobam a biomassa e o biodiesel, o álcool, a amônia, o ar comprimido e a energia elétrica. É interessante incentivar os estudantes a citar os aspectos positivos e os negativos de cada combustível, incluindo, mas não se limitando a, custo, disponibilidade, periculosidade, facilidade de extração, eficiência, entre outros.

Página 65

- Após os estudantes realizarem a atividade **10**, peça a eles que façam uma pesquisa sobre cientistas mulheres que identificaram elementos químicos que atualmente fazem parte da tabela periódica. Essas informações podem ser encontradas no *site* do Conselho Federal de Química. Disponível em: <http://cfq.org.br/noticia/cientistas-mulheres-tiveram-papel-fundamental-na-descoberta-de-elementos-quimicos/>. Acesso em: 20 jul. 2020. Em seguida, peça-lhes que conversem sobre a valorização da mulher na Ciência e no mercado de trabalho.

Respostas e orientações para as Atividades

Páginas 64 e 65

7. Alternativa **c**. Os níveis de energia estão relacionados ao período da tabela periódica no qual o elemento químico se encontra; no caso do elemento ferro, no 4º período, assim como o cobre.

8. Alternativa **c**. Os elementos nióbio (Nb) e tântalo (Ta) pertencem ao grupo 5 da tabela periódica.

9. Soma: 01 + 08 = 09. O elemento químico com número atômico 38 é o estrôncio (Sr); na tabela periódica, ele está localizado no 5º período e no grupo 2, de metais alcalinos terrosos.

11. Alternativa **a**. O elemento carbono está localizando no 2º período e no grupo 14 da tabela periódica. Sua configuração eletrônica no nível de valência é $ns^2 np^2$, apresentando 4 elétrons na última camada.

CAPÍTULO 4
A Terra no Universo

Objetivos

- Analisar a estrutura do Universo.
- Discutir sobre modelos científicos que explicam a posição dos astros no Universo.
- Analisar as etapas do processo de formação do planeta Terra.

Este capítulo pode ser trabalhado pelo professor da área de **Ciências da Natureza e suas Tecnologias**, preferencialmente, do componente curricular **Biologia**.

Páginas 66 e 67

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem dessas páginas contribui para o desenvolvimento da **competência específica 2 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias**, pois possibilita aos estudantes conhecer a estrutura do Universo para que possam analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica do Cosmo.

ACOMPANHAMENTO DE APRENDIZAGEM

- Caso julgue conveniente, ao iniciar o trabalho com este capítulo, oriente-os para que façam a atividade **1** da página **72**. Em seguida, solicite a eles que leiam suas respostas para os colegas. Dessa maneira, será possível levantar seus conhecimentos prévios a respeito da organização do Universo e de como os seres humanos se encaixam nessa organização.

- Incentive os estudantes a refletir sobre o ser humano e o planeta Terra e a situá-los na história do Universo. Se julgar conveniente, sugira a eles que, a partir das informações das páginas **66**, **67**, **70** e **71**, montem um esquema sintético na lousa que represente desde a formação do Universo até a formação da atmosfera primitiva.
- Oriente os estudantes para que, ao ler os textos das páginas **66** e **67**, identifiquem nas imagens correspondentes os principais aspectos citados nos textos.
- Ao ler o **boxe complementar** da página **67**, incentive os estudantes a contar para a turma o que sabem sobre galáxias e onde geralmente ouvem falar sobre elas. Peça-lhes também que digam se já observaram parte da Via Láctea no céu noturno. Essa conversa contribui para aproximar o conteúdo ao cotidiano dos estudantes.

BOXE COMPLEMENTAR

- **Veja a seguir a resposta da questão do boxe complementar da página 67.**
- Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é levar os estudantes a ter uma visão sobre a real dimensão do Sistema Solar e da Terra em relação à imensidão do Universo. Espera-se que eles comentem que existem inúmeros outros planetas e, possivelmente, outros sistemas planetários no Universo, os quais podem ter características semelhantes ou não às do Sistema Solar.

MODELO

Página 68

BNCC EM DESTAQUE

- Nessa página, são apresentados modelos científicos propostos ao longo do tempo para explicar a posição dos astros no Universo, dando subsídios para os estudantes analisarem e discutirem esses modelos, contemplando a habilidade **EM13CNT201**.
- Além disso, a abordagem histórica dos modelos que representam as posições e os movimentos de alguns astros no Universo contribui para desenvolver a **competência geral 1**, pois incentiva os estudantes a valorizar os conhecimentos historicamente construídos a fim de compreender e explicar a realidade.

SALA DOS PROFESSORES

- A abordagem histórica dos modelos que representam as posições e movimentos de alguns astros no Universo, apresentada nas páginas **68** e **69**, possibilita um trabalho conjunto com os docentes da área de **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**, preferencialmente com o professor do componente curricular **Filosofia**, pois apresenta vários modelos de explicação da posição dos astros desenvolvidos por filósofos gregos, como Filolau de Crotona (470 a.C.-385 a.C.) e Cláudio Ptolomeu (100-170). Desse modo, com base no conteúdo apresentado, incentive os estudantes a pesquisar mais informações sobre como a sociedade reagiu diante da apresentação de novos modelos que explicam as posições e movimentos dos astros. Separe-os em dois grupos para realizar a pesquisa. Em seguida, oriente cada grupo para que apresente as informações pesquisadas para o outro grupo. Incentive-os a discutir os contrapontos e a complementar as informações coletadas.
- A abordagem de conteúdos como geocentrismo e heliocentrismo possibilita aos professores de ambas as áreas de conhecimento trabalhar as concepções científicas sobre esses modelos de maneira histórica e epistemológica, contribuindo para o desenvolvimento da **competência específica 1 de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**.
- Para obter ideias e informações sobre a maneira de trabalhar o conteúdo dessas páginas com os professores da área de **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**, acesse o material intitulado *Sequência didática sobre cosmologia, dos mitos às concepções filosóficas*. Disponível em: <https://www.unifal-mg.edu.br/mnpef/system/files/imce/PRODUTO-TARLEI.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2020.

- Ao abordar o sistema heliocêntrico, explique aos estudantes que em alguns países europeus a obra de Copérnico não foi bem recebida, pois à época havia certo consenso de que o ser humano deveria ocupar o centro do Universo.

ATIVIDADES COMPLEMENTARES

- Se julgar conveniente, relembre os estudantes de que o movimento de rotação do planeta Terra tem duração de aproximadamente 24 horas, sendo responsável pela ocorrência dos dias e das noites. Se julgar conveniente, antes de abordar esse movimento, sugira à turma fazer a seguinte atividade prática no pátio da escola.
  - Em um local que receba luz solar durante várias horas, fixe no chão uma vareta na posição vertical, usando massa de modelar.
  - Utilizando giz, marque a posição da sombra da vareta e volte para a sala de aula.
  - Depois de uma hora, compare a posição da sombra com a que você marcou anteriormente.

  Peça aos estudantes que expliquem por que a sombra mudou de posição com o passar das horas. Verifique se eles relacionam esse fato ao movimento de rotação da Terra. Caso respondam que o Sol se movimenta no céu, verifique se eles associam esse movimento aparente ao de rotação do planeta.
- Questione os estudantes sobre a duração do movimento de translação da Terra. Verifique se a maioria responde corretamente – que a translação dura cerca de 365 dias e 6 horas – e se eles relacionam esse movimento à marcação dos anos.
- Enfatize aos estudantes que tanto o movimento de rotação quanto o de translação exercem influência nos seres vivos. Por exemplo, alguns animais, como o caxinguelê e a preguiça, apresentam hábitos diurnos, ou seja, são mais ativos durante o dia, pois costumam se locomover e se alimentar nesse período. Já o gambá e os felinos, como a onça, têm hábitos noturnos, ou seja, são mais ativos durante a noite. Diga-lhes que algumas espécies de aves, por exemplo, as migratórias, dependem das estações do ano para encontrar ambientes propícios para a alimentação e reprodução.
- A animação sugerida na página **69** possibilita aos estudantes conhecer como ocorre o movimento de rotação dos planetas do Sistema Solar, comparando sentido e velocidade, assim como a inclinação do eixo de rotação. Caso não seja possível que eles acessem a animação, leve para a sala de aula um projetor e mostre-a a eles. Peça-lhes que façam um quadro na lousa ordenando os planetas de acordo com a velocidade de rotação, em ordem crescente.

  Se julgar conveniente, separe os estudantes em oito grupos. Cada grupo deverá pesquisar e apresentar imagens e informações sobre um planeta do Sistema Solar, como movimentos de translação e rotação, composição da atmosfera, temperaturas médias, entre outras características. Definam antecipadamente qual planeta cada grupo pesquisará. Utilize a estratégia de metodologia ativa *gallery walk* para que eles apresentem as informações pesquisadas aos colegas. Para isso, veja orientações sobre essa estratégia na página **XXII** deste suplemento.

EM MODERNA

Páginas 70 e 71

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem dessas páginas possibilita o desenvolvimento da **competência específica 2 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias**, pois fornece subsídios para os estudantes analisarem e utilizarem interpretações sobre a dinâmica do Cosmo e da Terra e elaborarem argumentos sobre a vida em nosso planeta. Além disso, aborda a evolução estelar, o que propicia a compreensão das condições necessárias para o surgimento de sistemas solares e planetários, bem como suas estruturas e composições, e as possibilidades de existência de vida, contribuindo para o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT209**.

- Comente com os estudantes sobre a teoria que sugere que um planeta pequeno atingiu a Terra durante a formação do Sistema Solar, e que, dessa colisão, fragmentos se uniram e formaram a Lua. No entanto, os cientistas ainda não conseguiram explicar algumas características desse acontecimento, principalmente relacionadas à composição da Terra e da Lua.
- Diga que atualmente a inclinação do eixo de rotação da Terra é de 23°26'14" e que a aceleração centrípeta provocada pelo movimento de rotação é de 0,03 m/s^2.
- Comente que o decaimento radioativo dos elementos químicos também liberava grande quantidade de energia, estando relacionado com o derretimento do planeta.
- Comente com os estudantes que a formação da Terra teve início a cerca de 4,0 bilhões de anos e que o éon hadeano corresponde ao período de formação da Terra a partir de poeira e gases até o surgimento das primeiras rochas, evento que, por sua vez, marca o início do arqueano. Veja mais informações sobre a história da Terra no *site* do *Serviço Geológico do Brasil*, disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/Redes-Institucionais/Rede-de-Bibliotecas---Rede-Ametista/Breve-Historia-da-Terra-1094.html>. Acesso em: 1 abr. 2020.

BNCC EM DESTAQUE

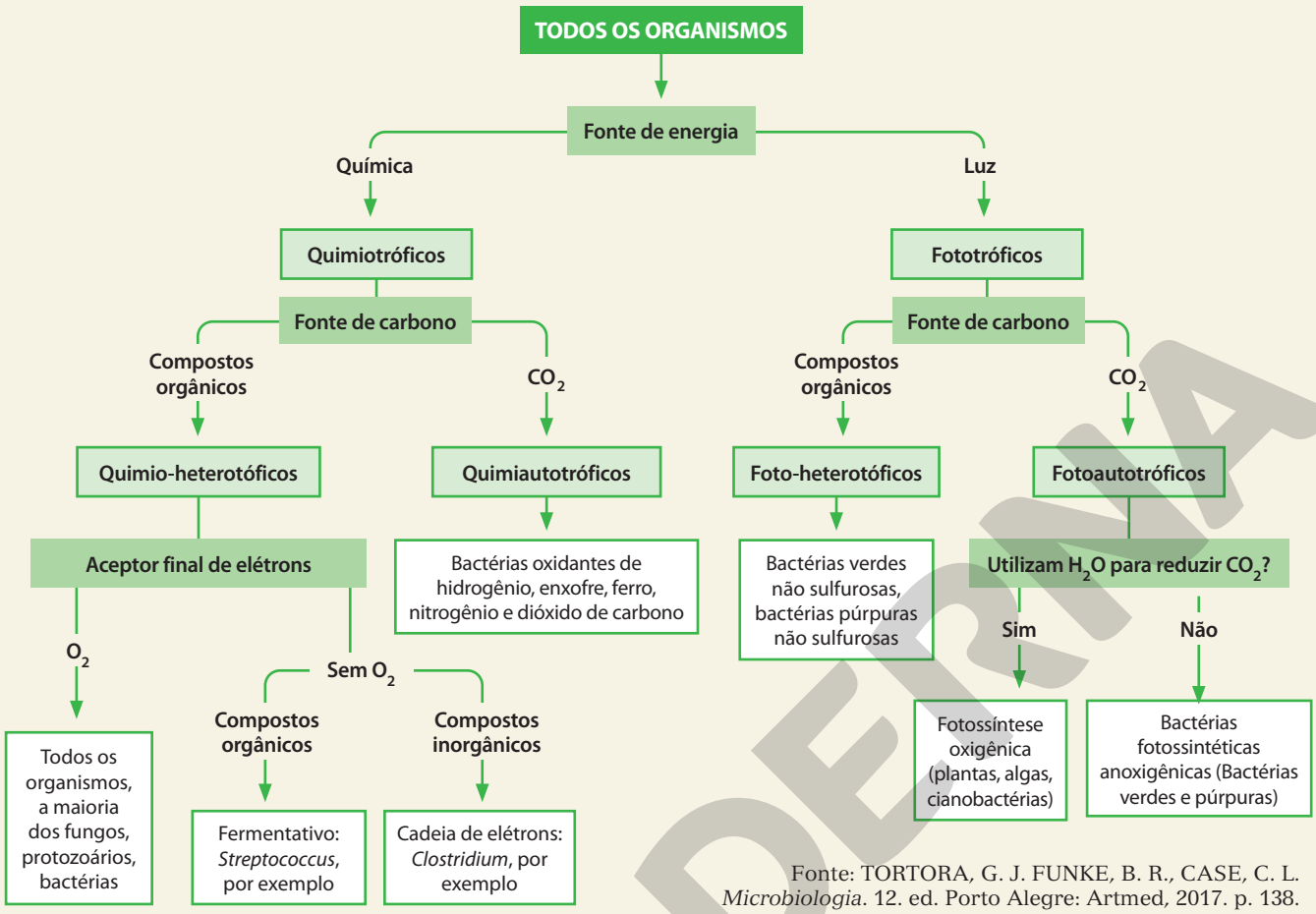
- O trabalho com a questão **1** da página **71** incentiva os estudantes a exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das Ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para elaborar hipóteses, contemplando a **competência geral 2**.

- Comente com os estudantes que o registro mais antigo de vida na Terra, até o momento, refere-se a 3,5 bilhões de anos. No entanto, novos estudos e descobertas podem alterar essa data, como o que é sugerido com as descobertas no Cinturão Nuvvuagittuq em Quebec. Diga a eles que esse cinturão será abordado no início do próximo capítulo a ser estudado.
- Ao trabalhar a questão **1** com os estudantes, aproveite o momento para desenvolver e enfatizar noções do método científico, abordado na unidade **1** deste volume. Para isso, anote as ideias deles na lousa, orientando-os para que discutam sobre como seriam a primeiras células, capazes de viver no ambiente formado.
- Durante a leitura do esquema dessas páginas, verifique se os estudantes compreendem a importância da gravidade para a formação da atmosfera, bem como da influência do efeito estufa proporcionado pela atmosfera para a existência de água no estado líquido $(H_2O(l))$ e a liberação de gás oxigênio (O_2) na atmosfera. Recomendamos pontuar esses aspectos na lousa, para que a turma perceba a sequência de eventos essenciais para a existência de vida no planeta.
- Se julgar conveniente, sugira que os estudantes pesquisem sobre as características da atmosfera de Marte e comparem com a da Terra, a fim de evidenciar as que são essenciais à vida como conhecemos.
- Pergunte aos estudantes a partir de qual processo essa atmosfera passou a receber gás oxigênio.
- Os organismos vivos fotoautotróficos, como bactérias verdes e púrpuras, cianobactérias, algas e plantas, utilizam a luz como fonte de energia e o dióxido de carbono (CO_2) como fonte de carbono. As reações fotossintéticas podem ser chamadas de oxigênica ou anoxigênica. Veja o exemplo no quadro abaixo.

Reações fotossintéticas	
Oxigênica	**Anoxigênica**
Os átomos de hidrogênio da água reagem com o dióxido de carbono, produzindo gás oxigênio. Esse tipo de reação fotossintética é realizado por cianobactérias, algas e vegetais.	Nessa reação, a água não reage para reduzir o dióxido de carbono, deixando de produzir gás oxigênio. Em geral, os organismos vivos capazes de realizar esse processo são as bactérias verdes. Elas usam enxofre (S) ou compostos sulforosos no lugar da água para reduzir o dióxido de carbono e formar compostos orgânicos.

MODERNA

- Veja, no esquema abaixo, a classificação nutricional dos organismos.



Fonte: TORTORA, G. J. FUNKE, B. R., CASE, C. L. *Microbiologia*. 12. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. p. 138.

MODERNA

Página 72

BNCC EM DESTAQUE

- O item **b** da atividade **4** contribui para desenvolver a **competência geral 1**, pois incentiva os estudantes a utilizar os conhecimentos científicos historicamente construídos para criar um modelo que explique uma situação hipotética. Solicite a eles que apresentem oralmente o modelo criado, expondo seus argumentos aos colegas. Incentive a troca de ideias entre eles a fim de que confrontem opiniões diversas.

- Ao trabalhar com os estudantes a atividade **1**, solicite a eles que apresentem seus esquemas aos colegas e compartilhem e discutam as informações abordadas. Se considerar adequado, utilize a estratégia de metodologias ativas *gallery walk* para que eles apresentem seus esquemas, explicando-os aos colegas.
- Uma possibilidade de complementação das atividades **3** e **4** é solicitar aos estudantes que pesquisem e tragam para a sala de aula outras manchetes ou reportagens sobre o Sistema Solar e a Terra primitiva. Após a pesquisa, incentive-os a apresentar aos colegas em que fontes obtiveram as informações (jornais, revistas, artigos científicos, entre outras) e, com base no compartilhamento das reportagens pesquisadas, peça a eles que comparem as informações, a fim de desenvolver a criticidade com relação às fontes de pesquisa.
- Explique aos estudantes que a imagem mostrada no item **c** da atividade **4** representa a teoria da deriva continental. Nesse momento, explique a eles que essa deriva se refere aos movimentos das placas tectônicas ao longo do tempo, em razão das correntes de convecção do magma que ocorrem no manto da Terra. Comente que essa ideia foi proposta em 1912 pelo geógrafo alemão Alfred Wegener (1880-1930), o qual publicou o livro *A origem dos continentes e oceanos*, em 1915.
- O texto a seguir aborda algumas consequências da deriva continental para os seres vivos.

> [...]
>
> Os movimentos das placas rearranjam a geografia lentamente, mas seus efeitos cumulativos são drásticos. Além de mudar a forma das características físicas do nosso planeta, a deriva continental também tem grande impacto na vida da Terra.

Uma razão para esse grande impacto na vida é que a deriva continental altera os hábitats nos quais os organismos vivem. [...] Há mais ou menos 250 milhões de anos, o movimento de placas uniu todas as massas de terra, que já haviam se separado, em um supercontinente chamado **Pangeia**, significando "toda a terra". As bacias oceânicas ficaram mais profundas, o que baixou o nível do mar e drenou áreas costeiras rasas. Naquele tempo, como hoje, a maioria das espécies marinhas habitava águas rasas, e a formação da Pangeia destruiu uma porção considerável desse tipo de hábitat. O interior do vasto continente era seco e frio, provavelmente um ambiente mais severo do que o encontrado na Ásia central de hoje. Resumindo, a formação da Pangeia teve impacto tremendo no ambiente físico e no clima, levando algumas espécies à extinção e proporcionando novas oportunidades para grupos de organismos que sobreviveram à crise.

[...]

REECE, J. et al. *Biologia de Campbell*. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015. p. 533.

Respostas e orientações para as Atividades

Página 73

5. Alternativa **e**. O fato de Ptolomeu ter apresentado primeiro o modelo de geocentrismo e este ter sido referência para os astrônomos durante centenas de anos não torna essa ideia mais valiosa do que a do heliocentrismo, apresentada posteriormente por Copérnico. Esse modelo explicativo foi demonstrado com base em cálculos precisos. Embasado pelas ideias de Copérnico e, principalmente, por dados obtidos sobre o planeta Marte e a pesquisa científica, Kepler apresentou uma teoria científica que pôde ser testada e generalizada, o que torna a alternativa **e** correta.

6. Alternativa **c**. No texto são relatadas evidências de que o Universo realmente teve início com o *Big Bang*. No entanto, este não foi por explosão da matéria nem energias infinitas concentradas em um ponto microscópio, mas sim decorrente do inchaço da semente cósmica, ou seja, de uma rápida expansão.

CAPÍTULO 5
Teorias sobre a origem da vida

Objetivos

- Analisar e comparar as principais teorias formuladas sobre a origem da vida.
- Reconhecer que toda teoria a respeito da origem da vida na Terra tem como base as observações e os conhecimentos de cada época e valorizar a importância de cada uma delas.
- Analisar as teorias sobre a formação das primeiras células.

Esse capítulo pode ser trabalhado pelo professor da área de **Ciências da Natureza e suas Tecnologias**, preferencialmente do componente curricular **Biologia**.

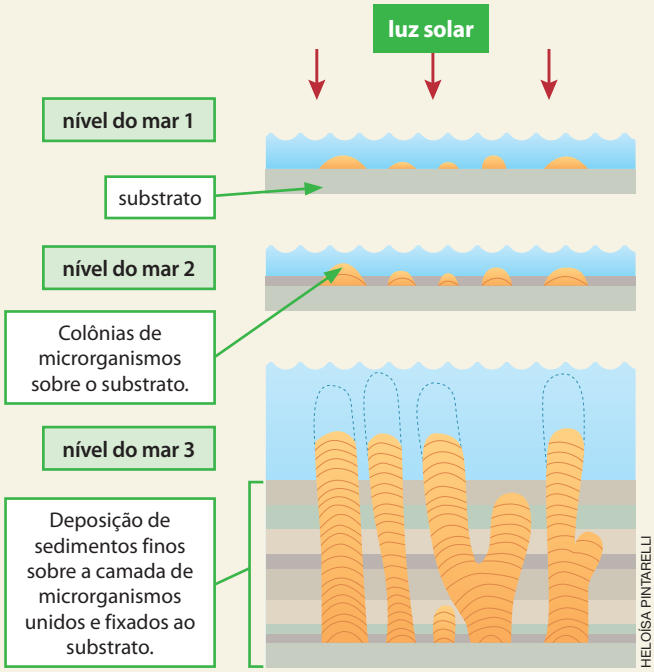
Página 74

ACOMPANHAMENTO DE APRENDIZAGEM

- Se julgar conveniente, inicie o trabalho com este capítulo orientando os estudantes a responder às questões **1** e **2** dessa página, além da questão **4** da página **79**. Se julgar conveniente, utilize a estratégia de metodologias ativas *think-pair-share*; veja mais orientações sobre essa estratégia na página **XXII** deste suplemento. Para isso, peça a eles que, em dupla, leiam as questões anteriormente citadas e dê um tempo para que as duplas reflitam sobre essas questões. Em seguida, peça a cada dupla, voluntariamente, que responda às questões oralmente para os colegas. Incentive todos os estudantes a participar, mas sem causar constrangimento. Durante o compartilhamento de ideias, avalie equívocos comuns e ideias originais para discutir posteriormente com o grupo. Além disso, assegure o respeito aos diferentes pontos de vista. Com essa avaliação diagnóstica, você poderá levantar os conhecimentos prévios dos estudantes a respeito da origem da vida na Terra.

- O assunto abordado nessa página visa despertar a curiosidade do estudante sobre questões que remetem à idade da Terra, principalmente sobre o possível início da vida no planeta. Além disso, com essa abordagem, os estudantes podem ter noção de como os cientistas investigam o surgimento da vida.
- Explique aos estudantes que os estromatólitos são estruturas sedimentares estratificadas, resultantes da atividade de procariotos que unem finas camadas do sedimento. A imagem da página seguinte mostra o processo de formação dos estromatólitos.
- Em geral, os estromatólitos são formados quando uma colônia de microrganismos, por exemplo, cianobactérias, se fixam em um substrato, formando uma camada microbiana sob águas rasas, transparentes e iluminadas. As cianobactérias secretam uma substância pegajosa para sua proteção, chamada mucilagem. Essa substância possibilita que esses microrganismos fiquem unidos e fixos ao substrato. Ao longo do tempo, sedimentos finos se depositam sobre essa camada de microrganismos, os quais formam outra camada acima da anterior, favorecendo a fossilização.
- Diga aos estudantes que os estromatólitos modernos apresentam as mesmas estruturas que os estromatólitos fósseis, o que colabora com as pesquisas que buscam identificar quando e de que maneira surgiu a vida em nosso planeta.

MODERNA



Esquema de formação dos estromatólitos. Imagens sem proporção. Cores-fantasia.

Ilustração produzida com base em: SALLUN, W. F. et al. Estromatólitos de Nova Campina e Itapeva, SP: registros de vida primitiva com um bilhão de anos. In: WINGE, M. et al. (Org.). *Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil*. Brasília: CPRM, 2013. p. 127-142. v 3. Disponível em: <http://sigep.cprm.gov.br/sitio049/sitio049_EstromatolitosNovaCampina_Itapeva_SP_impresso.pdf>. Acesso em: 9 abr. 2020.

- Durante a leitura da página **74**, se possível, leve para a sala de aula alguns fósseis e mostre-os aos estudantes. Promova uma conversa sobre a importância que os fósseis têm no estudo da origem da vida na Terra e sobre a evolução e extinção de seres vivos.
- Se julgar conveniente, oriente os estudantes para que pesquisem reportagens ou artigos que envolvam o uso de fósseis em estudos sobre seres vivos do passado e, em seguida, apresentem o material pesquisado aos colegas.

Página 75

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem dessa página favorece o desenvolvimento da **competência geral 1**, pois incentiva os estudantes a valorizar e a utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre a origem da vida na Terra.
- Além disso, possibilita a eles analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da vida e, com isso, elaborar argumentos e realizar previsões sobre a evolução dos seres vivos, contribuindo com a **competência específica 2 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias**.
- O trabalho com essa página também contribui com o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT201**, pois incentiva os estudantes a analisar algumas teorias propostas ao longo do tempo sobre o surgimento da vida na Terra.

Página 75

TROCANDO IDEIAS

Objetivos

- Refletir e argumentar sobre o experimento realizado pelo cientista belga Jean Baptiste van Helmont (1577-1644).
- Reconhecer que a Ciência é uma construção humana, realizada com a contribuição de várias pessoas, passível de mudanças mediante novas comprovações.

Orientações

- Se julgar conveniente, organize os estudantes em duplas e, em seguida, leia com eles o experimento realizado por Helmont.
- Após a leitura, solicite às duplas que identifiquem e anotem no caderno os possíveis equívocos que contribuem para a inconsistência dos resultados e conclusões desse experimento. Em seguida, oriente uma dupla para que se junte com outra, formando um grupo de quatro estudantes. Oriente-os para que comparem as respostas e conversem a respeito de suas ideias em relação ao experimento de Helmont.
- Aproveite o momento e comente com os estudantes que Helmont realizou outros experimentos que contribuíram com a Ciência. Por exemplo, em sua experiência com plantas conhecidas como salgueiro, Helmont concluiu que toda a matéria vegetal da planta era proveniente da água, contrapondo-se à ideia da época, que defendia que as plantas cresciam ao se alimentarem do solo no qual estavam cultivadas. Explique aos estudantes que, apesar de a água ser essencial para o desenvolvimento das plantas, Helmont se equivocou ao afirmar que a matéria vegetal é proveniente, exclusivamente, da água.
- Se julgar conveniente, você também pode apresentar aos estudantes o experimento com o salgueiro feito por Helmont e questioná-los sobre os resultados observados e os equívocos desse experimento.
- Verifique se, ao discutirem a questão proposta na seção, os estudantes percebem que a Ciência é uma construção humana, provisória, cultural e histórica.

Resposta

- Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é levar os estudantes a refletir sobre o experimento e identificar possíveis incoerências, falhas ou possibilidades para o questionamento dos resultados e conclusões, incentivando o senso investigativo. Eles podem citar que, possivelmente, a caixa não ficou totalmente isolada, possibilitando a entrada dos animais, que estavam em busca de alimento. Eles podem propor variações no experimento, como isolar completamente a caixa ou deixar apenas a camisa suada.

- Após a leitura do esquema sobre o experimento do médico italiano Francesco Redi (1626-1697), questione os estudantes sobre a importância do recipiente que ficou descoberto.

MODERNA

Verifique se eles percebem que o fato de esse recipiente estar aberto favoreceu a entrada de moscas adultas em seu interior, possibilitando que elas depositassem seus ovos sobre a carne. Já os recipientes tampados com gaze impossibilitaram a entrada das moscas adultas, as quais, consequentemente, não tiveram acesso ao pedaço de carne. Com base nesse primeiro experimento, pergunte a eles como testar sem o controle de um recipiente aberto pode influenciar os resultados e conclusões do experimento. Explique-lhes que o uso de um controle positivo no segundo experimento de Redi foi fundamental para que a teoria da geração espontânea fosse refutada. Comente também que o uso de controles positivos e negativos é essencial para uma investigação científica de qualidade.

- Diga aos estudantes que a geração espontânea durou mais de um milênio. Muitos pensavam que seria desrespeitoso ir contra o que o filósofo grego Aristóteles (384 a.C.-322 a.C.) havia argumentado, dadas a importância e a grandeza desse pensador. Comente que hoje as teorias científicas são mantidas pelas evidências concretas coletadas, seguindo critérios rigorosos do método científico, independentemente de quem as postulou.
- Explique aos estudantes que os cientistas adeptos ao pré-formismo, teoria que data dos séculos XVII e XVIII, acreditavam que todos os seres vivos já existiam pré-formados no ovo, os chamados ovistas, ou no esperma (sêmen), os espermistas. Diga à turma que, para os espermistas, a fêmea somente abrigava o ser vivo em miniatura, durante seu desenvolvimento.

Página 76

BNCC EM DESTAQUE

- O trabalho com os experimentos de John Tuberville Needham (1713-1781) e Lazzaro Spallanzani (1729-1799) contribui para o desenvolvimento da **competência geral 1**, pois incentiva os estudantes a valorizar e a utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre a origem da vida na Terra. Além disso, possibilita analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da vida e, com isso, elaborar argumentos e realizar previsões sobre a evolução dos seres vivos, contribuindo com a **competência específica 2 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias**.
- Além disso, o trabalho com essa teoria promove desenvolvimento da habilidade **EM13CNT201**, pois incentiva os estudantes a analisar algumas teorias propostas ao longo do tempo sobre o surgimento da vida na Terra e, consequentemente, dá subsídios para que eles consigam comparar essas teorias com as aceitas atualmente.
- A questão **3** possibilita aos estudantes exercitar a curiosidade intelectual, recorrendo à abordagem própria das Ciências para refletir e realizar uma análise crítica a respeito de uma teoria sobre a origem da vida, contemplando também a **competência geral 2**.

- Pause a leitura da página no parágrafo que apresenta as alterações feitas por Spallanzani no experimento de Needham e promova uma discussão sobre como essas alterações apresentaram resultados que questionaram o primeiro experimento. Após a discussão, continue a leitura com os estudantes.

Páginas 77 e 78

BNCC EM DESTAQUE

- O trabalho com o experimento de Louis Pasteur (1822-1895) possibilita o desenvolvimento da **competência geral 1**, pois incentiva os estudantes a valorizar e a utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre a origem da vida na Terra. Além disso, propicia aos estudantes analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da vida e, com isso, elaborar argumentos e realizar previsões sobre a evolução dos seres vivos, contribuindo com a **competência específica 2 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias**.
- Além disso, essa abordagem favorece o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT201**, pois incentiva os estudantes a analisar algumas teorias propostas ao longo do tempo sobre o surgimento da vida na Terra e, consequentemente, dá subsídios para que eles consigam comparar essas teorias científicas com as aceitas atualmente.

- Durante a leitura do esquema que representa o experimento de Pasteur, promova uma conversa entre os estudantes sobre a relação desse experimento e a técnica de pasteurização, muito utilizada em diversos alimentos industrializados que consumimos no cotidiano. Essa discussão contribui para que os estudantes exponham seus conhecimentos prévios sobre a pasteurização, tema abordado no **boxe complementar** da próxima página.
- Aproveite a linha do tempo apresentada no final da página **77** para enfatizar a Ciência como construção humana contínua, passível de mudanças com novos estudos e comprovações.
- Antes de abordar o **boxe complementar Pasteurização**, na página **78**, solicite aos estudantes que observem os alimentos industrializados presentes em sua residência e verifiquem quais passaram pelo processo de pasteurização. Geralmente, essa informação é indicada no rótulo dos produtos. Incentive-os a observar outras informações importantes que geralmente são apresentadas também nos rótulos. Em seguida, solicite que compartilhem essas informações com os colegas da turma. Verifique se eles perceberam que a pasteurização contribui para conservar os alimentos, aumentando seu prazo de validade.
- Comente com os estudantes que, além de questionar a teoria da abiogênese e permitir o desenvolvimento da pasteurização, os experimentos de Pasteur contribuíram com o desenvolvimento de técnicas de assepsia praticadas

EDITORIA

rotineiramente em diversos procedimentos médicos e laboratoriais. Explique a eles que, após os trabalhos de Pasteur com microrganismos, muitos cientistas começaram a acreditar que esses seres vivos seriam as possíveis causas de doenças. Foi então que, em 1846, o médico húngaro Ignaz Semmelweis (1818-1865) observou que os profissionais de saúde da época não faziam a assepsia das mãos ao manipular os pacientes, provocando infecções. Dessa forma, Semmelweis propôs a lavagem das mãos rotineiramente com uma substância esterilizadora, o hipoclorito de sódio ($NaClO$).

- Em 1860, outro médico, o inglês Joseph Lister (1827-1912), resolveu utilizar uma substância bactericida, o fenol (C_6H_5OH), em objetos usados em cirurgia, bem como para tratar feridas cirúrgicas. Isso acarretou uma redução substancial das mortes em hospitais e foi porta de entrada para as práticas modernas da Medicina.
- Aproveite essa abordagem e solicite aos estudantes, em grupos, que pesquisem e montem cartazes que apresentam a importância de lavar bem as mãos e o passo a passo para higienizá-las adequadamente. Solicite a eles que incluam nos cartazes a importância do álcool em gel nesse procedimento, destacando o combate a epidemias e pandemias, como a do coronavírus em 2020.

Página 78

BOXE COMPLEMENTAR

- **Veja a seguir as respostas das questões do boxe complementar da página 78.**
  - **a)** Espera-se que os estudantes respondam que a vedação correta do recipiente evita uma nova contaminação do alimento, ao impedir a entrada de ar e outros componentes que possam conter microrganismos.
  - **b)** A fervura.
  - **c)** Resposta pessoal. Os estudantes podem citar técnicas como: a pasteurização a frio, em que o alimento é submetido a alta pressão, a ionização, em que são dadas doses controladas de radiação ionizante ao alimento, o uso do ultravioleta, que tem poder esterilizante, entre outras.
  - **d)** Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é desenvolver o senso crítico dos estudantes em relação aos alimentos que consomem, propondo o cuidado com a saúde ao incentivar a observação das informações presentes nas embalagens.

Páginas 79 e 80

BNCC EM DESTAQUE

- O trabalho com a teoria de Aleksandr Ivanovich Oparin (1894-1980) e John. B. S. Haldane (1892-1964) possibilita o desenvolvimento da **competência geral 1**, pois incentiva os estudantes a valorizar e a utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre a origem da vida na Terra. Além disso, possibilita a eles analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da vida e, com isso, elaborar argumentos e realizar previsões sobre a evolução dos seres vivos, contribuindo com a **competência específica 2 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias**.
- A abordagem dessas páginas também contribui com o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT201**, pois incentiva os estudantes a analisar algumas teorias propostas ao longo do tempo sobre o surgimento da vida na Terra e, consequentemente, dá subsídios para que eles consigam comparar essas teorias científicas com as aceitas atualmente.

- Comente com a turma que a atmosfera primitiva proposta pela hipótese de Oparin e Haldane e sugerida pelo experimento de Stanley Miller (1930-2007) e Harold Urey (1893-1981) era redutora, por ser desprovida de gás oxigênio (O_2). Entretanto, atualmente, alguns cientistas discordam dessa condição atmosférica primitiva. Leia o texto a seguir para os estudantes.

> [...]
>
> Em 1953, Stanley Miller e Harold Urey, da Universidade de Chicago, testaram a hipótese de Oparin-Haldane ao criar em laboratório condições comparáveis àquelas que cientistas da época pensaram existir na Terra primitiva [...] O aparato construído por eles apresentou como resultado uma variedade de aminoácidos encontrados em organismos atuais, juntamente com compostos orgânicos. Muitos laboratórios repetiram o experimento utilizando diferentes receitas para a atmosfera. Algumas dessas variações também produziram compostos orgânicos.
>
> No entanto, evidências sugerem que a atmosfera primitiva era composta principalmente de nitrogênio e dióxido de carbono e que não era tão redutora nem oxidante [removedora de elétrons]. Recentemente, experimentos semelhantes ao de Miller-Urey usando essas atmosferas "neutras" também produziram moléculas orgânicas. Além disso, pequenas "porções" da atmosfera primitiva, como aquelas perto de aberturas vulcânicas - eram redutoras. Talvez os primeiros compostos orgânicos tenham sido formados próximos aos vulcões. [...]
>
> [...]
>
> REECE, J. et al. *Biologia de Campbell*. 10 ed. Porto Alegre: Artmed, 2015. p. 520.

- Enfatize aos estudantes que a sopa primordial está relacionada à teoria proposta por Oparin e Haldane.
- Se julgar conveniente, explique a eles que, na camada da atmosfera conhecida como estratosfera, o gás ozônio (O_3) protege a superfície terrestre dos raios ultravioletas.

MODERNA

No entanto, na camada atmosférica mais próxima da superfície da Terra, conhecida como troposfera, o ozônio perde a função protetora e torna-se um gás poluente, assim como o monóxido de carbono (CO), o dióxido de carbono (CO_2), o gás metano (CH_4) e o óxido nitroso (N_2O), contribuindo para o aumento da temperatura da superfície terrestre.

Página 80

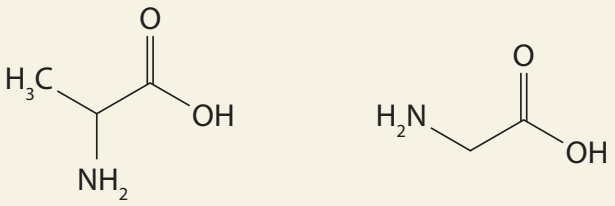
- Ao abordar o experimento realizado por Miller e Urey, comente com os estudantes que entre essas moléculas estavam os aminoácidos alanina e glicina, substâncias orgânicas encontradas nos seres vivos.

  Os aminoácidos são moléculas compostas por:

  – um grupo amino $(-NH_2)$;

  – um grupo carboxila $(-COOH)$;

  – e um grupo genericamente chamado de radical $(-R)$, que varia de acordo com o tipo de aminoácidos.



alanina glicina

Representação das estruturas de aminoácidos.

- Diga aos estudantes que alguns aminoácidos são produzidos pelo organismo, os chamados aminoácidos naturais. Já outros não são produzidos pelo organismo e são obtidos por meio da alimentação, conhecidos como aminoácidos essenciais.

  Aproveite a informação sobre a camada de ozônio apresentada no boxe **Dica** da página **79** e promova uma discussão sobre:

  – a importância dessa camada para a vida na Terra;
  – a degradação dessa camada ao longo do tempo;
  – medidas que estão sendo tomadas para diminuir a degradação da camada de ozônio;
  – cuidados necessários ao se expor à luz solar.

Páginas 81 e 82

- Inicie a abordagem da página **81** solicitando aos estudantes que conversem sobre o que são células e sua estrutura básica. Verifique se eles reconhecem as células como unidade estrutural básica dos seres vivos, onde ocorrem os processos relacionados a nutrição e obtenção de energia. Caso necessário, desenhe na lousa essa estrutura. Faça o desenho de uma célula eucariótica e procariótica na lousa e explore a partir desses desenhos as principais características dessas células, antes de iniciar a leitura dos textos da página **81**.
- Outra evidência da endossimbiose pode ser observada no que ocorre com a lesma-do-mar (*Elysia clarki*). Ao se alimentar de algas verdes, os cloroplastos ingeridos são incorporados pelas células desse molusco e utilizados para capturar a energia do Sol. Nesse caso específico, a relação é ainda mais intensa do que no das células eucarióticas, pois o material genético da lesma-do-mar apresenta alguns genes das algas.
- Evidência da endossimbiose pode ser observada em outra espécie de lesma-do-mar, veja mais informações a respeito desse animal no *site* da revista *National Geographic Brasil*. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/animais/2018/07/lesmas-mar-movidas-energia-solar-fotossintese>. Acesso em: 26 mar. 2020.

QUINCY RUSSELL, MONA LISA PRODUCTION/SPL/FOTOARENA

A lesma-do-mar (*Elysia clarki*) pode atingir aproximadamente 4,5 cm de comprimento.

- Comente com os estudantes que Oparin e Haldane acreditavam na teoria heterotrófica, pois propuseram a existência de coacervados, organismos com metabolismo simples, capazes de absorver e liberar moléculas para o meio externo. Em seguida, promova uma discussão sobre a seguinte questão: Como não havia gás oxigênio na atmosfera, como Oparin e Haldane acreditavam que esses organismos obtinham a energia de que necessitavam? Após os estudantes trocarem ideias, verifique se eles concluíram que Oparin e Haldane afirmaram que esses seres vivos obtinham a energia de que necessitavam da degradação de moléculas orgânicas, por meio da fermentação.

ACOMPANHAMENTO DA APRENDIZAGEM

- Ao final do trabalho com os conteúdos desse capítulo, providencie cinco cartões e escreva em cada um deles o nome de uma teoria proposta por cientistas sobre a origem da vida ou o nome desses cientistas. Por exemplo: cartão 1: teoria da geração espontânea, de Helmont; cartão 2: Francesco Redi; cartão 3: Needham e Spallanzani; cartão 4: teoria da biogênese, de Louis Pasteur; cartão 5: Teoria de Oparin e Haldane.
- Oriente-os para que leiam cada cartão e que debatam sobre os principais resultados e conclusões dos experimentos realizados por esses cientistas ou as evidências teóricas.

Solicite a eles que façam uma análise crítica de cada teoria ou experimento. Em seguida, organize a turma em cinco grupos. Distribua um cartão para cada grupo, depois peça-lhes que façam um resumo escrito sobre a teoria ou experimento apresentado no respectivo cartão. Ao final, você pode colar os cinco cartões em um mural na sala de aula ou no corredor da escola, para que os estudantes de outras turmas tenham acesso a essas informações.

Páginas 83 a 85

- Oriente os estudantes na resolução da atividade **12** da página **85**, cujas alternativas são numeradas. Comente com eles que os valores das alternativas que respondem corretamente à questão devem ser somados e a resposta é o resultado da somatória.
- O trabalho com o item **c** da atividade **13** da página **85** possibilita desenvolver com os estudantes o **pensamento computacional**. Para isso, oriente-os na elaboração das etapas desse experimento. Primeiro, converse com eles a respeito do pensamento computacional, o qual está relacionado ao uso dos fundamentos da computação por meio das capacidades criativa, crítica e estratégica. Após a conversa, solicite aos estudantes que façam a decomposição do problema, ou seja, que dividam o problema em partes menores, facilitando a resolução, com atenção aos detalhes importantes que devem ser considerados na execução do experimento. Em seguida, oriente-os para que reconheçam os padrões, ou seja, identifiquem similaridades em diferentes processos do experimento que auxiliarão na solução mais rápida e eficiente, bem como favorecerão a réplica das etapas e soluções em outras situações. Oriente-os para que analisem os elementos relevantes para a execução do experimento, descartando o que não for útil. Para finalizar, solicite aos estudantes que façam uma lista das regras que devem ser seguidas em cada etapa, com base nas orientações seguidas até o momento.

Respostas e orientações para as Atividades

Páginas 83 e 84

1. A teoria da abiogênese, também chamada de teoria da geração espontânea, defende que novos seres vivos se originavam a partir de matéria inanimada. Em contrapartida, a teoria da biogênese defende que um novo ser vivo só podia ser gerado a partir de outro ser vivo preexistente.

2. Isso ocorreu porque, após a realização do experimento, Redi verificou que as larvas de moscas surgiram apenas nos recipientes mantidos descobertos (sem gaze), ou seja, nos quais as moscas tiveram acesso à carne. Nesses recipientes, as moscas depositaram ovos, dos quais eclodiram as larvas após certo tempo. Assim, a carne, considerada matéria inanimada, não foi capaz de originar outros seres vivos, como afirmava a teoria da abiogênese. Os que surgiram (larvas) foram depositados por outros seres vivos, as moscas. Tais observações mostraram que é impossível gerar um novo organismo a partir de matéria inanimada.

3. No século XIX, apesar das descobertas científicas e das experimentações que provaram que os seres vivos não surgiam a partir de matéria inanimada, ainda havia dúvidas sobre os microrganismos. O experimento desenvolvido por Louis Pasteur baseava-se em ferver líquidos nutritivos de origem animal em frascos, até que fossem esterilizados e se tornassem livres de microrganismos. O formato desses frascos permitia o contato com o ar, mas impedia a entrada de microrganismos. Alguns dias após a esterilização dos líquidos, ele observou que não houve o desenvolvimento de microrganismos no interior dos frascos. Então, modificou a estrutura de um dos frascos, deixando a passagem dos microrganismos para o líquido livre. Após alguns dias, percebeu que o líquido se contaminou por microrganismos, que foram trazidos pelo ar e se multiplicaram. Estes resultados mostraram que, em um ambiente sem seres vivos, não há o desenvolvimento de novos organismos, confirmando o que já havia sido exposto pela teoria da biogênese.

4. A teoria heterotrófica defende que os primeiros seres vivos não eram capazes de produzir seus próprios nutrientes, tendo de absorvê-los do meio no qual se encontravam. Com o passar do tempo, surgiram os seres vivos autotróficos. Já a teoria autotrófica defende que os organismos autótrofos teriam sido os primeiros a surgir na Terra e seriam capazes de produzir seu próprio alimento por meio da quimiossíntese, ou seja, utilizando moléculas inorgânicas como fontes de energia.

5. Alternativa **e**. Conforme é relatado no texto, a agricultura foi desenvolvida após o ser humano tornar-se moderno, muito tempo depois do surgimento dos primeiros vegetais na Terra. Desde o surgimento da Terra até o aparecimento do ser humano, ocorreram alterações e perturbações na Terra, ou seja, não houve ações antrópicas nesses casos. Logo após o desenvolvimento industrial, ocorreu a produção significativa do lixo do planeta e, consequentemente, danos ao ambiente.

Alternativa **d**. Essa atividade pode ser resolvida por meio de regra de três. Primeiro, é preciso fazer uma regra de três para obter o valor de 1 hora em dias, depois uma segunda regra de três para obter esse valor em anos. Dessa maneira, é obtido o valor de 1 hora em anos, e, fazendo a terceira regra de três, chega-se ao ano em que a agricultura começou a ser praticada pelo ser humano moderno.

Alternativa **b**. Para chegar ao valor de 45 anos, o valor da idade da Terra (4 500 000 000) foi dividido por 100 000 000. Utilizando a escala proposta no texto, ao dividir 15 000 000 000 por 100 000 000, são obtidos 150 anos.

6. Alternativa **d**. A resposta correta contempla a ordem mais aceita, atualmente, para o acontecimento desses eventos, que são: inicialmente, a formação de moléculas orgânicas, em razão da exposição da superfície terrestre à radiação ultravioleta e às descargas elétricas, frequentes na atmosfera primitiva; em seguida, pela formação

MODERNA

das primeiras células a partir de rearranjos moleculares durante milhões de anos; seguido pelo surgimento de organismos autotróficos, que produzem alimentos por meio de reações fotossintetizantes; por fim, o surgimento de organismos aeróbios, em razão da presença de gás oxigênio na atmosfera promovida pela fotossíntese realizada pelos organismos autotróficos.

7. a) Mercúrio, Vênus e Marte.

b) A teoria da vida que pode ser relacionada ao texto é a da panspermia. As evidências podem ser relacionadas com a teoria da panspermia, que defende que compostos orgânicos podem ter chegado ao planeta Terra por meio de meteoroides vindos de outros planetas.

c) Os primeiros adeptos da teoria da panspermia foram o filósofo grego Anaxágoras (499 a.C.-428 a.C.), o médico sueco Jöns Jacob Berzelius (1779-1848) e o matemático irlandês William Thomson (1824-1907). Recentemente, os astrônomos Fred Hoyle (1915-2001), inglês, e o cingalês Chandra Wickramasinghe (1939-) detectaram evidências que corroboram a teoria.

8. a) Espera-se que os estudantes respondam que uma possibilidade é a origem de organismos celulares – como as cianobactérias – por meio de processos químicos (tais como a produção de aminoácidos), com as condições existentes na atmosfera primitiva da Terra. A outra possibilidade é justificada pelo fato de moléculas orgânicas encontradas em cometas e meteoritos possuírem o substrato necessário para o desenvolvimento de moléculas mais complexas, que hoje constituem duas moléculas fundamentais à vida: o RNA e o DNA.

b) O experimento citado foi aquele desenvolvido por Stanley Miller e Harold Urey. Nele, tais cientistas recriaram as condições da Terra primitiva, com o objetivo de comprovar a teoria proposta por Oparin e Haldane no século anterior. Essa teoria afirmava que, para surgir a vida unicelular, seria necessário certas moléculas se organizarem de tal maneira que os compostos resultantes fossem capazes de compor moléculas mais complexas, essenciais ao desenvolvimento de novos seres vivos.

c) A teoria citada nesse parágrafo é a da panspermia. De acordo com o texto, essa teoria se sustenta em descobertas atuais, como a verificação de certas moléculas orgânicas em corpos celestes. Sugere-se, então, que essas moléculas tenham sido trazidas à Terra por meio de um bombardeio de cometas e meteoritos e, mediante condições adequadas, originaram os compostos mais complexos e que deram origem aos primeiros seres vivos.

9. Alternativa **b**. A figura apresenta a formação das organelas a partir de invaginações da membrana plasmática.

10. Alternativa **d**. As células mais simples são procariontes heterotróficas, que se alimentam apenas de matéria orgânica simples.

11. Alternativa **d**. IV) Incorreta. As proteínas e ácidos nucleicos presentes nos organismos atuais são os mesmos que formaram os organismos primitivos.

12. Soma: 01 + 08 + 64 = 73

01 – Correta. O processo de fotossíntese foi muito importante, pois por meio desse fenômeno alguns seres vivos passaram a ter a capacidade de formar moléculas energéticas, bem como produzir o gás oxigênio, o que favoreceu o surgimento de organismos aeróbios na Terra.

02 – Incorreta. Segundo a hipótese heterotrófica, os primeiros seres vivos obtinham energia da degradação de moléculas orgânicas, por meio da fermentação.

04 – Incorreta. As hipóteses heterotrófica e autotrófica foram baseadas em evidências teóricas, entretanto, não há fatos comprovados em laboratório que demonstrem ambas as teorias.

08 – Correta. Os processos químicos nos seres vivos ocorrem dentro de compartimentos isolados do meio externo, chamados hialoplasma ou citosol. Esses compartimentos são delimitados pela membrana plasmática, a qual apresenta propriedades seletivas.

16 – Incorreta. Stanley Miller, por meio de seus experimentos, comprovou a possibilidade da formação de aminoácidos a partir de componentes como metano, amônia (NH_3), vapor de água (H_2O), dióxido de carbono e hidrogênio (H_2), disponíveis na atmosfera primitiva da Terra.

32 – Incorreta. Não há um consenso entre os cientistas em relação à impossibilidade de moléculas orgânicas serem formadas fora do ambiente terrestre, pois há estudiosos que defendem a teoria da panspermia, os quais afirmam que a matéria orgânica teria chegado à Terra em meteoritos vindo de outros planetas.

64 – Correta. A capacidade de duplicar moléculas orgânicas torna possível a formação de células por meio de rearranjos moleculares.

13. a) Espera-se que os estudantes citem na hipótese baseada na teoria da abiogênese que a goiaba deu origem à larva. Já na hipótese baseada na teoria da biogênese, espera-se que os estudantes citem que a larva foi depositada na goiaba por outro ser vivo, seu progenitor, nesse caso, uma mosca-da-fruta.

b) A teoria da biogênese afirma que seres vivos se originam somente a partir de outros seres vivos. Assim, de acordo com essa teoria, a larva encontrada dentro da goiaba é proveniente de outro ser vivo, nesse caso, uma mosca-da-fruta, que depositou seus ovos na fruta. Desses ovos, eclodiram as larvas, que se alimentam da goiaba.

c) Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é levar os estudantes a refletir sobre a importância da aplicação do método científico e da verificação e comprovação/rejeição de hipóteses. Os estudantes podem propor que se coloque um pedaço de goiaba em um pote destampado e outro pedaço em um

MODERNA

pote coberto com gaze ou outro material que possibilite a aeração, mas impeça a entrada de insetos. Quanto aos resultados, eles podem citar que ambos os potes atrairão as moscas, porém somente o pote destampado permitirá que elas depositem seus ovos na goiaba. Dentro de alguns dias, será possível observar larvas do inseto se movimentando através da polpa da fruta, ao passo que, no pote tampado, não haverá larvas.

Página 85

RETOMANDO O QUE ESTUDEI

1. Espera-se que os estudantes respondam que o Sol é uma estrela com massa insuficiente para se transformar em supernova.
2. Espera-se que os estudantes elaborem um esquema semelhante ao da página **33**.
3. Espera-se que os estudantes comentem que Rutherford e seus colaboradores, ao bombardear uma lâmina de ouro com partículas α, perceberam que a maioria atravessou a lâmina, mas que algumas sofreram desvios e outras foram repelidas, retornando à fonte, levando-os a questionar o modelo atômico de Thomson. Mais estudos sobre as partículas α levaram Rutherford a concluir que o núcleo dos átomos contém partículas de carga positiva, que receberam o nome de prótons. Com isso, o físico e químico propôs um modelo atômico no qual o átomo é formado por uma pequena região central, positiva e que concentra quase toda a massa do átomo – o núcleo –, circundada por um grande espaço vazio contendo elétrons, que se movimentam em torno do núcleo.
4. Espera-se que os estudantes respondam que, em geral, os metais são bons condutores de eletricidade e de calor, sendo dúcteis e maleáveis. Tendem a apresentar brilho metálico característico e costumam apresentar elevada temperatura de fusão, mais propenso à solidez nas condições ambientais de temperatura e pressão (CATP). Já os ametais, em geral, são maus condutores de eletricidade e de calor, com tendência à opacidade e, quando sólidos, fragmentam-se com certa facilidade e apresentam baixa temperatura de fusão. Por outro lado, o hidrogênio possui a propriedade de se combinar com metais e ametais – nas CATP, é um gás inflamável e tem comportamento químico semelhante ao dos ametais. Por fim, os gases nobres, nas CATP, apresentam-se no estado gasoso – sua principal característica química é a alta estabilidade, portanto com pequena capacidade de se combinar com outros elementos químicos.
5. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes reconheçam que a Ciência é uma construção coletiva, baseada em experimentação, e em constante alteração. Espera-se também que eles reconheçam que, possivelmente, com os avanços tecnológicos e as contínuas pesquisas, a estrutura atômica seja revista e/ou complementada.
6. O objetivo dessa questão é verificar a compreensão dos estudantes em relação às teorias propostas ao longo do tempo sobre a origem da vida. Além disso, eles são incentivados a analisar criticamente cada uma dessas teorias e os experimentos utilizados para comprová-las.

Páginas 86 e 87

BNCC EM DESTAQUE

- O trabalho com o tema apresentado na seção **Ser consciente** possibilita o desenvolvimento das **competências gerais 3** e **9**, pois incentiva os estudantes a valorizar e fruir as diversas manifestações culturais ao conhecer lendas e mitos utilizados por vários povos para explicar a origem do Universo. Além disso, permite o trabalho com o tema contemporâneo transversal **Diversidade cultural**, enfatizando a importância do respeito às manifestações dos diferentes povos.

Páginas 86 e 87

SER CONSCIENTE

Objetivos

- Conhecer diferentes mitos a respeito da origem do Universo.
- Comparar mitos e explicações pautadas em evidências científicas a respeito da origem do Universo.
- Valorizar as manifestações culturais dos diferentes povos.

Orientações

- Ao trabalhar essa seção com os estudantes, enfatize que mitos, lendas, hipóteses e teorias científicas são explicações para o mundo que nos cerca. Mitos e lendas não são baseados em evidências como são as hipóteses e teorias científicas.

Respostas

A) Espera-se que os estudantes comentem que a Teoria do *Big Bang* é baseada em cálculos e evidências observacionais. Já os mitos procuram explicar a origem do Universo, dos astros e de componentes da Terra criando relações entre elementos da realidade e histórias envolvendo forças criadoras e deuses. Os mitos são baseados nas crenças de cada povo.

B) Espera-se que os estudantes respondam que os mitos contados fazem parte da identidade cultural dos diferentes povos e exercem acentuada influência na vida das pessoas, pois estão relacionadas a muitos hábitos, valores e crenças.

C) Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é incentivar a autonomia dos estudantes ao realizar pesquisas, além de conhecer outros mitos a respeito da origem do Universo e perceber a importância da valorização e do respeito da cultura dos diferentes povos.

MODERNA

UNIDADE 3

A Terra e o Universo

Nessa unidade, são abordados conteúdos relacionados ao movimento dos astros no Universo, os movimentos na Terra, os movimentos realizados por ela (possibilitando o trabalho do componente curricular **Física**), as condições ambientais que favorecem a vida na Terra (possibilitando o trabalho com o componente curricular **Biologia**) e as substâncias e misturas presentes na Terra (favorecendo o trabalho com o componente curricular **Química**).

Objetivos da unidade

- Analisar os movimentos que a Terra realiza e relacioná-los com a ocorrência dos dias e das estações do ano.
- Analisar as relações da Terra com os demais astros do Universo.
- Discutir a importância da água e da luz solar para a vida na Terra.
- Identificar as substâncias e as misturas presentes no planeta Terra.
- Aplicar técnicas de separação de misturas.

Justificativas

O tema dessa unidade e os conteúdos abordados em cada capítulo são relevantes para que os estudantes compreendam os movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo por meio da análise das interações gravitacionais e que, com base nessa compreensão, consigam realizar cálculos e previsões a respeito desses movimentos, contribuindo para o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT204**. Além disso, nessa unidade, os estudantes também são incentivados a reconhecer a importância de algumas condições ambientais para a existência de vida no planeta Terra, fornecendo subsídios para o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT202**. A compreensão desses temas incentiva o exercício da curiosidade intelectual para formular e resolver problemas com base no conhecimento de diferentes áreas, bem como formular e defender ideias que promovam a consciência do uso sustentável de recursos essenciais para a vida, contemplando competências gerais e específicas de **Ciências da Natureza e suas Tecnologias** propostas pela BNCC, que serão destacadas nas orientações página a página.

Abertura da unidade

Páginas 88 e 89

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem das páginas de abertura da unidade contribui para o desenvolvimento da **competência específica 1 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias**, pois incentiva os estudantes a observar uma imagem da Terra obtida por meio de equipamentos tecnológicos, como a Estação Espacial Internacional, levando-os a perceber a importância dessa estrutura para a produção de conhecimento a respeito do planeta Terra e de outros astros do Universo. A abordagem sobre a Estação Espacial Internacional possibilita o desenvolvimento do tema contemporâneo transversal **Ciência e tecnologia**.
- A questão **B** incentiva os estudantes a argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis ao formular e defender ideias, contribuindo para desenvolver a **competência geral 7**.

METODOLOGIAS ATIVAS

- Oriente os estudantes na realização de uma atividade com base na estratégia *gallery walk*. Para isso, leia mais orientações sobre essa metodologia na página **XXII** deste suplemento.

  Organize a turma em grupos e peça a cada um deles que pesquise sobre os estudos que geralmente são realizados na Estação Espacial Internacional e que favorecem a humanidade. Solicite a cada grupo que faça um cartaz contendo imagens e informações a respeito do estudo em questão. É importante que um grupo pesquise um assunto diferente do de outro grupo e que o ache relevante, por exemplo, o desenvolvimento de tecnologias utilizadas na produção de novos materiais e alimentos. Peça aos estudantes que exponham seus cartazes e conversem com os colegas a respeito de sua pesquisa.

- Caso julgue interessante, leve os estudantes à sala de informática e assista com eles à Estação Espacial Internacional em tempo real. O vídeo ao vivo possibilita a observação da rotina da tripulação no interior da estação, bem como a visualização da Terra vista da estação. Para isso, acesse o *site* da Agência Espacial Americana (Nasa). Disponível em: <https://www.nasa.gov/multimedia/nasatv/iss_ustream.html>. Acesso em: 12 maio 2020. Esse tipo de abordagem possibilita que os estudantes entrem em contato com o conhecimento científico por meio de ferramentas que fazem parte das **culturas juvenis**.
- Se julgar conveniente, inicie a abordagem desse capítulo apresentando aos estudantes manchetes a respeito da descoberta de luas e exoplanetas que são candidatos a abrigar vida.

MODERNA

Respostas

A O objetivo dessa questão é levantar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre os demais astros que fazem parte do Sistema Solar. Eles podem citar os outros sete planetas e seus satélites naturais, asteroides, planetas-anões, cometas, o Sol, entre outros.

B Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é levar os estudantes a expressar seus conhecimentos prévios sobre a Estação Espacial Internacional, que é um laboratório construído no espaço com o apoio de diversos países. A estação encontra-se na órbita da Terra, pois sofre influência da força da gravidade do planeta.

C O objetivo dessa questão é fazer os estudantes perceberem que o estudo da astronomia tem propiciado o desenvolvimento tecnológico em diversas áreas do conhecimento, como o de telescópios e satélites, permitindo o monitoramento não só do espaço, mas também da Terra, facilitando pesquisas nas áreas das Ciências espaciais, na meteorologia, nas telecomunicações, entre outras.

D Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é levantar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre a busca de planetas que apresentam condições para a existência de vida, como a Terra. Incentive-os a citar as principais condições necessárias à existência de vida.

CAPÍTULO 1
Os astros no Universo

Objetivos

- Analisar as condições de movimento e de repouso.
- Aplicar as grandezas básicas da Cinemática.
- Relacionar as leis de Kepler aos movimentos dos planetas.
- Analisar os movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo.
- Conduzir à identificação e à aplicação das leis do movimento de Newton.
- Descrever alguns efeitos das forças nos corpos, como variação da velocidade e deformação.
- Identificar as leis de Newton em situações que envolvem a segurança no trânsito.
- Analisar a lei da gravitação universal.

Esse capítulo pode ser trabalhado pelo professor da área de **Ciências da Natureza e suas Tecnologias**, preferencialmente do componente curricular **Física**.

Página 90

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem dessa página contribui para o desenvolvimento da **competência específica 2 de Ciências da Natureza e suas tecnologias** e da **competência geral 2**, pois possibilita interpretar e compreender a dinâmica dos astros e do planeta Terra de acordo com o modelo heliocêntrico.

- Inicie a abordagem dessa página questionando os estudantes se já viram outras fotografias registradas com a mesma técnica da fotografia dessa página. Explique a eles que para obter essa imagem o fotógrafo regulou a câmera de maneira que o obturador permanecesse aberto por algumas horas. Com isso, foi capaz de registrar o rastro de luz deixado pelos astros durante seu movimento aparente no céu. Se possível, leve para a sala de aula uma máquina fotográfica digital que permita regular manualmente o obturador e mostre aos estudantes efeitos semelhantes aos obtidos com essa técnica na imagem apresentada.
- Ao trabalhar os movimentos da Terra, aproveite para comentar que inúmeros estudos científicos evidenciam o formato esférico da Terra. Há mais de 2 mil anos, o filósofo grego Aristóteles (384 a.C.-322 a.C.) escreveu que, de acordo com a observação das estrelas, ficava evidente que a Terra era circular e não muito grande, pois uma pequena mudança na posição de observação apresentaria uma grande alteração no horizonte. Entretanto, caso a Terra fosse plana, as mesmas estrelas seriam observadas de qualquer ponto e a qualquer momento.
- Explique que, além da diferença na duração do dia e da noite e de a Lua apresentar diferentes formatos aparentes para lugares distintos do planeta, caso a Terra fosse plana, a intensidade da força gravitacional seria igual para qualquer ponto do planeta, porém, observam-se pequenas variações de seu valor.

Páginas 91 a 94

BNCC EM DESTAQUE

- A leitura e interpretação da tirinha apresentada na página **91** contribui para desenvolver a **competência geral 3**, contribuindo para a fruição e valorização de manifestações artísticas e culturais.

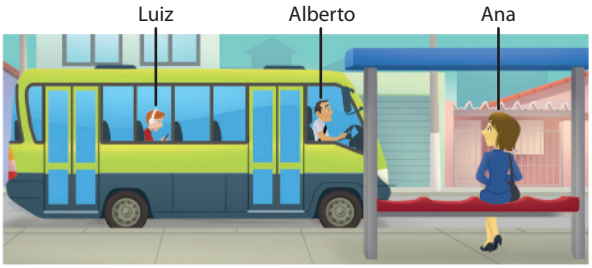
- Ao abordar o conceito de movimento e de repouso na página **91**, inicie questionando os estudantes "como se pode identificar se um corpo está em movimento ou repouso", a fim de incentivar um debate acerca das respostas e ideias propostas por eles. Verifique se percebem que é necessário observar se o corpo muda de posição no decorrer do tempo quando comparado a um referencial.

MOBERNA

METODOLOGIAS ATIVAS

- Trabalhe o conceito de movimento e de repouso por meio da estratégia de metodologia ativa *four corners*. Veja a seguir algumas orientações.

1. Apresente aos estudantes a situação esquematizada abaixo.



Representação de um ônibus transportando um passageiro. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

2. Escreva quatro afirmações referentes a esse esquema em folhas de papel sulfite, sendo duas afirmações corretas e duas incorretas, como:

- Luiz está em repouso em relação a Alberto.
- Ana está em movimento em relação a Luiz.
- Alberto está em repouso em relação a Ana.
- O ônibus está em movimento em relação a Luiz.

3. Fixe cada afirmativa em um dos quatro cantos da sala e peça aos estudantes que se coloquem junto à afirmativa que supõem correta. Deixe-os livres para transitar pelos grupos e trocar ideias sobre as afirmações apresentadas.

4. Durante a dinâmica, questione os grupos a fim de que expressem seus argumentos defendendo a sua posição escolhida e convencendo o maior número de estudantes a assumirem a mesma posição.

BNCC EM DESTAQUE

- A realização da atividade sugerida anteriormente contribui para o desenvolvimento da **competência geral 9**, pois exige dos estudantes o diálogo entre os membros de seu grupo e a argumentação e discussão dos conceitos construídos por grupos distintos, promovendo o respeito às opiniões dos colegas e valorizando a diversidade. Além disso, a elaboração de questões, hipóteses e interpretações acerca da situação-problema proposta permite o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT301**.

- Explique aos estudantes que o movimento é definido como a variação da posição de determinado objeto em relação a um dado referencial com o decorrer do tempo. A trajetória, por sua vez, é o lugar geométrico que contém o conjunto de todas as posições ocupadas por um determinado movimento, sendo classificada como retilínea ou curvilínea.

METODOLOGIAS ATIVAS

- Utilizando o exemplo anterior, questione os estudantes com a seguinte pergunta: Se Luiz lançar um objeto verticalmente para cima, que trajetória esse objeto descreverá? Caso julgue interessante, realize a estratégia ativa *turn and talk*. Para isso, oriente os estudantes para que se virem para o colega e conversem a respeito do que pensam sobre a questão, compartilhando suas ideias e complementando a resposta um do outro.

- Por fim, explique a eles que a trajetória do movimento de um mesmo objeto é diferente para referenciais distintos. O texto a seguir explica a observação das trajetórias a partir de diferentes referenciais, segundo o cientista italiano Galileu (1564-1642).

> […]
>
> Galileu utilizou o princípio da relatividade dos movimentos, ou princípio da independência dos movimentos, para demonstrar a trajetória parabólica dos projéteis. Consideremos o seguinte exemplo: um projétil lançado a partir do solo com um certo ângulo de lançamento pode ter seu movimento decomposto em dois movimentos independentes: um horizontal e outro vertical. No lançamento de um projétil verticalmente para cima, sobre uma plataforma em movimento retilíneo e uniforme, um observador que esteja sobre a plataforma em movimento verá a trajetória do projétil como retilínea de ida e volta. Quanto a um observador que esteja parado no solo, onde a plataforma está em movimento, visualizará a trajetória do projétil como parabólica. Assim, cada observador terá uma visão diferente do movimento. Com isso, Galileu conseguiu resolver o paradoxo de Zenão, mostrando que a trajetória e velocidades são dependentes do referencial de onde se observa o movimento.
>
> […]

WOLFF, J. de S.; MORS, P. M. Relatividade: a passagem do enfoque galileano para a visão de Einstein. In: *Textos de Apoio ao Professor de Física*, Porto Alegre, v. 16, n. 5, 2005. p. 12.

- Ao invés de dividir a análise dos conceitos de deslocamento, velocidade e aceleração em situações que são considerados como vetores e situações que são considerados escalares, essa obra deu preferência a se referir a esses conceitos com um nome único (deslocamento, velocidade e aceleração). Em casos específicos, como no movimento unidimensional, que a representação vetorial pode ser abandonada, trabalhando-se com um valor numérico para o módulo do vetor e o sinal positivo ou negativo para definir o sentido do vetor, a direção do vetor é dada pela direção da trajetória definida.
- Aproveite o momento para classificar o movimento de determinado objeto em relação ao sinal (positivo ou negativo) do deslocamento e, consequentemente, da velocidade. Explique aos estudantes que:
  - se $\Delta\vec{s} > 0 \Rightarrow \vec{v} > 0$, tem-se o movimento para o mesmo sentido da orientação adotada, portanto, o movimento é denominado **progressivo**.

MOBENA

> se $\Delta\vec{s} < 0 \Rightarrow \vec{v} < 0$, tem-se o movimento para o sentido oposto da orientação adotada, portanto, o movimento é denominado **retrógrado**.

- Explique ainda que a notação vetorial pode ser utilizada apenas para determinadas grandezas, denominadas grandezas vetoriais, como deslocamento, velocidade, aceleração, força etc. Já grandezas que não podem ser representadas por um vetor são denominadas **grandezas escalares**, como massa, energia, temperatura etc. Essas grandezas são completamente definidas com o valor numérico, acompanhado de sua unidade de medida.
- Comente que muitos livros trazem a definição de velocidade escalar e velocidade escalar média. No entanto, não utilizaremos essas definições para evitar misturar conceitos, isto é, os vetoriais com os escalares. Assim, considera-se a velocidade escalar média como a rapidez desenvolvida por um corpo em que o deslocamento (com direção e sentido) é substituído pela distância percorrida (*d*) em determinado intervalo de tempo, ou seja:

$$\text{rapidez} = \frac{\text{distância percorrida}}{\text{tempo}}$$

  A manipulação dos valores expressos com sinais positivo ou negativo, representando os módulos dos vetores e os sentidos, são condições de contorno relacionadas ao tipo de movimento que se está trabalhando. Ou seja, no movimento retilíneo uniforme, pode-se abandonar a notação vetorial, pois a velocidade média é igual à rapidez do movimento. Por isso, podemos escrever $v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t}$.
- Se julgar necessário, explique aos estudantes que o conceito de velocidade média é definido, algebricamente, com a notação dos vetores unitários $\hat{i}$, $\hat{j}$ e $\hat{k}$, os quais especificam as orientações dos eixos *x*, *y* e *z*, respectivamente. Os vetores unitários têm módulo igual a 1 e apontam para determinada direção, não têm dimensão e nem unidade de medida, sua única função é especificar uma orientação.

  Por exemplo, considere que um avião se desloca de Campinas ao Rio de Janeiro, executando um deslocamento de 400 km na direção leste-oeste, com sentido leste. Nesse caso, o deslocamento pode ser representado por $\Delta\vec{s} = 400\,\hat{i}$ km (considerando o eixo *x* sobre a direção leste-oeste, orientada para o leste). Supondo que o avião levou meia hora para sair de Campinas e chegar ao Rio de Janeiro, a velocidade média é dada por:

$$\vec{v}_m = \frac{\Delta\vec{s}}{\Delta t} = \frac{400\,\hat{i}}{0{,}5} = 800\,\hat{i} \therefore \vec{v}_m = 800\,\hat{i}\ \text{km/h}$$

  A velocidade vetorial tem a mesma orientação do vetor deslocamento.
- Ao definir o conceito de velocidade instantânea, caso deseje apresentá-la formalmente, explique que ela é determinada pela razão entre o deslocamento de um corpo e o intervalo de tempo quando esse tempo tende a zero, ou seja, $\vec{v} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta\vec{s}}{\Delta t}$, em que a notação *lim* é um operador matemático que determina a operação realizada para um limite de Δt tendendo a zero. É representada pela letra *v* e medida, no SI, em metro por segundo (m/s).
- Apresente aos estudantes outras unidades de medida de velocidade comumente utilizadas no cotidiano, como milhas por hora (mi/h), utilizada no velocímetro dos carros ingleses e estadunidenses, por exemplo, sendo 1 quilômetro = 1,6 milha, de maneira que 1 km/h = 1,6 mi/h. Para medir a velocidade dos barcos, normalmente utiliza-se a medida nó, em que 1 nó = 1,150 mi/h = 1,852 km/h.
- Caso seja conveniente, ao abordar a definição de aceleração, na página **92**, explique que as mesmas considerações feitas para a velocidade são válidas para a definição de aceleração média. Dessa maneira, pode-se considerar a aceleração em um instante muito pequeno de tempo como $\vec{a}_m = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$. Como o intervalo de tempo deve ser positivo, o sinal da aceleração é definido pelo sinal da variação de velocidade.
- As atividades resolvidas da página **92** possibilitam classificar o movimento de um móvel em relação à sua aceleração. Enfatize que o vetor aceleração negativo representa uma aceleração com sentido oposto do vetor velocidade, diminuindo a intensidade da velocidade. Esse movimento é denominado **retardado**. O vetor aceleração positivo representa uma aceleração de mesmo sentido do vetor velocidade, aumentando a intensidade da velocidade. Esse movimento é denominado **acelerado**.
- Ao abordar as leis de Kepler, nas páginas **92** a **94**, comente com os estudantes que, de 1617 a 1621, o astrônomo e matemático alemão Johannes Kepler (1571-1630) divulgou os seus trabalhos e inseriu o Sol como o centro do Sistema Solar (sistema heliocêntrico). Explique também que Kepler estudou durante 17 anos os dados deixados por seu mestre, o astrônomo dinamarquês Tycho Brahe (1546-1601), para que fosse possível conceber as três leis sobre o movimento planetário. Tycho foi reconhecido como o melhor astrônomo observacional da Europa. Apresentou grande resistência à teoria copernicana, propondo, portanto, um modelo que coloca a Terra como o centro do Universo, orbitada pela Lua e pelo Sol, e os demais planetas orbitando o Sol. Assim, com a morte de Tycho, Kepler assumiu seu posto e seus dados.
- Comente a importância das leis de Kepler, explicando que elas são cinemáticas, ou seja, descrevem o movimento dos astros celestes sem questionar suas causas. Não há interesse no motivo de o movimento ocorrer de determinada maneira, entretanto, são ferramentas importantes para a compreensão e a previsão do alinhamento entre planetas e seus efeitos, como as marés e os eclipses.
- Ao abordar as leis de Kepler e o seu modelo heliocêntrico, cujos planetas executam órbitas elípticas, explique que há relatos de estudiosos que propuseram uma explicação idêntica às apresentadas por Kepler muito tempo antes dele. Um desses relatos está relacionado à matemática e filósofa egípcia Hipátia (cerca de 370 d.C.-415 d.C.), que viveu em Alexandria, no Egito, e que obteve sucesso entre a sociedade de sua época. Para mais informações, acesse o *site* da *BBC News Brasil*. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-46501897>. Acesso em: 8 maio 2020.
- Aproveite o momento para propor aos estudantes uma pesquisa sobre mulheres que, apesar de toda opressão do

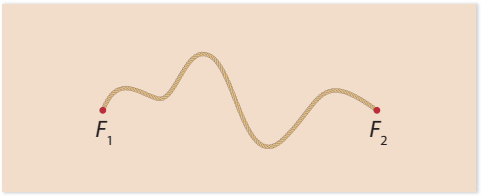
MANUAL DO PROFESSOR

machismo existente na comunidade científica, conseguiram ter seu nome mencionado na construção da Ciência, como a física polonesa Marie Curie (1867-1934) com seus estudos sobre a radioatividade, a matemática alemã Emmy Noether (1882-1935) com seus teoremas sobre simetrias e as leis da natureza, que são considerados base estruturante de toda a Física, entre outras.

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

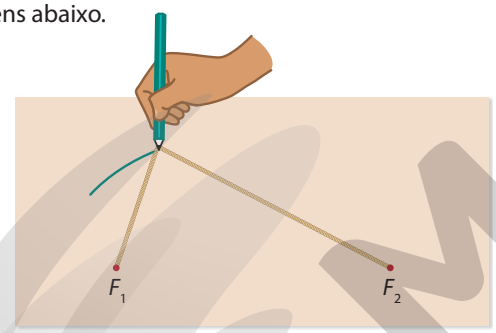
- Ao conceituar a primeira lei de Kepler (lei das órbitas), na página **93**, faça a atividade a seguir com os estudantes, a fim de demonstrar que a elipse é uma curva que pode ser definida a partir de dois pontos.

1. Em uma folha de papel sulfite, destacam-se dois pontos, os quais representarão os focos F_1 e F_2.
2. Fixam-se, respectivamente, as extremidades de um barbante nos pontos marcados, como mostra a imagem abaixo.

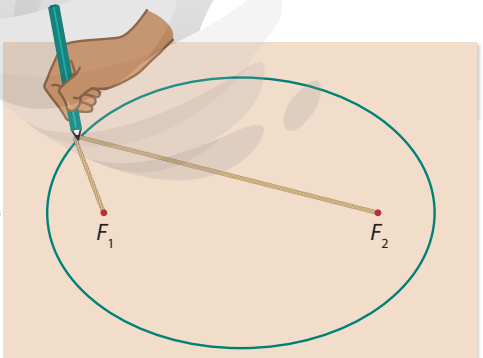


Representação do barbante fixado à folha de papel sulfite. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

3. Posicionando um lápis de forma que o barbante fique esticado, traçamos uma curva contínua, mantendo sempre o barbante esticado, como mostram as imagens abaixo.



Representação do desenho sendo formado com o lápis preso ao barbante. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.



ILUSTRAÇÕES: HELOÍSA PINTARELLI

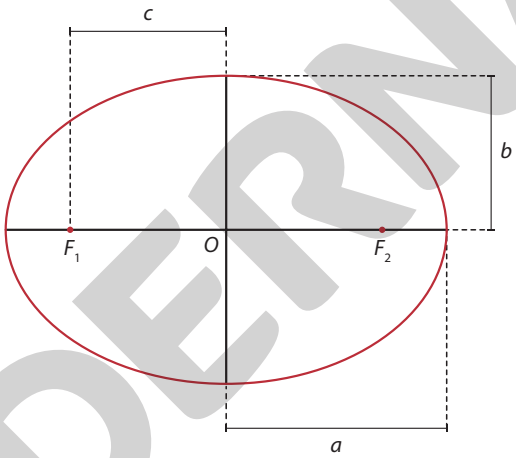
Representação da elipse formada ao completar-se a volta com o barbante esticado. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

A curva obtida é denominada elipse. Note que a soma das distâncias de F_1 e F_2 a qualquer ponto sobre a elipse é constante, pois trata-se do comprimento do barbante.

Entre os elementos de uma elipse, destacam-se:

- os focos $(F_1$ e $F_2)$;
- centro (O);
- distância focal $(2 \cdot c)$;
- eixo maior $(2 \cdot a)$;
- eixo menor $(2 \cdot b)$.

A excentricidade (e) de uma elipse é dada por $e = \frac{c}{a}$. Quanto mais próxima de 1 for a excentricidade, mais "achatada" será a elipse. Se a excentricidade for próxima de zero, a forma da elipse se aproximará de uma circunferência, na qual $e = 0$.



HELOÍSA PINTARELLI

Representação dos elementos geométricos de uma elipse. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

A excentricidade da órbita da Terra é 0,017, revelando que ela é elíptica em torno do Sol, com formato próximo ao de uma circunferência. Veja as excentricidades das órbitas dos planetas do Sistema Solar.

Excentricidade da órbita dos planetas do Sistema Solar

Planeta	Excentricidade da órbita em torno do Sol
Mercúrio	0,205
Vênus	0,007
Terra	0,017
Marte	0,097
Júpiter	0,049
Saturno	0,057
Urano	0,046
Netuno	0,011

Fonte: WILLIAMS, D. R. Planetary Fact Sheet - Metric. *Nasa*. Disponível em: <https://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/>. Acesso em: 22 abr. 2020.

MODERNA

- Ao trabalhar a segunda lei de Kepler, na página **93**, explique aos estudantes que as pesquisas do cientista inglês William Gilbert (1544-1603) sobre as forças magnéticas tiveram grande influência nos estudos de Kepler, postulando que a atração entre o Sol e os planetas seria similar à interação entre ímãs. Essas experiências vieram a se tornar a segunda lei de Kepler (lei das áreas).
- Comente que a velocidade orbital máxima da Terra (periélio) é de 30,2 km/s e a mínima (afélio), de 29,3 km/s. A partir desses valores, percebe-se que a diferença entre as velocidades máxima e mínima não é grande, o que nos permite concluir que a trajetória de translação da Terra não se afasta muito de uma trajetória circular; caso fosse circular, a velocidade seria constante.

Página 96

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem da Dinâmica por meio das leis de movimento de Newton e sua aplicação às situações do cotidiano contribuem para desenvolver a **competência geral 1**, pois possibilita aos estudantes utilizar os conhecimentos das leis de Newton para entender e explicar a realidade.

- Em sua obra *Principia*, publicada em 1687, Newton expressou quanto o estudo das forças é importante para uma visão ampla dos fenômenos da natureza.

> […] ofereço este trabalho como os princípios matemáticos da filosofia, pois toda a essência da filosofia parece constituir nisso – a partir dos fenômenos de movimento, investigar as forças da natureza e, então, dessas forças demonstrar os outros fenômenos […].
>
> NEWTON, I. *Principia*: princípios matemáticos de filosofia natural - livro I. 2 ed. 2 reimp. São Paulo: Edusp, 2012. p. 14.

Na citação acima, o cientista inglês Isaac Newton (1643-1727) se refere à Filosofia, pois na sua época áreas como Física, Química e Biologia ainda não estavam consolidadas. Por isso, os estudiosos da natureza eram considerados filósofos naturais. Nos livros **I** e **II** são apresentados os princípios básicos dos movimentos. O livro **III** trata do movimento de planetas, cometas e satélites naturais e do efeito maré.

Páginas 97 a 101

- Ao abordar os efeitos da força e a sua natureza, na página **97**, comente que se trata do conjunto de leis que possibilita a análise e compreensão dos comportamentos estático e dinâmico dos corpos, de forma simples e dialética.

  Ao trabalhar a questão **4** da página **97**, incentive os estudantes a identificarem no cotidiano situações que envolvem força. Verifique se eles percebem que os efeitos de forças estão presentes em praticamente todas as situações do cotidiano. Um objeto cai, por exemplo, por causa da atração gravitacional; não cai quando seguramos por causa da força de sustentação que aplicamos nele.
- A intuição, algo tão importante em diversos segmentos da vida, muitas vezes pode sugerir imprecisões científicas. É muito comum que os estudantes, ao longo da vida escolar, formulem hipóteses e conceitos espontâneos que podem parecer óbvios, mas que se revelam inadequados. Um desses casos é a ideia de que um corpo só se mantém em movimento sob a ação de forças (essa confusão ocorre porque, geralmente, os estudantes pensam em corpos deslizando sobre superfícies ásperas). Na construção histórica do conceito de força e sua relação com o movimento dos corpos, Aristóteles formulou uma teoria na qual a força aplicada sobre um objeto era diretamente proporcional à sua velocidade. Além disso, a velocidade era inversamente proporcional à resistência que o meio oferecia ao movimento do corpo.
- Na Mecânica Newtoniana, o conceito de força está vinculado à aceleração. Isso foi possível porque Newton, de posse dos experimentos e resultados de Galileu, já possuía o conhecimento da possibilidade de produzir movimentos com uma pequena desaceleração na ausência de atrito. Logo, ele percebeu que a força é o agente que produz alteração do movimento, e não o próprio movimento, como suposto por Aristóteles.
- Na página **98**, ao discutir a primeira lei de Newton, explique que, embora essa lei tenha sido enunciada e sistematizada por Newton, o primeiro pensador a verificar essa propriedade dos corpos foi Galileu Galilei. O objetivo de Galileu era analisar uma das teorias de Aristóteles, a de que o movimento dos corpos existe somente mediante a presença de uma força. Galileu, contudo, constatou que a tendência dos corpos é manter o estado natural de repouso ou de movimento em linha reta mesmo na ausência de forças.

METODOLOGIAS ATIVAS

- Se achar conveniente, trabalhe a primeira lei de Newton utilizando a estratégia de metodologia ativa rotação por estações. Para isso, organize a turma em três grupos e siga as instruções abaixo. Você também encontra mais orientações sobre essa estratégia na página **XX** desse suplemento.

1. A rotação ocorrerá em três estações de aprendizagem. Na primeira, proponha a realização de um experimento simples, como o sugerido a seguir.
   - Separe os materiais necessários: uma folha de papel sulfite, um copo de acrílico e uma moeda.
   - Coloque a folha de papel sulfite sobre o copo. Sobre a folha de papel, coloque a moeda de forma que ela fique centralizada sobre o copo.
   - Proponha o desafio: os estudantes terão de fazer a moeda cair dentro do copo ao retirarem a folha de papel apenas puxando-a rapidamente.

MODERNA

- Após a realização da atividade prática, aplique um questionário simples, contendo perguntas como:
  - > Ao exercer força sobre o papel, o que acontece com a moeda?
  - > O que acontece com a moeda se o papel for puxado devagar?
  - > Por que a moeda cai dentro do copo?

2. Na segunda estação, proponha uma pesquisa sobre a definição da primeira da lei de Newton. Para isso, essa estação pode ser desenvolvida no laboratório de informática, se possível.
3. Na terceira estação, disponibilize o vídeo *Skate: inércia (1ª Lei de Newton)*, do Canal Futura, que resume a prática do *skate* de acordo com a lei da inércia de Newton. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Gt5rdL66r4M>. Acesso em: 20 jul. 2020. Esse tipo de abordagem possibilita que os estudantes entrem em contato com o conhecimento científico por meio de ferramentas que fazem parte das **culturas juvenis**.

   Depois, proponha um questionário baseado no vídeo, abordando-o com questões como:
   - > Qual ação é necessária para que o skatista entre em movimento?
   - > O que acontece com o skatista se ele não aplicar impulso?
   - > Hipoteticamente, se não houvesse atrito, o que aconteceria com o skatista tempos depois de impulsionar o skate?

- Peça a cada grupo que ocupe uma estação de aprendizagem. Fixe tempo para que realizem a tarefa proposta e, após todos finalizarem, solicite as trocas de estação. Faça o rodízio de estação até que os três grupos passem por todas as estações de aprendizagem.

ACOMPANHAMENTO DA APRENDIZAGEM

- Finalize a prática sugerida anteriormente retomando o conteúdo referente à primeira lei de Newton e aplique um questionário abordando o conteúdo e as atividades realizadas nas estações de aprendizagem, a fim de avaliar o aprendizado obtido.

- A realização da atividade proposta no boxe **Metodologias ativas** contribui para o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT303**, pois permite o acesso dos estudantes à interpretação de textos científicos por diferentes meios de divulgação, selecionando fontes confiáveis de informação.
- Enfatize que a inércia é a propriedade que um corpo apresenta para resistir às mudanças de movimento quando submetido à ação de forças.
- Ao trabalhar a segunda lei de Newton, na página **99**, explique que a força motora é a que provoca o aumento do movimento do corpo, ou seja, é a força que atua no mesmo sentido do movimento. Caso a força provoque a diminuição do movimento do corpo, ou seja, atue no sentido oposto ao do movimento, ela é denominada força resistente.
- Comente que a massa representa uma constante de proporcionalidade entre a força e a aceleração adquirida pelo corpo, denominada massa inercial. A massa determinada pela força que atua sobre o corpo em um campo gravitacional, isto é, medido pela força peso sobre o objeto, denomina-se massa gravitacional. No entanto, para os dois efeitos, massa inercial e gravitacional possuem o mesmo valor.

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

- Se achar conveniente, ao trabalhar o efeito da aceleração sobre um corpo sujeito a determinada força resultante, proponha uma disputa de "cabo de guerra". Para isso, utilize uma corda de 10 m de comprimento que seja resistente o bastante para não se romper.

1. Amarre uma fita no meio do comprimento da corda.
2. Com giz, marque no chão a posição de 2 m à direita e 2 m à esquerda em relação à posição da fita amarrada à corda.
3. Divida a turma em dois grupos. Cada grupo deverá puxar uma extremidade da corda.
4. O grupo vencedor é o que conseguir fazer a fita ultrapassar a respectiva marcação.

- Com essa dinâmica, explique aos estudantes que a corda ganha movimento para o lado que a puxou com força de maior intensidade, isto é, a força resultante sobre a corda atua no mesmo sentido da variação de movimento sofrida por ela.
- Explique que, caso os dois grupos puxassem a corda com a mesma intensidade, a força resultante seria nula e a corda não entraria em movimento, ou seja, ficaria em repouso, exemplificando, portanto, a primeira lei de Newton.

- Na página **101**, ao definir conceitualmente a força peso de um corpo, comente que quando as pessoas sobem em balanças é comum elas dizerem que vão se pesar, porém, como as balanças são graduadas em quilograma, isso gera uma confusão entre o conceito de peso e de massa. O que se pode afirmar é que a balança registra a massa aparente da pessoa, que provém da aceleração gravitacional local e do peso aparente, que, por sua vez, corresponde ao módulo da força normal, que é o que uma balança de fato mede, que será posteriormente definida.

Páginas 102 e 103

BNCC EM DESTAQUE

- Abordar a aplicabilidade dos conceitos físicos estudados por meio das leis de Newton para o desenvolvimento de equipamentos de segurança, visando a resolução de problemas relacionados à vida, contribui para o desenvolvimento da **competência geral 2** e o tema contemporâneo transversal **Educação para o trânsito**.

MODERNA

- A questão **b** da página **103** incentiva os estudantes a agir coletivamente a fim de tomar decisões com base em princípios éticos e solidários, contribuindo para desenvolver a **competência geral 10**. Esse tipo de abordagem contribui para a saúde mental dos estudantes.
- Aplicar os conhecimentos das leis de Newton para avaliar os riscos à vida ao não se utilizar o cinto de segurança dos automóveis possibilita o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT306**.

Páginas 102 e 103

BOXE COMPLEMENTAR

- Na resposta à questão **b** da página **103**, promova uma troca de ideias e verifique se os estudantes percebem que o motorista tem a responsabilidade de proteger os ocupantes do veículo.

- **Veja a seguir a resposta da questão do boxe complementar da página 103.**

a) Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é conduzir os estudantes a uma autoavaliação de seus hábitos e verificar se precisam alterá-los.

b) Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes reconheçam que os motoristas são responsáveis pela segurança de todos os ocupantes de um automóvel e que devem orientar todos os passageiros para que usem o cinto de segurança.

c) Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é fazer os estudantes explorarem seus conhecimentos prévios sobre o uso da cadeirinha. Eles podem comentar que no Brasil a obrigatoriedade do uso desse dispositivo ocorreu em 2008. De acordo com os números oficiais apresentados pelo Conselho Federal de Medicina (CFM) e pela Associação Brasileira de Medicina de Tráfego (Abramet), a quantidade de crianças hospitalizadas em estado grave após se envolverem em acidentes veiculares caiu 33% nos últimos oito anos, ao passo que a quantidade de óbitos apresentou uma queda de quase 20%. A cadeirinha mantém a criança no assento traseiro do veículo, evitando que seu corpo seja ejetado para a frente.

ACOMPANHAMENTO DA APRENDIZAGEM

- Após abordar o conteúdo do **boxe complementar** da página **103**, organize os estudantes em duplas para debater o tema. A fim de instigar e nortear a discussão, faça perguntas como: no momento de uma colisão, o que acontece com uma pessoa que faz uso do cinto de segurança? E com a pessoa que não o utiliza? Por que a pessoa que usa o cinto de segurança não é lançada para frente? Por que a pessoa que não o utiliza é lançada para frente? etc.
- Após a discussão, peça aos estudantes que socializem suas conclusões com todos os colegas.

Página 104

- Ao trabalhar a terceira lei de Newton, apresente aos estudantes o vídeo *Skate: Ação e Reação (3ª Lei de Newton)*, do Canal Futura, que mostra a realização da manobra de *skate* de acordo com a ação e reação de Newton. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=krRi6AJMXe0>. Acesso em: 4 maio 2020. Esse tipo de abordagem possibilita que os estudantes analisem situações que pertencem à sua cultura e as relacionem ao conhecimento científico por meio de ferramentas que fazem parte das **culturas juvenis**.
- É importante enfatizar que as interações de ação e reação acontecem em corpos distintos, portanto, elas nunca se anularão. Explique também que, mesmo que os corpos tenham dimensões e quantidades de massa diferentes, as forças de ação e reação serão de mesma intensidade.

Páginas 105 e 106

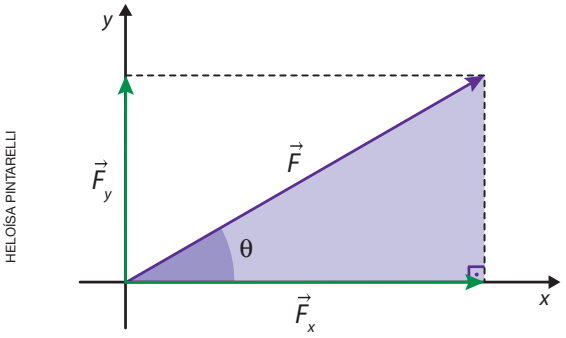
SALA DOS PROFESSORES

- A decomposição das forças que agem em um bloco em um plano inclinado, na página **105**, possibilita um trabalho integrado com o professor do componente curricular **Matemática**. É essencial que os estudantes percebam que a decomposição vetorial é uma operação matemática em que um determinado vetor é dividido em dois vetores componentes ortogonais, paralelos aos eixos *x* e *y*, respectivamente. A imagem abaixo ilustra a decomposição de um vetor em suas componentes *x* e *y*.

Utiliza-se a trigonometria para obter o módulo dos vetores componentes ortogonais, de modo que:

$$F_x = F \cdot \cos\theta \quad \text{e} \quad F_y = F \cdot \operatorname{sen}\theta$$

em que F_x e F_y são, respectivamente, o módulo das componentes horizontal e vertical.



HELOÍSA PINTARELLI

Representação da decomposição de uma força $\vec{F}$ em seus componentes $\vec{F}_x$ e $\vec{F}_y$.

- De acordo com a regra do paralelogramo para soma vetorial, nota-se que o vetor é a resultante da soma dos vetores componentes, isto é, $\vec{F} = \vec{F}_x + \vec{F}_y$, cujo módulo é obtido pela Relação de Pitágoras $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$.

MP

- Comente que a força de tração, definida na página **106**, provém das forças de ligação entre os átomos que constituem a corda, de natureza eletromagnética. Ao puxarmos uma corda, a tendência é afastarmos os elementos dos quais ela é constituída.
- É importante salientar que as forças normal e de tração não são determinadas por uma função ou equação, como a força peso, mas sim pelas condições e situações do sistema analisado.

Páginas 109 a 111

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem da lei da gravitação universal realizada por meio de modelos e resultados de épocas diferentes e anteriores a Newton possibilita o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT201**, pois incentiva os estudantes a analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas. Além disso, a utilização da Dinâmica para realizar previsões acerca dos movimentos dos objetos e da Terra contribui para o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT204**.

- Leia o trecho do texto a seguir, em que Newton trata da força da gravidade.

> […] todos os planetas gravitam em direção uns aos outros, assim como a força da gravidade em direção a cada um deles, considerado separadamente, é inversamente proporcional ao quadrado das distâncias dos lugares ao centro do planeta. E, portanto, […] segue-se que a gravidade tendendo em direção a todos os planetas é proporcional à matéria que eles contêm.
>
> […]
>
> NEWTON, I. *Principia*: princípios matemáticos de filosofia natural - livros II e III. 2 ed. São Paulo: Edusp, 2012. p. 204.

- Comente que o maior superpetroleiro já construído, o *Knock Nevis*, quando carregado, apresentava uma massa de 564 763 t (564 763 000 kg), logo, a força peso sobre ele era, aproximadamente, $5{,}65 \cdot 10^9$ N. Comparando o peso dessa superembarcação com a intensidade da força de interação entre a Terra e a Lua, seriam necessários 36 bilhões de superpetroleiros para que a intensidade dessas forças fosse a mesma.

Página 110

TROCANDO IDEIAS

Objetivos

- Desenvolver a autonomia na busca de informações em fontes confiáveis e o uso de recursos tecnológicos para o aprendizado.
- Argumentar e discutir assuntos relevantes sobre o Universo.
- Reconhecer a importância dos estudos científicos para a sociedade.

Orientações

- Oriente os estudantes para irem à biblioteca pesquisar as informações em livros e *sites* confiáveis, podendo utilizar *softwares* de simulação e de realidade virtual.
- Acompanhe o debate e incentive os estudantes a questionarem uns aos outros acerca das informações obtidas.
- Essa atividade contribui para o desenvolvimento da **competência específica 2 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias**, pois acrescenta conhecimentos a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais.

Resposta

- Os estudantes podem responder que na Terra a gravidade nos mantém em sua superfície; no Sistema Solar, ela mantém a Terra e outros planetas e satélites em órbita em torno do Sol; na Via Láctea, ela impede que bilhões de estrelas se dispersem; e, no espaço intergaláctico, ela permite que existam aglomerados de galáxias.

- Na página **111**, explique aos estudantes que pequenos valores de h, comparados com distâncias astronômicas, causam pequenas variações na intensidade da aceleração da gravidade ou do campo gravitacional. No alto do monte Everest, por exemplo, com cerca de 8 800 m de altitude, a intensidade g é cerca de 9,78 m/s². Já na Estação Espacial Internacional, em órbita a uma distância média de 400 km da superfície da Terra, sua intensidade é:

$$g = \frac{G \cdot M}{(R_T + h)^2} = \frac{(6{,}67 \cdot 10^{-11}) \cdot (5{,}97 \cdot 10^{24})}{(6{,}37 \cdot 10^6 + 400\,000)^2} \simeq 8{,}7$$

$\therefore\ g = 8{,}7\ \text{m/s}^2$

Respostas e orientações para as Atividades *Página 95*

1. Alternativa **b**. O movimento de translação da Terra em torno do Sol é um dos fatores que permite a mudança da posição relativa entre os corpos, causando a alteração da posição em que o Sol se põe e nasce no horizonte.

2. Alternativa **c**.

I. Correta.

II. Incorreta. De acordo com a primeira lei de Kepler, os planetas executam órbitas elípticas, sendo que o Sol está em um de seus focos.

III. Correta.

IV. Correta.

V. Incorreta. O afélio corresponde ao ponto da órbita de um planeta em que este se encontra mais distante do Sol. Portanto, a sua velocidade é mínima.

MODERNA

3. b) 164,2.

$$\frac{T_N^{\,2}}{R_N^{\,3}} = \frac{T_T^{\,2}}{R_T^{\,3}} \Rightarrow \frac{T_N^{\,2}}{T_T^{\,2}} = \frac{(4{,}5 \cdot 10^9)^3}{(1{,}5 \cdot 10^8)^3} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{T_N^{\,2}}{T_T^{\,2}} = 27\,000 \Rightarrow \frac{T_N}{T_T} \simeq 164{,}32$$

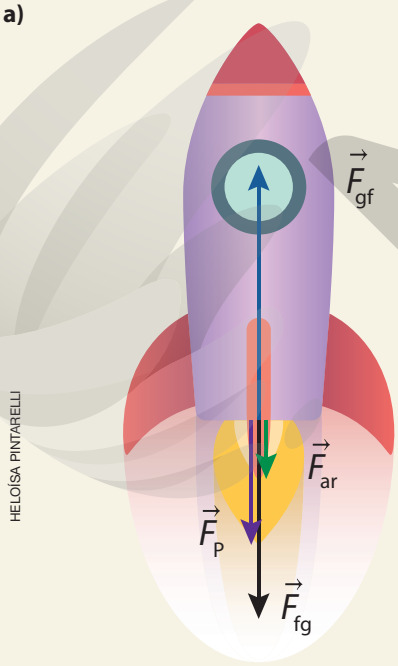
Páginas 107 e 108

2. Alternativa **b**. O cinto de segurança que apresenta menor amplitude de aceleração é o mais seguro, portanto, de acordo com o gráfico, é o cinto 2.

3. Alternativa **b**. Ao saltar do avião, o paraquedista está sujeito à força resultante que corresponde à força peso, com sentido para baixo. Durante a queda, a velocidade do paraquedista aumenta, fazendo surgir e intensificar a força de resistência do ar, com mesma direção que a força peso, porém de sentido contrário. Conforme o tempo passa, a força resultante sobre o paraquedista diminui até ser nula, ou seja, a força de resistência do ar iguala-se à força peso, e o paraquedista atinge a velocidade limite (constante). No instante T_A, em que o paraquedas é aberto, a força de resistência aumenta bruscamente, logo, a força resultante também aumenta bruscamente com sentido para cima. Conforme o tempo passa, a velocidade diminui e, consequentemente, a força de resistência também diminui, até que novamente ocorra o equilíbrio das forças e a velocidade do paraquedista passa a ser constante.

4. Na resolução dessa atividade, oriente os estudantes na identificação das principais forças que atuam no foguete, como a força peso, a força de resistência do ar, a força do lançamento dos gases (ação) e a força dos gases no foguete (reação), que o impulsiona.

a)



HELOÍSA PINTARELLI

Representação das forças presentes durante a decolagem de um foguete. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

5. Alternativa **b**. De acordo com a terceira lei de Newton, o ventilador do carro **B** empurra o ar para esquerda enquanto o ar impulsiona o carro para a direita. Já no carro **A**, uma parcela do ar empurrado para a direita pelo ventilador é refletida para a esquerda pela vela parabólica, fazendo o carro **A** mover-se para a direita com velocidade menor da velocidade do carro **B**.

6. Alternativa **e**. A terceira lei de Newton define que o par de forças de ação e reação possui o mesmo módulo e direção, mas sentidos opostos. Como a força de ação atua em um corpo diferente em que atua a reação, essas forças nunca se anulam.

Página 112

1. Alternativa **b**. De acordo com a lei da Gravitação Universal de Newton, a força gravitacional possui dependência direta das massas e inversa do quadrado da distância entre os corpos. Assim, como as massas dos satélites são as mesmas, quanto menor a distância entre o satélite e a Terra, maior é a força gravitacional.

5. 0,4 m/s² e 10 N.

Utilizando $\frac{F}{m} = g = 9{,}8 = \frac{G \cdot M}{R_T^{\,2}}$, tem-se:

$$g = \frac{G \cdot M}{(R_T + h)^2} = \frac{G \cdot M}{(R_T + 4 \cdot R_T)^2} = \frac{G \cdot M}{25 \cdot R_T^{\,2}} =$$

$$= \frac{9{,}8}{25} \simeq 0{,}4 \therefore g \simeq 0{,}4 \text{ m/s}^2$$

$$P = m \cdot g = 25 \cdot 0{,}4 = 10 \therefore P = 10 \text{ N}$$

CAPÍTULO 2
Movimentos na Terra

Objetivos

- Analisar alguns movimentos na Terra e perceber que a força gravitacional é responsável por eles.
- Identificar os tipos de movimento que ocorrem nas proximidades da superfície da Terra.
- Caracterizar o movimento de queda livre e o de lançamento vertical.
- Analisar o movimento de queda livre e perceber que ele tem aceleração constante.
- Identificar as variáveis que interferem no tempo de queda de um corpo, como a força de resistência do ar.
- Comparar os movimentos de subida e de descida de objetos em lançamentos verticais.
- Identificar e caracterizar o lançamento oblíquo como a composição de um lançamento vertical (MUV), na direção vertical, e um movimento retilíneo uniforme (MRU), na direção horizontal.
- Analisar os movimentos compostos e perceber que resultam de parciais e simultâneos.

MODERNA

- Conceituar os tipos de movimento por meio da análise das variáveis físicas envolvidas.
- Aplicar as linguagens matemáticas adequadas para calcular o tempo de subida e o de descida de um corpo, a altura máxima e o alcance atingidos.

Esse capítulo pode ser trabalhado pelo professor da área de **Ciências da Natureza e suas Tecnologias**, preferencialmente do componente curricular **Física**.

Páginas 113 a 116

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem dessas páginas fornece subsídios para que os estudantes elaborem explicações e previsões sobre os movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais, contribuindo para desenvolver a habilidade **EM13CNT204** e a **competência específica 2 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias**. Incentive os estudantes a compartilhar com os colegas situações do cotidiano relacionadas a cada conceito que estudarem nessas páginas, enfatizando a relação dos conhecimentos científicos e do cotidiano.
- Além disso, a abordagem dessas páginas contribui para o desenvolvimento da **competência geral 2**, pois possibilita aos estudantes exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem da Ciência, incluindo a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas e elaborar hipóteses.
- O boxe **Trocando ideias** da página **114** incentiva os estudantes a exercitar a empatia, trocar ideias e respeitar as opiniões dos colegas, contribuindo assim para desenvolver a **competência geral 9**.

- Permita aos estudantes que troquem experiências ao responder à questão **1** da página **113**. Para isso, incentive-os a contar para a turma se já vivenciaram situações como a apresentada na fotografia e por que eles acham que isso ocorre. Essa conversa contribui para aproximar o conteúdo e o cotidiano dos estudantes e desperta o interesse em compreender pequenos fenômenos naturais que fazem parte do dia a dia.

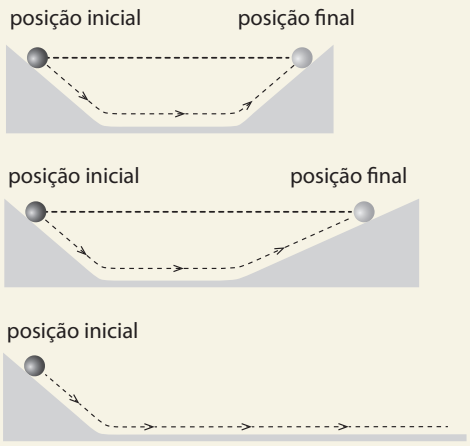
SALA DOS PROFESSORES

- A abordagem histórica das diferentes visões sobre o movimento de queda dos corpos possibilita o trabalho com professores da área de **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**, pois permite o estudo de diferentes pensamentos científicos e de sua importância para a construção do conhecimento. Tal abordagem possibilita que professores de ambas as áreas de conhecimento trabalhem as concepções científicas de maneira histórica e epistemológica, contribuindo para o desenvolvimento da **competência específica 1 de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas** e da **competência geral 1** ao valorizar os conhecimentos historicamente construídos.
- Se achar interessante, junto ao professor de **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**, proponha uma atividade de pesquisa para que os estudantes compreendam mais detalhadamente o que fundamentava ambas as visões. Vocês podem dividir a sala em dois grupos e pedir a cada um deles que pesquisem sobre um pensamento. Depois, um grupo apresenta as informações para o outro. Os resultados obtidos pelos estudantes podem ser apresentados utilizando recursos digitais, em que eles mesmos podem produzir um documentário, gravar um vídeo, elaborar um *podcast*, entre outros, desenvolvendo a **competência geral 4** ao compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação nas práticas escolares. Esse tipo de abordagem possibilita que os estudantes utilizem ferramentas que fazem parte das **culturas juvenis** para divulgar conhecimentos científicos.
- Ao final da atividade, verifiquem se os estudantes perceberam que Aristóteles (384 a.C.-322 a.C.) afirmava que o movimento decorria de causas naturais e que todo objeto tinha seu lugar apropriado no Universo determinado pela natureza de sua composição quando combinado aos quatro elementos: terra, água, ar e fogo. Assim, qualquer objeto que não estivesse em seu lugar apropriado se esforçaria para alcançá-lo. Por exemplo, um pedaço de barro que não estivesse devidamente apoiado cairia no chão mais rapidamente que uma pena, pois os objetos deveriam cair com rapidez proporcional a seus pesos. Portanto, quanto mais pesado fosse o objeto, mais rápido deveria cair. Já Galileu (1564-1642), ao contrário do que afirmava Aristóteles, por meio de observação e de experimentos, comprovou que qualquer corpo duas vezes mais pesado que outro não cairia duas vezes mais rápido, e sim que cairiam juntos e atingiriam o chão ao mesmo tempo, se não houvesse o efeito da resistência do ar. Portanto, ao desprezar esses efeitos sobre os corpos, objetos de vários pesos, soltos ao mesmo tempo e da mesma posição, vão cair juntos e atingir o chão ao mesmo tempo.

- Ao abordar os experimentos de Galileu na página **113**, convém comentar que não existe um consenso entre os historiadores em relação à prática experimental de Galileu. Contudo, o mérito de suas conclusões está, justamente, em dar visibilidade a antigas discussões teóricas utilizando exemplos impactantes e concretos. Desse modo, a compreensão de que o movimento de queda pode ser estudado por meio da análise do movimento em planos inclinados consistiu em um grande avanço tanto para o estudo de movimentos acelerados quanto para a compreensão da gravitação universal.
- O estudo sobre a resistência ao movimento traz uma análise do movimento de uma esfera que desce de um plano

MODERNA

inclinado e passa a subir em outro plano inclinado conectado a este, um de frente para o outro, como mostrado na ilustração a seguir.



CARLOS BORIN

Representação de uma esfera se movimentando em dois planos inclinados, um de frente para o outro. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

- Com essa montagem, Galileu propôs que a esfera deveria realizar um movimento simétrico, de modo a subir até a mesma altura de que foi lançada. Contudo, o fato de a altura final diminuir a cada oscilação o fez pensar sobre os atritos envolvidos no movimento e a concluir que, na ausência de qualquer atrito, a esfera continuaria seu movimento indefinidamente.
- Apresente esse esquema aos estudantes e, com o auxílio deles, desenhe-o na lousa, etapa por etapa, solicitando que digam o que ocorre em cada uma delas.
- Ao iniciar o estudo da queda dos corpos, na página **113**, é interessante mostrar que se trata de uma das principais aplicações do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV). Peça aos estudantes que expliquem essa informação e verifique se eles percebem que o valor da aceleração da gravidade sobre os corpos pode ser considerado constante em toda a superfície da Terra.

ACOMPANHAMENTO DA APRENDIZAGEM

- Se achar conveniente, apresente aos estudantes um vídeo ou fotografias de um paraquedista em queda antes e depois de abrir o paraquedas e peça-lhes que expliquem o funcionamento desse equipamento. Verifique se eles relacionam seu funcionamento à força de resistência do ar.

- Comente com os estudantes que, em muitos casos, a força de resistência do ar é prejudicial para a realização de algumas ações. Cite as pesquisas relacionadas à aerodinâmica, principalmente a automobilística, a fim de melhorar o desempenho dos veículos e reduzir o consumo de combustível. Aproveite o assunto para trabalhar o tema contemporâneo transversal **Educação ambiental**, questionando os estudantes sobre a importância ambiental dessas pesquisas.

TROCANDO IDEIAS

Objetivos

- Analisar o movimento de queda de corpos.
- Verificar a influência da resistência do ar no movimento de queda dos corpos.
- Trabalhar em grupo.
- Organizar informações.
- Expressar conclusões.

Orientações gerais

- A atividade leva os estudantes a investigar os conceitos de queda livre, relacionando os movimentos que ocorrem no ar usando objetos que possuem mesma massa, mas que podem apresentar diferentes formatos.
- Faça uma retomada sobre o método científico, lembrando-os das etapas do processo, como formulação de hipóteses, testes, observação e conclusão, para auxiliá-los na análise investigativa.
- Certifique-se de que eles compreenderam o objetivo da atividade e organize-os em duplas.
- Oriente os estudantes durante a atividade de investigação, incentivando a troca de ideias e a identificação dos pontos fundamentais para a solução do problema.
- Essa atividade proporciona uma oportunidade para desenvolver o pensamento computacional dos estudantes. Esse pensamento inclui a decomposição do problema em partes menores, o reconhecimento de padrões, a análise dos dados e a solução do problema utilizando os elementos obtidos nos processos anteriores.

Resposta

- Resposta pessoal. Os estudantes podem concluir que a folha aberta possui maior área de contato com o ar, sofrendo também maior influência da força de resistência do ar. Os corpos, quando se movem pelo ar, experimentam uma resistência ao movimento que reduz sua velocidade, o que chamamos resistência do ar, oposta ao movimento dos corpos.

  Essa força depende da área frontal do objeto em queda, ou seja, a quantidade de ar que o objeto retira de seu caminho quando cai e da velocidade de queda do objeto em relação ao meio (quanto maior a velocidade, maior será a força total, devido ao impacto com as moléculas que compõem o meio).

- No estudo dos movimentos verticais, chame a atenção dos estudantes para qual é a orientação do referencial adotado. Deve ficar claro para eles se o movimento ascendente é positivo ou negativo, como apresentado ao final da página **114**.
- O conceito de aceleração apresentado na página **115** deve ser trabalhado com cuidado, por causa do grau de abstração dessa grandeza. Recomendamos que, antes de apresentar

MODERNA

a aceleração, sejam trabalhados exemplos de movimentos variados, comuns no cotidiano dos estudantes. Peça a eles que citem movimentos que acreditam ser variados. Proporcione um tempo para que todos eles possam se expressar.

- Ao abordar as componentes da aceleração, explique que a única diferença entre os movimentos circulares e os retilíneos consiste na direção dessa grandeza. A componente da aceleração que possui a mesma direção da velocidade do móvel é chamada aceleração tangencial. Nos casos em que o corpo possui apenas aceleração tangencial, ele vai descrever movimentos retilíneos. Já a componente da aceleração orientada perpendicularmente à velocidade do corpo é definida como aceleração centrípeta. Nos casos em que o móvel possui apenas essa aceleração, ele vai descrever movimentos circulares uniformes, e o vetor aceleração centrípeta sempre será orientado ao centro da curvatura descrita.
- Se achar conveniente, sugira aos estudantes que façam a atividade **11** da página **123**.

Páginas 117 e 118

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem dessas páginas permite comtemplar a **competência específica 2 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias** e a habilidade **EM13CNT204** ao abordar explicações e previsões a respeito dos movimentos de objetos na Terra com base na análise das interações gravitacionais, incentivando os estudantes a recorrer à abordagem científica para realizar essa análise.

- Incentive os estudantes a trocar experiências ao responder à questão **2** da página **117**. Essa conversa contribui para aproximar o conteúdo ao cotidiano dos estudantes e verificar seus conhecimentos prévios sobre o lançamento dos corpos quando sujeitos a um campo gravitacional. Se achar conveniente, leve-os ao pátio da escola e oriente-os para que lancem verticalmente para cima um pedaço de papel amassado e observem o que acontece. Não permita que lancem outros objetos.
- Auxilie-os a identificar as funções horárias da posição e da velocidade para o exemplo apresentado na página **117**. Enfatize o cuidado especial com a definição do sentido do referencial, visto que a velocidade e a aceleração iniciais terão sentidos contrários.
- Aproveite para ressaltar a simetria entre o movimento ascendente e o descendente quando não há resistência ao movimento. Se julgar conveniente, é possível reutilizar os resultados dos planos inclinados de Galileu, discutidos anteriormente, para retomar a influência de forças que podem se opor ao movimento dos corpos.

ACOMPANHAMENTO DA APRENDIZAGEM

- Se julgar conveniente, proponha aos estudantes uma avaliação sobre os conceitos de queda livre e lançamento vertical, trabalhados até o momento, por meio da elaboração de um mapa conceitual. O objetivo da atividade é levar os estudantes a organizar e a conectar os conceitos estudados até o momento, considerando seus conhecimentos prévios.

  Organize-os em grupos de 4 integrantes para elaborarem o mapa conceitual. Para isso, eles deverão apresentar os conceitos-chave, de forma hierarquizada, e as relações entre os conceitos, com clareza.

  Inicie a atividade listando na lousa os temas "queda livre" e "lançamento vertical" e peça aos grupos que, com base nos conceitos-chave, elaborem um mapa conceitual preliminar. Incentive-os a usar a criatividade e a inserir exemplos para os conceitos relacionados.
- Os mapas devem ser recolhidos ao final da aula para serem analisados e avaliados. Identifique as principais dificuldades de aprendizagem apresentadas pelos estudantes e, se necessário, retome os conceitos já estudados.

  Por fim, reserve um momento da aula para que eles possam ajustar seus mapas e elaborar sua versão final.
- Peça a cada grupo que apresente seu mapa conceitual para os outros grupos e, ao final das apresentações, incentive-os a discutir sobre sua aplicação na aprendizagem dos conteúdos, promovendo a socialização entre eles e a expressão de opiniões sobre a metodologia utilizada.
- Se julgar conveniente, os mapas conceituais também podem ser afixados em paredes, como em uma galeria, desenvolvendo a estratégia de metodologias ativas *gallery walk*. Assim, os estudantes podem circular pela sala para observar o trabalho dos colegas e debater e refletir sobre a atividade realizada. Veja mais orientações sobre essa estratégia na página **XXII** deste suplemento.

Páginas 119 a 121

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem dessas páginas contribui para o desenvolvimento da **competência geral 2**, pois possibilita aos estudantes 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 e elaborar hipóteses, utilizando diferentes linguagens para se expressar e partilhar informações, experiências e ideias em diferentes contextos.
- Além disso, permite contemplar a **competência específica 2 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias** e a habilidade **EM13CNT204** ao abordar explicações e previsões a respeito dos movimentos de objetos na Terra com base na análise das interações gravitacionais.
- A atividade sugerida na seção **Investigue**, além de contribuir para o desenvolvimento da **competência geral 2** e da **competência específica 2 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias**, permite aos estudantes exercitar a empatia, a troca de ideias e o respeito às opiniões dos colegas, auxiliando no desenvolvimento da **competência geral 9**.

EM MODERNA

- Ao abordar os conceitos de lançamento horizontal e oblíquo, explore com os estudantes as componentes dos movimentos que ocorrem em mais de uma direção. Comente que, mesmo decompondo o movimento em componentes *x* e *y*, como apresentado na página **119**, o móvel descreve apenas um movimento, determinado pela soma de todas as componentes. Essa decomposição é um artifício de cálculo que auxilia a tratar o caso real, não impedindo de vermos o movimento completo.
- Ao trabalhar as representações gráficas da página **120**, comente com os estudantes que o gráfico *xy* é um referencial independente do tempo e, por isso, a trajetória é traçada de forma completa (do começo ao fim do movimento). Mas, em todos os casos, é sempre possível fazer gráficos que representem a evolução temporal de cada uma das coordenadas, traçando gráficos das respectivas funções horárias.
- Enfatize que a diferença entre lançamento vertical, lançamento horizontal e lançamento oblíquo é a direção da velocidade inicial.
- No gráfico *xy*, a direção da velocidade é definida pelo aumento ou diminuição do ângulo θ. Quanto maior essa inclinação, maior será a componente *y* em comparação à *x*, configurando um lançamento que tende a ser vertical. No caso do valor de θ ser pequeno, o lançamento tenderá a ser na horizontal.

Página 121

INVESTIGUE

Objetivos

- A atividade tem como objetivo a aplicação dos conceitos de queda livre e movimento acelerado para o cálculo do tempo de reação de uma pessoa, relacionando o deslocamento da régua com o tempo.

Orientações

- Essa atividade possibilita desenvolver o **pensamento computacional**, o qual está relacionado ao uso dos fundamentos da computação por meio das capacidades criativa, crítica e estratégica. Para isso, solicite que façam a decomposição do problema em partes menores, facilitando a resolução, com atenção aos detalhes importantes que devem ser considerados na execução do experimento. Em seguida, retome com eles as etapas do método científico (formulação de hipóteses, testes, observação e conclusão), para auxiliar os estudantes na análise da investigação.
- Questione os estudantes sobre situações do cotidiano nas quais eles acham que um rápido tempo de reação é essencial. Eles podem citar práticas esportivas, trânsito, trabalho, jogos de *videogame*, entre outras situações. Para isso, incentive-os a ler e a discutir o texto da **Contextualização**. Essa abordagem possibilita que os estudantes relacionem os conhecimentos científicos a situações que fazem parte das **culturas juvenis**.

Respostas das questões de contextualização

a) Resposta pessoal. Os estudantes podem citar que poderíamos realizar uma atividade na qual eles cronometrariam o intervalo de tempo entre um estímulo recebido e uma resposta do corpo.

b) O intervalo de tempo entre o recebimento do estímulo e a resposta está ligado aos processos de interpretação de sinais do cérebro. Nesse intervalo, o cérebro recebe a informação, interpreta-a, decide uma ação e emite um comando para executar o movimento.

- Certifique-se de que os estudantes compreenderam o objetivo da atividade e organize-os em duplas.
- Oriente-os durante a atividade investigativa, incentivando a troca de ideias e identificando os pontos fundamentais para o roteiro de investigação.
- Na primeira questão, eles devem relembrar os conceitos relacionados à queda dos corpos e identificar que em situações reais a resistência do ar e a aceleração da gravidade atuam no movimento de queda. No caso do experimento que os estudantes irão realizar, o formato da régua, a maneira como ela será abandonada e a resistência do ar podem ser desprezados, configurando uma queda livre.
- A segunda questão tem como objetivo diferenciar os estímulos utilizados, que podem ser visuais ou sonoros.
- Na terceira questão, os estudantes devem refletir sobre a precisão das medidas. Comente sobre a importância de repetir a investigação por pelo menos 10 vezes, pois as medidas têm uma imprecisão natural causada pelo ambiente, que pode distrair os estudantes.
- A quarta questão incentiva os estudantes a verificar outros aspectos, além do estímulo visual ou sonoro, que podem influenciar no resultado das medidas experimentais.
- Oriente os estudantes para que observem a situação-problema e conversem sobre ela, anotando as possíveis maneiras de realizar a investigação. Os estudantes devem registrar no caderno todas as etapas da investigação, de modo que possam analisar os dados e formular suas conclusões. Assim como devem anotar as respostas para as questões sugeridas. Veja a seguir uma das formas de realizar essa atividade.

Materiais

- régua
- caneta

Procedimentos

a) Um estudante apoia o braço em uma mesa, ficando com a mão para fora dela, formando uma pinça com o polegar e o indicador.

b) Utilizando uma caneta, desenha-se uma linha no dedo indicador desse estudante, para servir de base para posicionar a régua.

c) O segundo estudante posiciona a régua entre os dedos do primeiro, de modo que o zero da régua fique na altura da linha desenhada no dedo indicador.

d) O estudante que está segurando a régua deve soltá-la e o outro deve tentar segurá-la assim que identificar o movimento da régua.

- Nessa atividade, utiliza-se um estímulo visual, pois o estudante tentará pegar a régua assim que observar seu movimento. Outra maneira de realizar essa investigação é que o estudante que vai pegar a régua fique de olhos fechados e o outro grite "já" no instante em que soltar a régua. Nesse caso, utiliza-se um estímulo sonoro. Uma terceira opção é juntar o estímulo visual e o sonoro. Você pode propor aos

EM ABERTA

estudantes que realizem os três tipos de investigação e comparem os resultados com os colegas de turma.

Caso ache interessante, mostre aos estudantes um teste de tempo de reação. Para mais informações, acesse o *site Human Benchmark*. Disponível em: <https://humanbenchmark.com/tests/reactiontime>. Acesso em: 8 maio 2020.

Comente que os testes *on-line* sofrem influência da velocidade da conexão com a internet, da velocidade do processador e da taxa de atualização de imagem do monitor que eles estão usando.

- Enfatize que o vídeo produzido deve conter todas as etapas da investigação e as conclusões a que eles chegaram.
- Durante a execução da proposta de investigação elaborada pelos estudantes, sugerimos que o professor continue atuando como orientador, incentivando-os a encontrar soluções para os problemas que surgirem.
- Sugira que um dos estudantes fique responsável por registrar todas as etapas e os resultados por meio de ilustrações ou fotografias. Oriente-os para que divulguem os resultados, as discussões das questões e as conclusões de forma expositiva para o restante da turma.
- Veja a seguir sugestões de respostas para as questões.

Respostas

1. Espera-se que os estudantes respondam que, se desconsiderarmos a resistência do ar sobre a régua, podemos considerar que sim, pois o movimento de queda livre não sofre resistência do ar e ocorre com a aceleração da gravidade.

2. Utilizando a função horária das posições do movimento uniformemente variado com $y_0 = 0$; $v_0 = 0$ e $g = 9{,}8\ m/s^2$. O tempo de reação é dado por:

$$y = y_0 + v_0 \cdot t + \frac{g \cdot t^2}{2} \Rightarrow y = \frac{9{,}8 \cdot t^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow y = 4{,}9 \cdot t^2 \therefore t = \sqrt{\frac{y}{4{,}9}}$$

3. Resposta pessoal. A resposta depende dos valores registrados pelos estudantes.

4. Resposta pessoal. A resposta depende dos valores registrados pelos estudantes.

5. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes comentem que sim. Eles podem citar que, dependendo da complexidade do estímulo, o tempo de reação pode ser diferente.

Destino dos resíduos

- Essa atividade não gera resíduos.

Respostas e orientações para as Atividades

Páginas 122 e 123

1. Alternativa **d**. Uma vez que os objetos percorrem o mesmo trajeto e chegam ao solo no mesmo instante, como destaca o enunciado, o martelo e a pena possuirão, portanto, a mesma aceleração; corpos em queda no vácuo caem em queda livre e estarão sujeitos à mesma aceleração: a gravitacional.

2. $v = 485$ m/s ou $v = 1\,746$ km/h.

Utilizando a equação horária da velocidade e considerando que o paraquedista partiu do repouso, tem-se:

$v = v_0 + g \cdot t \Rightarrow 0 + 9{,}7 \cdot 50$

$\therefore v = 485$ m/s ou $v = 1\,746$ km/h

O valor obtido no cálculo é maior que o valor atingido realmente, pois no cálculo se considera um movimento de queda livre sob ação apenas da força da gravidade. Como no movimento real existe a resistência do ar, a velocidade realmente atingida é menor.

3. $v = 14{,}1$ m/s.

Adotando $g = 10\ m/s^2$, definindo $y_0 = 0$ no local onde o atleta inicia o salto e definindo o referencial vertical crescente para baixo, tem-se:

$$y = y_0 + v_0 \cdot t + \frac{g \cdot t^2}{2} \Rightarrow 10 = 0 + 0 \cdot t + \frac{10 \cdot t^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 10 = \frac{10 \cdot t^2}{2} \Rightarrow 10 = 5 \cdot t^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t = \sqrt{2} \therefore t \simeq 1{,}41\ s$$

Substituindo o valor do tempo em que o atleta ficou no ar na função horária da velocidade, tem-se:

$v = v_0 + g \cdot t \Rightarrow v = 0 + 10 \cdot 1{,}41$

$\therefore v = 14{,}1$ m/s

6. Alternativa **d**. Ao desprezar o efeito da resistência do ar, a força resultante que age sobre a régua será o seu peso, que é constante. O movimento de queda da régua terá aceleração constante e, se considerarmos a função horária das posições, a distância percorrida será proporcional ao quadrado do tempo de queda, aumentando mais rapidamente. Assim, o movimento citado corresponde a um movimento acelerado com aceleração constante.

7. Alternativa **a**. Considerando a aceleração da gravidade local de $10\ m/s^2$ e $\Delta y = 20$ m, definindo o referencial vertical crescente para baixo, tem-se, pela equação de Torricelli:

$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot g \cdot \Delta y \Rightarrow v^2 = 0^2 + 2 \cdot 10 \cdot 20 \Rightarrow$

$\Rightarrow v^2 = 400 \therefore v = 20$ m/s

10. Nesse tipo de lançamento, temos um MRUV na vertical e um MRU na direção horizontal. Logo, o tempo em que a bola de golfe permanece no ar pode ser obtido usando a função horária da velocidade para um MRUV:

$$v_y = v_{0_y} - g \cdot t \Rightarrow 0 = 50 \cdot \text{sen}\ 30° - 10 \cdot t_{subida} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 0 = 25 - 10 \cdot t_{subida} \Rightarrow t_{subida} = \frac{25}{10} \therefore t_{subida} = 2{,}5\ s$$

Como o tempo de subida é igual ao tempo de descida, quando desprezada a resistência do ar, tem-se:

$t_{total} = t_{subida} + t_{descida} \Rightarrow t_{total} = 2{,}5 + 2{,}5 \therefore t_{total} = 5{,}0$ s

MODERNA

A distância horizontal percorrida pode ser calculada usando a função horária das posições para um MRU, então:

$x = x_0 + v_x \cdot t \Rightarrow x = 0 + 50 \cdot \cos 30° \cdot 5 \Rightarrow$

$\Rightarrow x = 50 \cdot 0{,}87 \cdot 5 \therefore x = 217{,}5$ m

Assim, a bola de golfe toca o solo após passar o buraco, que está distante 200 m, não existindo a possibilidade da jogada *hole in one* ocorrer.

11.a) $v = 10 \cdot t$ e $y = 5 \cdot t^2$.

Considerando $v_0 = 0$, no instante $t_0 = 0$, em um local onde a aceleração da gravidade pode ser considerada 10 m/s², a função horária das velocidades é dada por:

$v = v_0 + g \cdot t \Rightarrow v = 0 + 10 \cdot t \therefore v = 10 \cdot t$. Já a função horária das posições para esse movimento é dada por:

$$y = y_0 + v_0 \cdot t + \frac{g \cdot t^2}{2} \Rightarrow y = 0 + 0 \cdot t + \frac{10 \cdot t^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow y = \frac{10 \cdot t^2}{2} \therefore y = 5 \cdot t^2$$

b) Para $t = 0$, $v = 0$ e $y = 0$; $t = 0{,}4$ s, $v = 4$ m/s e $y = 0{,}8$ m; $t = 0{,}8$ s, $v = 8$ m/s e $y = 3{,}2$ m.

Para $t = 0$, temos:

$y = 0$ e $v = 0$;

Para $t = 0{,}4$ s temos:

$v = 10 \cdot t \Rightarrow v = 10 \cdot 0{,}4 \therefore v = 4$ m/s e

$y = 5 \cdot t^2 \Rightarrow y = 5 \cdot 0{,}4^2 \therefore y = 0{,}8$ m;

Para $t = 0{,}8$ s, temos:

$v = 10 \cdot t \Rightarrow v = 10 \cdot 0{,}8 \therefore v = 8$ m/s e

$y = 5 \cdot t^2 \Rightarrow y = 5 \cdot 0{,}8^2 \therefore y = 3{,}2$ m.

CAPÍTULO 3
A vida na Terra

Objetivos

- Analisar o processo de transformação da Terra ao longo do tempo.
- Identificar algumas das condições essenciais para a existência de vida na Terra.
- Analisar a composição química da atmosfera terrestre.
- Caracterizar cada região da atmosfera da Terra.
- Identificar algumas propriedades da água (H_2O).
- Refletir sobre a importância da água para o ambiente e para os seres vivos.
- Relacionar a luz solar ao processo de fotossíntese.

Esse capítulo pode ser trabalhado pelo professor da área de **Ciências da Natureza e suas Tecnologias**, preferencialmente do componente curricular **Biologia**.

Páginas 124 a 126

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem destas páginas favorece o desenvolvimento da **competência específica 2 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias** e a habilidade **EM13CNT201**, pois fornece subsídios que possibilitam aos estudantes analisar a dinâmica da vida e da Terra, capacitando-os para realizar previsões a respeito do Universo e da evolução dos seres vivos, bem como para defender decisões éticas e responsáveis em relação a todos os organismos vivos que existem no planeta Terra.

METODOLOGIAS ATIVAS

- Caso julgue conveniente, utilize a estratégia de *think-pair-share* para iniciar a aula. Você encontra mais orientações sobre essa estratégia na página **XXII** deste suplemento. Oriente os estudantes na formação de duplas, em seguida, solicite que conversem a respeito da questão **1**. Peça que anotem a resposta no caderno e, depois, pesquisem na internet reportagens que exemplifiquem a resposta. Incentive-os a pesquisar sobre vulcões ativos, terremotos em razão do movimento das placas tectônicas, mudanças no regime de chuva, entre outros exemplos.

- Ao iniciar a abordagem dessa página, apresente aos estudantes as divisões do tempo geológico. Para isso, acesse com eles o *site* do *Serviço Geológico do Brasil*. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/Redes-Institucionais/Rede-de-Bibliotecas---Rede-Ametista/Breve-Historia-da-Terra-1094.html>. Acesso em: 26 maio 2020.
- Comente que logo após cessar o acúmulo de material nos planetesimais por conta da ação da gravidade, a temperatura na Terra era bastante baixa. No entanto, a energia proveniente do Sol, o constante impacto de meteoritos, a compressão causada pela gravidade e o decaimento dos elementos constituintes fizeram a Terra se aquecer.
- Explique que o processo de diferenciação das camadas da Terra não ocorreu rapidamente, a organização completa do núcleo, por exemplo, aconteceu apenas no Proterozoico (2,5 bilhões-542 milhões de anos).
- Diga aos estudantes que o núcleo externo terrestre é composto principalmente pela mistura de ferro (Fe), níquel (Ni), oxigênio (O) e enxofre (S) e encontra-se em estado líquido e em constante movimento. Em razão da rotação da Terra, os movimentos de convecção do núcleo são transformados em movimentos helicoidais, resultando na formação de correntes elétricas e, consequentemente, gerando o campo magnético do planeta.
- Comente que existem teorias que defendem que a Lua se originou no período de 4,6 bilhões-4 bilhões de anos atrás. Ao longo do tempo, vários astrônomos criaram teorias para tentar explicar a origem da Lua. Veja a seguir algumas delas.

MODERNA

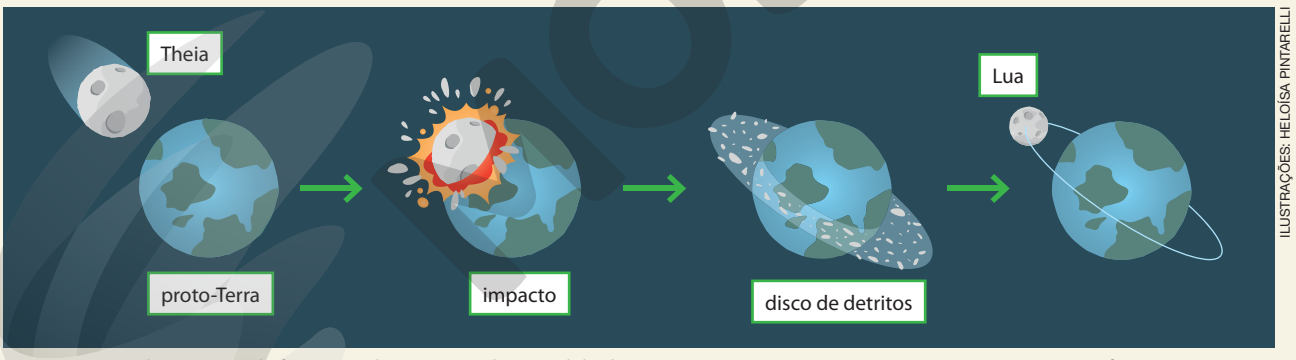
Ano	Autor	Teoria
1878	Astrônomo inglês George Howard Darwin (1845-1912)	Fissão: segundo essa teoria, originalmente, a Terra e a Lua formavam um único corpo celeste. Em razão do rápido movimento de rotação desse corpo celeste, um novo astro foi se esticando até se desprender e assumir uma forma própria e uma órbita estável, surgindo a Lua.
1955	Astrônomo alemão Horst Gerstenkorn (1923-1981)	Captura: segundo essa teoria, a Lua era um astro independente que se formou em outro lugar do Sistema Solar. No entanto, ao se aproximar da órbita terrestre, em razão da atração gravitacional, foi capturada, permanecendo junto ao planeta Terra.
1975	Astrônomos estadunidenses William Hartmann (1939-) William Roger Ward (1944-2018) Donald R. Davis (1939-) Astrônomo canadense Alastair Graham Walter Cameron (1925-2005)	Acreção: segundo essa teoria, a Lua se formou a partir da colisão entre um protoplaneta, com tamanho similar a Marte, chamado Theia, e a Terra primitiva (proto-Terra). O choque entre esses dois corpos projetou detritos ao redor da Terra, formando um disco. O agrupamento desses materiais teria originado a Lua.

- Ainda hoje, a teoria de que a Lua se formou a partir de um impacto gigante (**A**) é amplamente aceita entre a comunidade científica. No entanto, um dos questionamentos a respeito dessa teoria é que o impacto da colisão de um corpo com o tamanho de Marte, que provavelmente teria elementos diferentes da Terra, faria a Lua e o planeta Terra terem composições químicas diferentes, mas não é isso o que acontece. Dessa maneira, atualmente, muitos modelos sobre a formação da Lua têm sido desenvolvidos para explicar a semelhança observada entre sua composição química com a da Terra.

  Veja a seguir outros modelos de formação da Lua sugeridos por alguns cientistas.

  - Segundo um dos modelos sugeridos, a colisão entre a Theia e a proto-Terra gerou energia suficiente para vaporizar os dois corpos e formar uma enorme massa giratória quente e vaporizada, com forma semelhante a um glóbulo vermelho, chamada sinestia. O material dessa estrutura poderia ser uma mistura de componentes da Theia e da proto-Terra, levando a um sistema Terra-Lua. Na sinestia não há superfície sólida ou líquida, mas nuvens de rocha derretida. A Lua cresceu dentro desse vapor, antes que ele esfriasse e deixasse o sistema Terra-Lua (**B**).
  - De acordo com outro modelo proposto, corpos vindos de vários ângulos e com diferentes velocidades atingiram a Terra, formando discos de detritos que se juntaram em luas pequenas (*moonlets*). Impactos sucessivos geraram pequenas luas adicionais que se fundiram, originando a Lua (**C**).

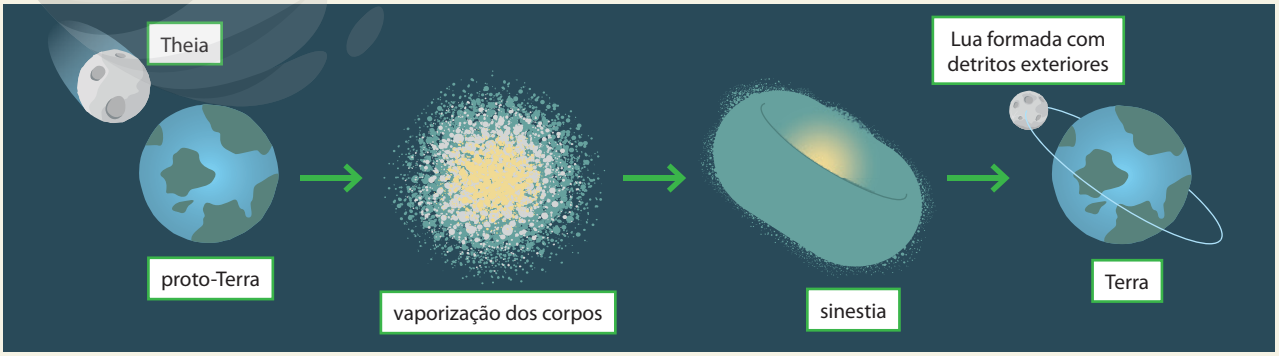
A



ILUSTRAÇÕES: HELOÍSA PINTARELLI

Representação do processo de formação da Lua segundo o modelo de impacto gigante. Imagens sem proporção e em cores-fantasia.

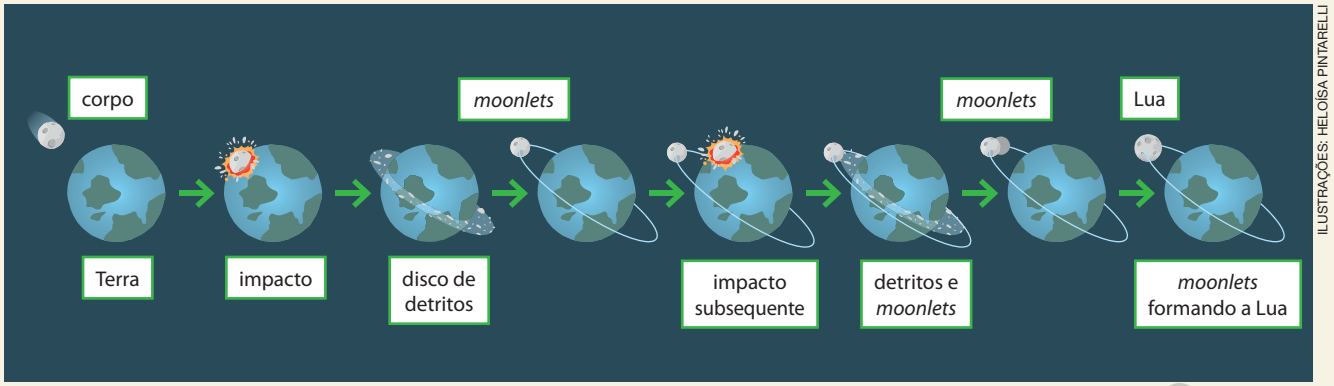
B



Representação do processo de formação da Lua segundo o modelo da formação de sinestia. Imagens sem proporção e em cores-fantasia.

PROVA

C



ILUSTRAÇÕES: HELOÍSA PINTARELLI

Representação do processo de formação da Lua segundo o modelo de *moonlets*. Imagens sem proporção e em cores-fantasia.

Ilustração produzida com base em: BOYLE, R. What made the moon? New ideas try to rescue a troubled theory. *Quantamagazine*, 2 ago. 2017. Disponível em: <https://www.quantamagazine.org/what-made-the-moon-new-ideas-try-to-rescue-a-troubled-theory-20170802/>. Acesso em: 23 abr. 2020.

- Explique aos estudantes que a absorção do gás carbônico (CO_2) envolveu um processo chamado intemperismo. Com base em simulações, pesquisadores descobriram que o processo de ruptura do supercontinente Rodínia provocou o aumento da quantidade de chuvas, o que resultou em um aumento da erosão das rochas e, consequentemente, na absorção do dióxido de carbono atmosférico por meio de processos geoquímicos.

  O intemperismo é um conjunto de alterações físicas, químicas e/ou biológicas que as rochas sofrem ao ficar expostas na superfície da Terra. Esse processo pode ser controlado por vários fatores, como clima, relevo, tempo, fauna e flora.

  No intemperismo físico, ocorre a desagregação das rochas. As variações de temperatura na superfície da Terra ocasionam dilatações e contrações nas rochas, resultando na separação dos grãos minerais que as compõem e em sua fragmentação. No intemperismo químico, ocorre a decomposição das rochas. A água da chuva, juntamente com elementos atmosféricos, como o dióxido de carbono, decompõe os minerais das rochas por meio de reações de hidratação, dissolução, hidrólise, acidólise e oxidação, originando novos minerais. Por exemplo, a ação da água sobre os minerais feldspato e biotina resulta na produção de argilas. Já no intemperismo biológico ou biogênico, ocorre a participação de seres vivos nos processos de intemperismo químico e físico. Por exemplo: a participação de bactérias no processo de intemperismo químico das rochas; as escavações no solo realizadas por animais, como cupins, minhocas, formigas e pequenos roedores, e o crescimento das raízes das plantas, podem facilitar o processo de intemperismo físico.
- Há 535 milhões-525 milhões de anos, no início do período Cambriano, ocorreu um fenômeno no planeta Terra conhecido como explosão cambriana, no qual surgiram, em poucos milhões de anos, muitos filos animais. A maioria dos fósseis desse período é de animais bilaterais, com trato digestório completo, ou seja, boca em uma das extremidades e ânus na outra, como artrópodes e cordados.

Apesar do aumento de diversidade de filos animais ter ocorrido com a explosão cambriana, vestígios fósseis e análises de DNA indicam que três filos de animais atuais surgiram em rochas do final do período Proterozoico: Porífera, como as esponjas; Cnidária, como as anêmonas-do-mar; e Molusco.

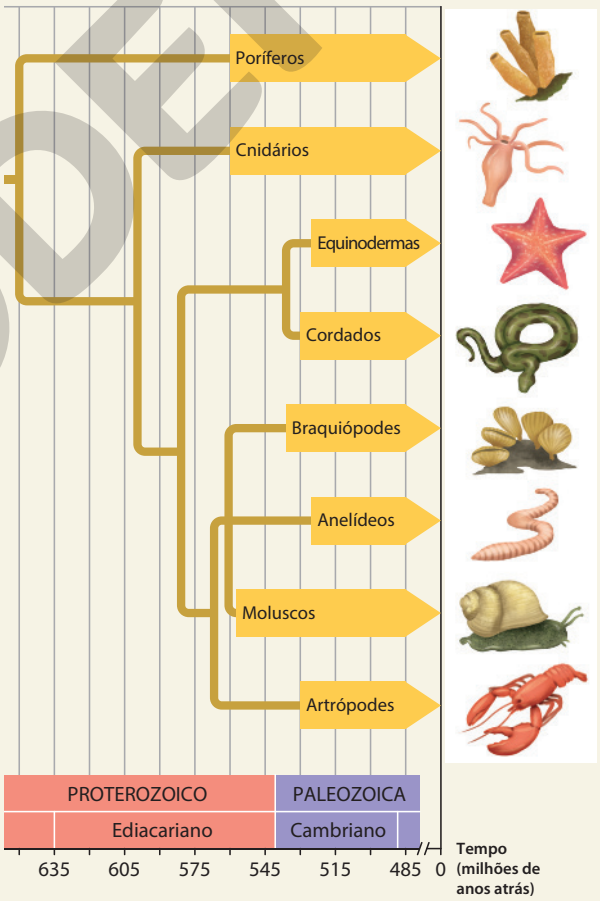


Ilustração produzida com base em: REECE, J. B. et al. *Biologia de Campbell*. Trad. Denise Cantarelli Machado, Gaby Renard, Paulo Luiz de Oliveira. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015. p. 530.

Surgimento de alguns filos animais antes e após a explosão do Cambriano. As setas indicam o primeiro surgimento dos filos no registro fóssil. Imagens sem proporção e em cores-fantasia.

EDIÇÃO MODERNA

- Muitos depósitos fósseis de animais e algas que datam do período Cambriano, atualmente, estão preservados no Folhelho de Burgess, no alto da cordilheira do Parque Nacional de Yoho, no Canadá.

NORTH STAR PHOTOS/SHUTTERSTOCK

Fóssil de trilobita, encontrado no Folhelho de Burgess no Parque Nacional Yoho, na província de Colúmbia Britânica, Canadá.

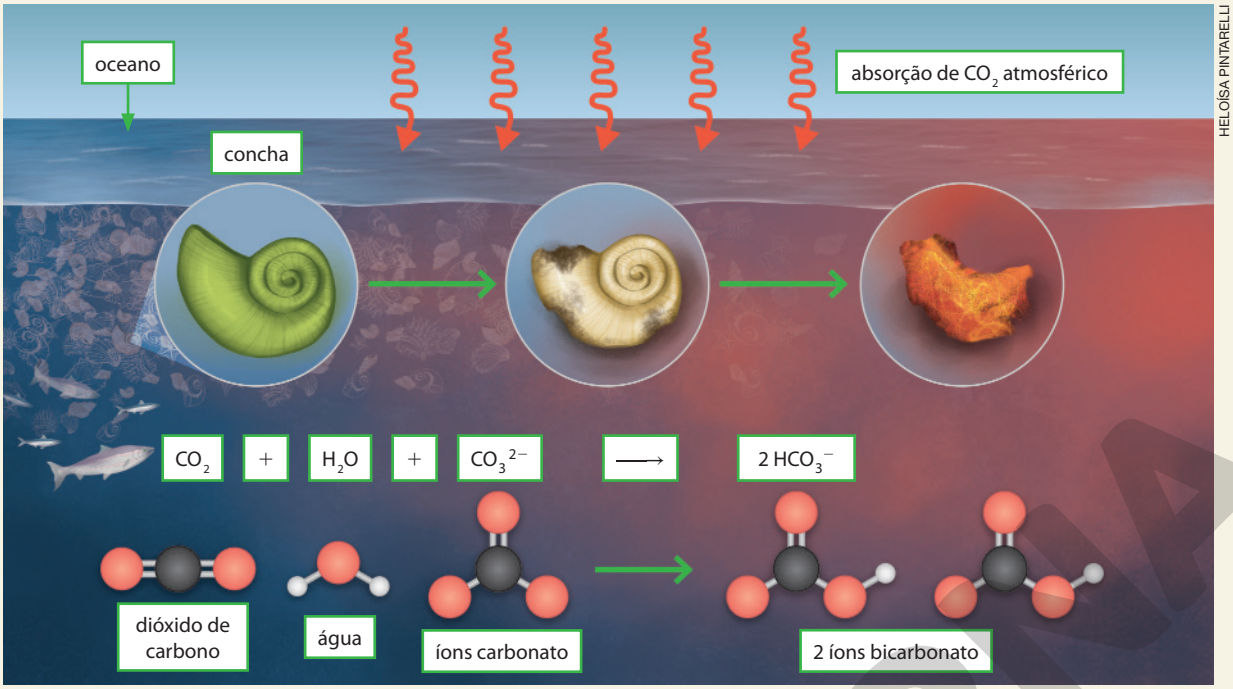
Páginas 125 e 126

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem da composição da atmosfera terrestre possibilita trabalhar o tema contemporâneo transversal **Educação ambiental** ao fazê-los refletir sobre as consequências das ações antrópicas na atmosfera terrestre, além de incentivar os estudantes a argumentar com base em informações confiáveis para formular e defender ideias, pontos de vista e decisões que respeitem e promovam a consciência socioambiental, contribuindo para desenvolver a **competência geral 7**.
- A interpretação de dados da composição atmosférica na página **125** contribui para desenvolver a **competência geral 4**.

- Ao abordar a atmosfera terrestre, na página **125**, comente com os estudantes que, atualmente, várias ações antrópicas têm provocado a intensificação de mudanças observadas no planeta Terra, como as mudanças climáticas. Segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC sigla em inglês), as alterações climáticas em escala regional ou global observadas na Terra ao longo do tempo estão relacionadas a causas naturais e a atividades humanas. Essas mudanças estão associadas ao aquecimento global do planeta Terra, o qual, segundo a Agência Espacial Americana (Nasa sigla em inglês), teve um aumento da temperatura média de sua superfície de aproximadamente 0,9 °C desde o final do século XIX. A partir da Revolução Industrial, nos séculos XVIII e XIX, e na segunda metade do século XX, ocorreu uma expansão da produção industrial, o que gerou um aumento na emissão de gases de efeito estufa na atmosfera, por exemplo, por meio da queima de combustíveis fósseis. Esse assunto possibilita o trabalho com o componente curricular **História**.
- Vários cientistas atribuem o aquecimento global ao aumento da emissão de gases de efeito estufa, como o dióxido de carbono, o gás metano (CH_4) e o óxido nitroso (N_2O), pelas atividades humanas, como indústria, agropecuária, transporte e desmatamento. As mudanças climáticas têm impactado o ambiente terrestre e o marinho, bem como a vida dos seres humanos. Na atualidade, de acordo com o IPCC, é possível observar alterações no ciclo hidrológico em razão do derretimento da neve e do gelo, o encolhimento das geleiras, o aquecimento e o derretimento dos solos congelados, conhecidos como *permafrost*, encontrados no Ártico. Além de transformar a paisagem e prejudicar espécies que vivem nesses locais, essas alterações também podem afetar a quantidade e a qualidade dos recursos hídricos disponíveis.
- Para obter mais informações a respeito das causas e consequências das mudanças climáticas, acesse os *sites* em inglês a seguir.
  - > *Agência Espacial Americana* (Nasa). Disponível em: <https://climate.nasa.gov/>. Acesso em: 30 abr. 2020.
  - > *Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas* (IPCC). Disponível em: <https://www.ipcc.ch>. Acesso em: 30 abr. 2020.
- Além do aquecimento global e das mudanças climáticas, a acidificação dos oceanos é outro impacto ambiental que está associado à emissão de gases poluentes na atmosfera, principalmente dióxido de carbono, por muitas atividades humanas. De acordo com a Nasa, a acidez das águas superficiais dos oceanos aumentou cerca de 30% desde o início da Revolução industrial. Atualmente, os oceanos absorvem entre 25% e 35% do dióxido de carbono emitido pelas ações antrópicas, o que resulta no aumento da acidez dos oceanos e, por isso, pode prejudicar a vida marinha.
- Vários organismos marinhos, como alguns moluscos, produzem uma concha protetora contra predadores capaz de suportar a pressão hídrica do meio aquático. Esses animais utilizam íons de carbonato (CO_3^{2-}) dissolvidos no oceano para construir essa concha, que é formada por cristais de carbonato de cálcio $(CaCO_3)$. Pesquisadores têm observado que o dióxido de carbono atmosférico absorvido nos oceanos se dissolve na água e reage com ela, formando ácido carbônico (H_2CO_3). Esse ácido se dissocia, resultando em íons de hidrogênio na água, o que diminuiu o pH do oceano, tornando-o mais ácido. O excesso de íons de hidrogênio dissolvidos no oceano podem se ligar com o íon de carbonato, formando bicarbonato (HCO_3^-). Dessa maneira, o aumento da acidez dos oceanos pode diminuir a disponibilidade de íons carbonatos, prejudicando a calcificação das conchas dos organismos marinho que apresentam essa estrutura.

MODERNA



HELOÍSA PINTARELLI

Representação do processo de acidificação dos oceanos. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Ilustração produzida com base em: Ocean acidification. *National Oceanic and Atmospheric Administration*. Disponível em: <https://www.noaa.gov/education/resource-collections/ocean-coasts/ocean-acidification>. Acesso em: 23 maio 2020.

- Leia um estudo sobre as consequências da acidificação dos oceanos para espécies de crustáceos e equinodermos no *site* do *Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo* (IO-USP). Disponível em: <http://www.io.usp.br/index.php/oceanos/textos/vida-e-biodiversidade/67-ingles/noticias-2/965-interacoes-ecologicas.html>. Acesso em: 28 abr. 2020.

Páginas 127 a 129

- A abordagem destas páginas contribui com o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT202**, pois fornece subsídios para que os estudantes façam uma análise das condições ambientais que podem ser favoráveis ou limitantes para as diferentes formas de vida existentes no planeta Terra.
- As questões **6** e **7** da página **127** possibilitam trabalhar o tema contemporâneo transversal **Saúde** e a **competência geral 8**, pois incentivam os estudantes a refletir sobre a importância da ingestão de água para o organismo humano e a discutir essa questão.
- O boxe **Trocando ideias** da página **127** está relacionado aos temas contemporâneos transversais **Educação ambiental** e **Educação para o consumo**, além de contribuir para desenvolver as **competências gerais 7** e **9**, pois incentiva os estudantes a argumentar, com base em informações confiáveis, sobre aspectos que contribuem para o uso da água de forma consciente.
- A leitura e a interpretação do gráfico apresentado na página **128** contribuem para desenvolver a **competência geral 4**, pois incentivam os estudantes a obter informações científicas por meio de diferentes linguagens.

METODOLOGIAS ATIVAS

- Se achar conveniente, trabalhe com os estudantes as questões **6** e **7** por meio da estratégia *turn and talk*. Veja mais orientações na página **XXIII** deste suplemento.

ACOMPANHAMENTO DE APRENDIZAGEM

- Caso julgue conveniente, ao iniciar a abordagem sobre a água, pergunte aos estudantes como o corpo humano elimina seu excesso de água. Essa questão possibilita fazer um levantamento dos conhecimentos prévios deles a respeito da importância do sistema excretor para o organismo.

- Na página **127**, explique aos estudantes que o corpo humano obtém água por meio da ingestão de sucos e alimentos que contêm água. Já sua eliminação se dá, principalmente, por meio da urina, da respiração e da transpiração. E que, para manter um volume de água adequado no corpo, é necessário ingerir, aproximadamente, a mesma quantidade de água que é eliminada pelo corpo.

  Um ser humano adulto deve ingerir, em média, pouco mais 2 litros de água por dia, seja na forma de bebida ou comida. O processo de respiração produz em torno de 0,3 litro de água, o que gera um total de ingestão de cerca de 2,5 litros de água por dia. A perda de água do corpo humano ocorre sobretudo pela excreção na urina, a qual tem um volume diário de cerca de 1,5 litro. Além da excreção pela urina, aproximadamente 0,1 litro de água por dia pode ser perdido

MODERNA

pelas fezes e 0,9 litro por meio da superfície da pele e da saída de ar umidificado pelos pulmões (expiração). Esses processos totalizam uma perda de cerca de 2,5 litros de água por dia.

DANI MOTA

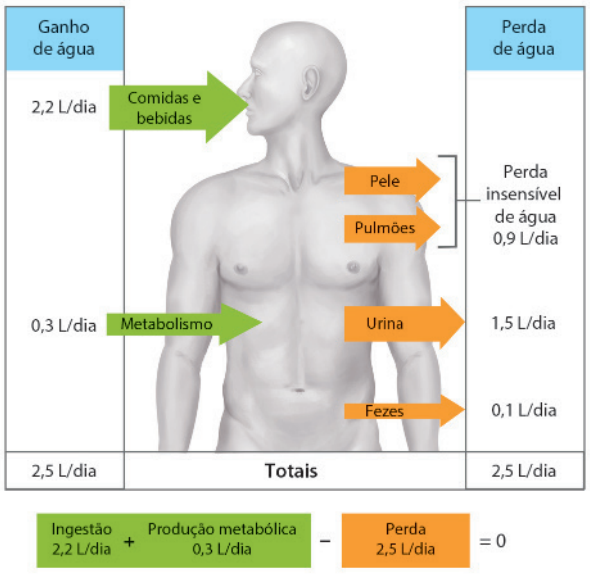


Ilustração produzida com base em: SILVERTHORN, D. U. *Fisiologia humana*: uma abordagem integrada. 7. ed. Porto Alegre: Artmed. 2016.

Representação simplificada da obtenção e da eliminação de água pelo corpo humano adulto, em um dia. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

- Se julgar conveniente, comente com os estudantes o tratamento de água. Explique o que é uma Estação de tratamento de água (ETA) e apresente as etapas desse processo.

METODOLOGIAS ATIVAS

- Converse sobre a importância da ingestão de água tratada para a saúde. Caso julgue interessante, organize a turma em dois grupos para a produção de um seminário. Oriente um grupo a fazer um seminário a respeito das principais doenças causadas pela ingestão de água não tratada, ou seja, contaminada com agentes patogênicos e substâncias tóxicas. E o outro grupo a fazer um seminário sobre a cobertura de tratamento de água nas regiões brasileiras. Essa atividade possibilita o trabalho com o tema contemporâneo **Saúde**. Veja mais informações sobre como orientar os estudantes a realizarem um seminário na página **XXI** deste suplemento.

Página 127

TROCANDO IDEIAS

Objetivos

- Reconhecer a importância do consumo consciente da água para a manutenção desse recurso natural.
- Refletir sobre as atitudes individuais e coletivas que contribuem para o consumo consciente da água.

Orientação

- Solicite aos estudantes que produzam um folheto digital apresentando os argumentos que eles elaboraram. Em seguida, oriente-os na divulgação dessa lista para os familiares e amigos por meio de aplicativos de envio de mensagem ou outros recursos digitais, como redes sociais.

Resposta

- Espera-se que os estudantes percebam que a água própria para o consumo é um recurso finito e escasso. Por essas razões, a água deve ser utilizada de maneira consciente e sustentável. Eles podem citar atitudes como: reduzir o tempo de banho, mantendo o chuveiro fechado ao ensaboar o corpo; manter torneiras fechadas enquanto escova os dentes e lava o rosto; limpar o quintal utilizando a vassoura e não a mangueira; não manter a válvula da descarga pressionada por mais tempo que o necessário; instalar instrumentos que auxiliem a controlar o gasto de água; realizar manutenção nos encanamentos; reutilizar a água sempre que possível, por exemplo, para lavar calçadas.

- Aproveite o momento e aborde o reuso da água como uma maneira de evitar o desperdício, contribuindo com o uso sustentável desse recurso. Para obter informações a respeito deste assunto, acesse o *site* do *Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável* (CEBDS). Disponível em: <https://cebds.org/reuso-da-agua-saiba-como-essa-pratica-pode-ajudar-sua-empresa/#.XskP_2hKiiN>. Acesso em: 23 maio 2020.
- Ao trabalhar com a estrutura molecular da água, na página **127**, explique aos estudantes que a água é uma molécula muito polar, sendo capaz de formar ligações de hidrogênio entre suas moléculas e determinados solutos.
- Na página **128**, se julgar conveniente, peça aos estudantes que, em grupos, pesquisem sobre o assunto da reportagem em outras fontes e comparem as informações obtidas, analisando criticamente o trecho da reportagem.

Página 129

INVESTIGUE

Objetivos

- Analisar o processo de fotossíntese.
- Descrever a importância da fotossíntese para a planta e para os outros seres vivos.
- Identificar fatores que influenciam a fotossíntese.

Orientações

- Inicie questionando os estudantes se sabem o que é piscicultura, se já ouviram falar dessa atividade ou se já

MODELO

visitaram um tanque de piscicultura. Após o levantamento do conhecimento prévio deles a respeito dessa atividade econômica, peça que leiam o texto dessa seção.

- Questione-os se já comeram o peixe tilápia e aproveite a oportunidade para promover uma discussão sobre a importância da ingestão de peixes na alimentação. Comente que a tilápia é uma fonte de proteína que tem agradado os consumidores e, consequentemente, sua produção tem se destacado. De acordo com o *Anuário Peixe BR da Piscicultura 2019*, o Brasil é o quarto produtor mundial de tilápia, sendo que os estados do Paraná, de São Paulo, Santa Catarina, Minas Gerais e da Bahia foram os maiores produtores brasileiros desse peixe em 2018.
- A tilápia é um peixe exótico, oriundo da África e do Oriente Médio. Várias espécies de tilápias foram introduzidas em reservatórios brasileiros, seja de maneira intencional, para a pesca, ou não intencional, por meio de escapes de tanques de cultivo. As espécies exóticas, como a tilápia, podem se tornar invasoras e gerar impactos negativos aos ambientes nos quais se estabelecem.
- Questione-os a respeito dos fatores abióticos essenciais para a manutenção da vida dos seres vivos em qualquer ambiente, seja ele natural, como rios e oceanos, ou artificial, como um tanque de piscicultura. Leve-os a perceber que a luz solar, os gases dissolvidos na água, os nutrientes, a temperatura e o pH da água são exemplos de fatores determinantes para a sobrevivência de plantas aquáticas e de peixes no ambiente.
- Incentive-os a discutir as questões sugeridas na **Contextualização**. Verifique se percebem que as plantas aquáticas também são capazes de realizar fotossíntese e que necessitam de luz e de gás carbônico dissolvido na água para que esse processo ocorra.
- Essa atividade possibilita desenvolver o **pensamento computacional**, o qual está relacionado ao uso dos fundamentos da computação para encontrar estratégias para a solução de problemas. Solicite que decomponham o problema em partes menores, atentando-se aos aspectos importantes que devem ser considerados na execução do experimento. Nesse momento, é importante verificar se os estudantes identificaram o objeto de estudo que irão investigar, no caso, a fotossíntese e a importância dos produtos desse processo para o desenvolvimento dos seres vivos. Peça que troquem ideias a fim de desenvolver uma atividade prática experimental para buscar respostas às questões iniciais.
- Em seguida, auxilie-os com a confecção do roteiro. Incentive-os a pensar sobre os materiais que precisam utilizar para simular um aquário, os componentes essenciais para a fotossíntese, como o gás carbônico e a luz. Leve-os a perceber que precisam de recipientes que permita a passagem de luz e também de recipientes que não permitam a passagem de luz.
- Incentive-os a refletir sobre os produtos da fotossíntese $\left(\text{glicose} + O_2\right)$ e se é possível constatar a produção de alguns desses componentes na água.
- Pergunte qual componente químico pode ser usado para que a água tenha gás carbônico dissolvido suficiente para que ocorra a fotossíntese.

Respostas das questões de Contextualização

a) Os estudantes poderão citar a disponibilidade de luz, nutrientes e gases.

b) A luminosidade é essencial para que as plantas realizem a fotossíntese, o que favorece a sua proliferação.

c) As plantas contribuem para disponibilizar gás oxigênio $\left(O_2\right)$ na água e para filtrar a água do tanque de piscicultura, proporcionando uma água de melhor qualidade para os peixes. A presença excessiva de plantas aquáticas pode prejudicar a qualidade da água, dificultar o manejo do alimento e a captação dos peixes no tanque. Durante o dia, as plantas realizam fotossíntese, liberando gás oxigênio para o ambiente, no caso, na água, o que é benéfico para os peixes. No entanto, durante a noite, elas realizam apenas a respiração, ou seja, além de não produzir gás oxigênio, elas competem com os peixes por esse gás, o que pode ser prejudicial para esses animais aeróbicos.

- Veja a seguir uma sugestão de atividade que os estudantes podem realizar.

Materiais

- 1 béquer de vidro de 1 000 mL
- 3 béqueres de vidro de 250 mL
- 15 g de bicarbonato de sódio $\left(NaHCO_3\right)$
- 1 colher
- papel alumínio
- ramos de planta aquática submersa (*Elódea* sp., *Egeria* sp. ou *Cabomba* sp.)
- etiquetas
- caneta

Procedimentos

a) Cole uma etiqueta em cada béquer de vidro de 250 mL e os numere com **1**, **2** e **3**. Em seguida, realize as próximas etapas para dois béqueres.

b) Coloque 750 mL de água no béquer de 1 000 mL, depois, adicione 15 g de bicarbonato de sódio. Misture a solução com uma colher até dissolver o bicarbonato de sódio na água.

c) Em seguida, adicione 250 mL de água no béquer **1** e 250 mL da solução de bicarbonato de sódio nos béqueres **2** e **3**.

d) Envolva o béquer **3** em papel alumínio de maneira que não ocorra a entrada de luz nesse recipiente.

e) Em seguida, coloque os béqueres **1**, **2** e **3** em um local que receba luz solar ou sob luz artificial, como uma luminária, por 30 minutos.

f) Observe os resultados e anote-os no caderno.

- Oriente os estudantes durante a execução da proposta de investigação elaborada por eles. Incentive-os a encontrar soluções para os problemas que surgirem ao longo dessa investigação.
- Peça que escolham um ou dois colegas que serão responsáveis por registrar todas as etapas e os resultados da investigação

MANUAL DO PROFESSOR

em vídeo, que poderá ser feito com uma filmadora ou um *smartphone*. Esse tipo de abordagem incentiva os estudantes a utilizar ferramentas que fazem parte das **culturas juvenis** para divulgar informações científicas.

- Solicite que, voluntariamente, alguns estudantes se dirijam até a lousa e escrevam as respostas que deram para as questões de **Contextualização**. Em seguida, faça um círculo em torno do experimento e promova uma discussão retomando as questões iniciais a fim de verificar se as hipóteses que levantaram foram aceitas ou refutadas após a realização do experimento.
- Após realizar o debate sobre os resultados obtidos, solicite que façam a edição do vídeo, explicando cada etapa da investigação. Em seguida, separe um momento da aula para que eles possam apresentar o vídeo para os colegas de outras turmas, ou até mesmo para os familiares.

Respostas

1. Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é levar os estudantes a refletir sobre as respostas das perguntas iniciais e no que constataram com os resultados obtidos na investigação.

2. No béquer **2**, foi possível visualizar a formação de bolhas na água, que são o gás oxigênio produzido durante a fotossíntese. Nos béqueres **1** e **3**, não ocorreu a formação de bolhas como no béquer **2**, pois no béquer **1** não havia quantidade de gás carbônico suficiente para a planta realizar a fotossíntese, e no béquer **3**, a planta não recebeu luz, o que prejudicou a ocorrência da fotossíntese.

3. A luz é essencial para que ocorra a fotossíntese.

4. Sim, pois o dióxido de carbono é um gás essencial para que as plantas realizem o processo de fotossíntese, sejam elas terrestres ou aquáticas.

5. Os estudantes podem citar medidas como: colocar quantidade adequada de nutrientes, pois o excesso contribui para a proliferação de plantas aquáticas; manter o tanque com uma profundidade razoável, uma vez que em locais muito rasos as plantas recebem mais luz, favorecendo o seu desenvolvimento. Auxilie-os a responder essa questão, peça que façam uma pesquisa sobre o assunto. Você pode indicar o artigo no *site* da revista *Panorama da Aquicultura*. Disponível em: <https://panoramadaaquicultura.com.br/controle-de-plantas-aquaticas-em-viveiros-de-criacao-de-peixe/>. Acesso em: 5 maio 2020.

Destino dos resíduos

- Se possível, após realizar o experimento, destine os ramos de planta aquática para um aquário. Caso contrário, descarte essa planta em um vaso de plantas terrestres ou na terra de um jardim ou horta, pois, ao se decompor nesses ambientes, ela servirá como adubo.
- As soluções de água e bicarbonato de sódio podem ser descartadas na pia. O bicarbonato de sódio dissolvido na água não representa risco se descartado no meio ambiente. As etiquetas e o alumínio devem ser destinados à reciclagem.

Páginas 130 e 131

BNCC EM DESTAQUE

- A atividade **2** contribui para o desenvolvimento da **competência geral 9**, pois incentiva a percepção da importância do respeito ao outro e aos direitos humanos.
- As atividades **2**, **4** e **5** contribuem para o desenvolvimento da **competência geral 4**, pois incentivam os estudantes a interpretar informações científicas apresentadas em diferentes linguagens verbo-visuais.

- O item **b** da atividade **2** da página **130** possibilita o estudo de documentos oficiais e o conhecimento de leis de grande importância social. Acesse esses documentos nos *sites* a seguir.
  - > BRASIL. Lei nº 8.069, de 13 de julho de 1990. *Dispõe sobre o Estatuto da Criança e do Adolescente e dá outras providências.* Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8069.htm>. Acesso em: 5 maio 2020.
  - > BRASIL. Lei nº 12.852, de 5 de agosto de 2013. *Institui o Estatuto da Juventude e dispõe sobre os direitos dos jovens, os princípios e diretrizes das políticas públicas de juventude e o Sistema Nacional de Juventude - SINAJUVE.* Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/Lei/L12852.htm>. Acesso em: 5 maio 2020.

  Oriente cada dupla na leitura desses documentos e converse a respeito do que compreenderam com a leitura. Se julgar conveniente, solicite que algumas duplas, voluntariamente, apresentem para a turma os pontos que acharam mais interessantes e importantes nesses documentos, justificando suas escolhas. Incentive os estudantes a perceber que o amor pode ser traduzido como cuidado e respeito ao próximo.

Páginas 132 a 136

- Para iniciar a abordagem deste assunto, se julgar conveniente, leve os estudantes para o laboratório de informática para assistir a um vídeo sobre o tamanho do Universo no *site* da *Agência Espacial Americana* (Nasa). Disponível em: <https://exoplanets.nasa.gov/resources/2209/our-milky-way-galaxy-how-big-is-space/>. Acesso em: 8 abr. 2020. Esse vídeo pode auxiliá-los a compreender a dimensão do Universo, tendo uma visão mais real do nosso lugar nele e das possibilidades de vida em outros astros. Auxilie-os a interpretar os dados que aparecem no vídeo.

  Em seguida, oriente-os para que pesquisem na internet reportagens sobre a busca por vida além da Terra. Oriente-os para que leiam as reportagens e conversem com os colegas a respeito desse assunto. Depois, peça que leiam o texto da página **132** e respondam às questões propostas.

MODERNA

- Comente que é possível classificar os meteoritos de acordo com características como textura, composição química e mineralógica. Dessa maneira, os meteoritos datados da origem do Sistema Solar, ou seja, antes das condições para a vida se desenvolverem na Terra, são chamados condritos carbonáceos. Para obter mais informações a respeito dessa classificação, acesse o *site* da *Universidade de Coimbra*. Disponível em: <http://www1.ci.uc.pt/iguc/atlas/10meteoritos.htm>. Acesso em: 5 maio 2020.

Página 132

TROCANDO IDEIAS

Objetivos

- Conhecer a Astrobiologia.
- Analisar a importância da Astrobiologia para a compreensão da evolução da vida no planeta Terra.

Orientações

- Oriente os estudantes para que façam uma exposição oral dos seus argumentos para a turma. Após a apresentação de todos os grupos, promova uma discussão, incentivando-os a expor seus pontos de vista em relação aos argumentos apresentados pelos colegas. Essa atividade possibilita o desenvolvimento da **competência geral 9**, pois incentiva o diálogo e o respeito entre os estudantes.

Resposta

- Os estudantes podem comentar que conhecer as condições nas quais as primeiras formas de vida se desenvolveram, como elas eram, quais mudanças sofreram e as relações entre os seres vivos ajuda a investigar as possíveis características que os demais astros devem apresentar para haver possibilidade de vida, as condições limitantes e quais são essas possíveis formas de vida.

SALA DOS PROFESSORES

- Se julgar conveniente, ao abordar os exoplanetas candidatos a possíveis locais para abrigar vida no Universo, nas páginas **134** e **135**, mostre aos estudantes a visualização 3D interativa, em inglês, no *site* da *Agência Espacial Americana* (Nasa). Disponível em: <https://exoplanets.nasa.gov/eyes-on-exoplanets/#/>. Acesso em: 5 maio 2020. Nesse *site,* você poderá explorar os exoplanetas descobertos até o momento, pelos textos e imagens, e conhecer mais sobre cada um deles. Além disso, estão disponíveis informações sobre sondas espaciais e diversos filtros que ajudam você a orientar sua navegação pelo *site*. Como os materiais disponíveis nesse *site* são todos em inglês, essa é uma oportunidade interessante para desenvolver uma aula com o professor do componente curricular **Língua estrangeira**.

- Ao trabalhar com os estudantes os acontecimentos relacionados ao estudo da Astrobiologia ao longo do tempo, enfatize que as condições da atmosfera primitiva sugerida por Miller não são as mesmas consideradas pelos cientistas atualmente. No entanto, o experimento realizado por ele e a Teoria de Oparin têm uma importância histórica para o conhecimento a respeito da origem da vida na Terra.

Página 136

BOXE COMPLEMENTAR

- Ao trabalhar com os estudantes o **boxe complementar** sobre a equação de Drake, na página **136**, oriente-os na realização do item **b** organizando as informações e usando uma linguagem mais acessível ao público leigo. Solicite que insiram imagens e sugiram *sites* confiáveis para facilitar a compreensão do público-alvo.
- **Veja a seguir a resposta da questão do boxe complementar da página 136.**

a) Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é promover um debate entre os estudantes sobre a falta de contato com outras formas de vida no Universo com base em seus conhecimentos prévios a respeito das condições necessárias à vida e das características do Universo. Sua mediação nesse debate é importante para que eles respeitem o ponto de vista dos colegas. Incentive cada um a explicar seus argumentos.

b) O objetivo dessa questão é que os estudantes divulguem informações de caráter científico aos demais membros da comunidade de modo acessível.

Respostas e orientações para as Atividades

Páginas 130 e 131

3. a) O principal componente a ter sua quantidade modificada no corpo humano é a água, uma vez que sob as condições da prova o organismo perde esse líquido em grande quantidade, principalmente na forma de suor. Com a transpiração, também são eliminadas grandes quantidades de sais minerais.

b) Porque o consumo diário de água sob condições adversas, como as impostas durante a maratona, deve ser superior ao ingerido normalmente por uma pessoa, pois o organismo perde água em grande quantidade por meio do suor e da respiração, devido às temperaturas elevadas e à atividade física. Assim, para manter um equilíbrio entre as quantidades de água perdida e absorvida pelo organismo, maior quantidade de água deve ser ingerida pelos participantes da maratona.

c) Como a principal adversidade de um deserto são as elevadas temperaturas e a baixa umidade relativa do ar, ocorre uma perda excessiva e rápida de água do corpo para a regulação da sua temperatura. Dessa maneira, os atletas desse tipo de maratona estão muito propensos a desenvolver um quadro de desidratação. Nesse estado, o organismo não funciona adequadamente, com-

MODELINA

prometendo uma série de funções vitais, o que pode resultar na morte do indivíduo. Uma pessoa desidratada pode apresentar sintomas variados, dependendo da gravidade do quadro, como: sede excessiva; boca, faringe e pele secas; taquicardia; queda da pressão arterial; irritabilidade; olhos fundos; queda na produção de urina, suor e lágrimas; tonturas; dor de cabeça; sonolência; cansaço; perda da consciência; convulsões; falência de órgãos, o que pode levar à morte.

d) Como a água ajuda a controlar a temperatura corporal em seres humanos, pode-se esperar que uma pessoa sob essas condições tenha um agravamento da desidratação e uma elevação da temperatura corporal, que será controlada de maneira inadequada.

4. Alternativa **d**. Para obter a resposta para essa questão, os estudantes deverão observar a porcentagem de água existente em cada tecido do corpo humano e diminuir esse valor pelo valor total da amostra intacta (200 mg), obtendo assim o valor desta amostra sem a água (80 mg). No caso, 200 mg menos 60% (quantidade de água existente no tecido conjuntivo) resulta no valor de 80 mg.

5. a) O objetivo dessa questão é que os estudantes analisem e interpretem os dados do gráfico. Eles devem concluir que a temperatura corpórea do camelo sofre maior variação quando o animal se encontra desidratado, se comparado às temperaturas observadas em um animal hidratado.

b) Para o animal desidratado, a maior amplitude diária de temperatura corpórea foi de aproximadamente 6,5 °C (máxima 40,5 °C; mínima 34 °C). Já no caso do animal hidratado, a maior variação de temperatura corpórea durante um dia foi de aproximadamente 3 °C.

c) Espera-se que os estudantes comentem que a quantidade de água no organismo e a variação da temperatura corpórea são inversamente proporcionais, pois, quanto maior a quantidade de água no organismo, menor é a variação de temperatura do corpo. Assim como quanto menor a quantidade de água disponível no organismo, maior será a variação da quantidade de calor no corpo do animal.

d) Espera-se que os estudantes comentem que a hidratação do animal interfere na sua temperatura corpórea, porque a água é um dos meios pelos quais o organismo reduz o excesso de calor. Assim, quando o animal está desidratado, ou seja, com baixa quantidade de água no organismo, a eliminação do excesso de calor pelo suor fica comprometida, provocando um aumento da temperatura corpórea.

e) Espera-se que os estudantes comentem que o tecido adiposo, presente nas corcovas, é uma importante fonte de energia, pois os lipídios são formas de armazenamento de energia e sua degradação fornece mais energia do que a degradação de carboidratos. Assim, na ausência de alimento, essas reservas de gordura podem fornecer a energia de que o animal necessita. Além disso, o tecido adiposo presente nas corcovas atua como um isolante térmico, ajudando a reduzir as trocas de calor entre o corpo do animal e o ambiente. E por se localizarem no dorso, as corcovas estão em uma posição favorável quanto à incidência dos raios solares.

6. a) Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes comentem que essa relação é possível porque o vapor de água presente na atmosfera pode atingir a superfície da Terra e, consequentemente, os oceanos, com a formação das chuvas. Nesse processo, o vapor de água se condensa e dá origem a água no estado líquido.

b) O objetivo dessa questão é propiciar aos estudantes uma reflexão sobre a importância da atmosfera terrestre como condição necessária à vida. Espera-se que eles comentem que, na ausência da atmosfera, a vida na Terra como conhecemos não seria possível. Isso porque essa camada de ar possibilita a manutenção da temperatura média e, consequentemente, adequada para a existência de água líquida, a proteção dos seres vivos contra a ação nociva dos raios solares e a disponibilização de gases. Portanto, a atmosfera exerce um papel fundamental para a manutenção da vida.

c) Espera-se que os estudantes comentem que o bombardeamento por meteoritos foi importante porque, durante esse processo, as moléculas de água – essenciais à formação, ao desenvolvimento e à manutenção da vida – chegaram à Terra, incrustradas em meteoritos.

Página 137

1. a) Espera-se que os estudantes respondam que não. O atual conceito ecológico de ambiente extremo está intimamente relacionado com as condições consideradas adequadas aos seres humanos.

b) Os estudantes podem responder que sim, pois a descoberta desses organismos levou os cientistas a rever aquilo até então se considerava como condições essenciais à vida. Nesse sentido, a busca por vida em outros astros além da Terra deveria incluir condições consideradas extremas, que, embora limitantes para a maioria dos seres vivos, possibilitam a existência de outras formas de vida. Dessa maneira, astros até então considerados inadequados para abrigar vida poderiam passar a ser potenciais localidades para abrigar seres vivos.

c) Espera-se que os estudantes comentem que o conhecimento científico está em constante construção, sendo complementado, revisto ou alterado, não sendo, portanto, uma verdade absoluta.

2. a) Os estudantes podem comentar que *fake news* são informações falsas, que não condizem com a verdade, e divulgadas por diferentes meios de comunicação, como jornais, revistas, rádios e redes sociais.

b) Como resultado, disseminou-se a ideia de o planeta ser povoado por criaturas verdes e dotadas de inteligência, ou seja, de que havia formas de vida além da Terra.

c) O objetivo dessa questão é levar os estudantes a refletir e argumentar sobre o assunto. Podem responder que as consequências sociais variam de acordo com a informação divulgada. O texto dá um exemplo de desinformação que

CÓPIA MODERNA

incentiva a alienação da sociedade perante o real, o que pode provocar injustiças e erros, entre outras consequências. Se considerar pertinente, solicite aos estudantes uma pesquisa de outros exemplos de *fake news* e um debate sobre as consequências sociais de cada uma delas.

d) Os estudantes podem citar cuidados como: verificar a fonte da informação, buscando dados sobre seu autor e meio de divulgação; ampliar o conhecimento sobre o assunto, verificando se existem estudos comprovados sobre o tema; verificar a existência de outras fontes com informação semelhante; e não divulgar tais informações antes de confirmá-las.

CAPÍTULO 4
Substâncias e misturas

Objetivos

- Definir, identificar e exemplificar substância simples, substância composta, mistura homogênea e mistura heterogênea.
- Relacionar propriedades físico-químicas de substâncias e de misturas, mais especificamente, as propriedades de densidade, de composição química, de mudança de fase por aquecimento e de solubilidade.
- Diferenciar mistura comum, mistura eutética e mistura azeotrópica.
- Conhecer os diferentes métodos de separação de misturas.
- Analisar e identificar o método de separação mais eficiente para separar os componentes de determinada mistura.

Esse capítulo pode ser trabalhado pelo professor da área de **Ciências da Natureza e suas Tecnologias**, preferencialmente do componente curricular **Química**.

Páginas 138 a 140

BNCC EM DESTAQUE

- Durante o estudo de substâncias simples, é mostrado aos estudantes a molécula de gás hidrogênio (H_2), que pode ser aplicada na geração de energia limpa e eficiente, apresentando uma boa relação custo-benefício. Essa abordagem fornece subsídios para o desenvolvimento da **competência específica 1 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias** e das habilidades **EM13CNT101**, **EM13CNT104**, **EM13CNT106** e **EM13CNT309**, além de contribuir para o desenvolvimento da **competência geral 7**.
- O trabalho com a manchete sobre o surgimento das primeiras substâncias durante o início do Universo, apresentado na página **138**, possibilita o desenvolvimento da **competência específica 2 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias** e da habilidade **EM13CNT209**, pois favorece a abordagem a respeito da matéria que constitui todo o cosmos ter surgido a partir do *Big Bang*, e como essa matéria foi, gradativamente, tornando-se mais complexa com o surgimento de elementos cada vez mais pesados e substâncias maiores.

- Na página **138**, a manchete sobre a primeira molécula do Universo se refere ao íon hidreto de hélio (HeH^+). Trata-se de uma molécula formada pela ligação covalente entre o átomo neutro de hélio (He) e o cátion de hidrogênio (H^+).

  No começo do Universo, as substâncias eram formadas por elementos químicos mais leves, e muitas eram altamente energéticas e instáveis, o que é possível apenas em situações extremas, como de alta temperatura e poder ionizante derivados do *Big Bang* e da formação de estrelas.

  O livro *O fascínio do universo* traz informações oriundas de estudos científico-astronômicos extensos sobre a formação do Universo e dos corpos celestiais. Disponível em: <http://www.astro.iag.usp.br/fascinio.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2020. O conteúdo desse livro pode despertar a curiosidade do leitor jovem em aprender mais sobre a formação de tudo que conhecemos e sobre o trabalho de um astrônomo.
- Ressalte as vantagens e desvantagens do uso do gás hidrogênio como combustível. Por exemplo, entre as vantagens, estão o baixo peso molecular, o que diminui custos de transporte, e o fato de sua combustão liberar apenas água (H_2O), um produto limpo. Entre as desvantagens, está o fato de ser um gás altamente reativo, que pode causar acidentes sérios de explosão se mal manipulado. Dessa maneira, a abordagem sobre as desvantagens do uso do gás hidrogênio como combustível favorece o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT104**.

  O *site*, em inglês, da *U.S. Energy Information Administration* enumera alguns dos possíveis usos do gás hidrogênio como combustível em foguetes, automóveis e pequenas baterias elétricas, por exemplo. Disponível em: <https://www.eia.gov/energyexplained/hydrogen/use-of-hydrogen.php>. Acesso em: 17 abr. 2020.

Página 138

TROCANDO IDEIAS

Objetivos

- Refletir sobre os malefícios socioambientais trazidos pelo uso de combustíveis poluidores como matriz energética.
- Justificar a importância do desenvolvimento de fontes de energia alternativas.
- Discutir e argumentar sobre a possibilidade e a viabilidade do uso de combustíveis verdes, em especial do gás hidrogênio, para mitigar este problema.

Orientações

- Se julgar conveniente, organize grupos de quatro estudantes e realize a atividade proposta no boxe **Atividade complementar**, apresentada abaixo deste boxe.

MODERNA

- Esta atividade possibilita o trabalho conjunto com os professores da área de **Ciências Humanas Sociais e Aplicadas**, principalmente o do componente curricular **Geografia**, ao abordar, por exemplo, as crises do petróleo, suas consequências, o cenário histórico em que ocorreram e as crises atuais, como greves resultantes do alto preço pago pelos combustíveis. Além disso, mencione a possibilidade de essas novas fontes de energia, como o gás hidrogênio, serem uma alternativa para se cumprir os acordos firmados de redução da emissão de dióxido de carbono (CO_2) em encontros climáticos, entre outras abordagens.

Resposta

- O objetivo dessa atividade é levar os estudantes a refletir e argumentar sobre a atual dependência da sociedade em relação a fontes de energia não renováveis, especialmente os combustíveis fósseis, e a importância do desenvolvimento de fontes de energia alternativas. Eles podem abordar as crises do petróleo, os prejuízos ambientais resultantes da queima de combustíveis fósseis, os altos preços associados a esses produtos, entre outros pontos. Além disso, podem tratar da ampla disponibilidade de gás hidrogênio e suas possíveis fontes, o *status* de recurso renovável, a não emissão de poluentes e a necessidade de ampliação do acesso a essa tecnologia, como no caso de veículos movidos a gás hidrogênio.

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

- Para desenvolver a atividade do boxe **Trocando ideias**, na página **138**, se julgar conveniente, sugira que os estudantes reflitam sobre o seguinte problema.
- **O problema**: combustíveis tradicionais são muito poluentes, desde sua extração, passando pelo transporte até seu consumo.
- **O objetivo**: os estudantes devem propor soluções para resolver esse problema por meio do estudo de combustíveis alternativos, em especial o gás hidrogênio.
- Peça que comparem os efeitos do gás hidrogênio como combustível, com outros materiais mais poluentes, como a gasolina ou o etanol (C_2H_5OH). Oriente-os para que comparem aspectos relacionados ao meio ambiente, à economia e à disponibilidade no ambiente.
- Solicite que produzam um vídeo apresentando, no início, situações do cotidiano envolvendo o uso de fontes de energia não renováveis, como os combustíveis fósseis, visando contextualizar inicialmente o vídeo.
- Os estudantes devem abordar os itens tratados na conversa e finalizar propondo medidas e alternativas que ajudem a reduzir essa dependência, como o uso de meios de transporte alternativos (bicicletas, patinetes elétricos) ou movimentação a pé.
- Use parte de uma aula para exibir e comentar alguns ou todos os vídeos produzidos pelos estudantes. Comente, de forma crítico-construtiva, tanto a parte técnica do vídeo (explicação sobre alternativas de combustível) quanto a parte operacional (qualidade da gravação, elaboração de roteiro, criatividade etc.).

- Na página **139** é citado que o cilindro de gás oxigênio (O_2) hospitalar possui a cor verde, enquanto o industrial é preto. Explore um pouco mais essa importante forma de comunicação visual, bastante presente no mundo da química. O artigo *O uso de cores em cilindros contendo gás – uma análise sobre a percepção visual sob diferentes iluminantes* apresenta outros exemplos de coloração de cilindros contendo gás. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/prod/v16n2/02.pdf>. Acesso em: 28 jul. 2020.
- Ao citar a formação de gás ozônio (O_3), a partir do gás oxigênio (O_2) e de um átomo de oxigênio (O), fale que o ozônio é uma forma alotrópica do oxigênio. Ou seja, é uma maneira de se ordenar os átomos de oxigênio numa estrutura que se diferencia do gás oxigênio. Se julgar conveniente, cite outros casos de alotropia comuns, como o do carbono (C, casos do carvão, da grafita e do diamante) ou do fósforo (fósforo branco, P_4, ou fósforo vermelho, P_n).
- Se julgar conveniente, ao trabalhar a questão **2**, da página **139**, retome a discussão sobre a história do desenvolvimento científico. Relembre aos estudantes que todos somos, de certa forma, privilegiados por viver em uma época em que temos uma noção sólida sobre a constituição da matéria, incluindo a existência de átomos e substâncias. Antigamente, não se tinha esse conhecimento, e os modelos científicos eram mais simplificados. Ressalte também o fato de não haver garantias de que o modelo científico atual seja o mais próximo da realidade. Ou seja, é possível, e até mesmo provável, que futuras descobertas tornem nossas suposições atuais obsoletas. É assim que a Ciência se desenvolve. Isso os ajudará a se posicionar na linha do tempo científica e poderá encorajá-los a contribuir para seu avanço. Essa abordagem contribui para o desenvolvimento da **competência geral 1**.
- Após a explicação sobre substâncias compostas, mostre e desenvolva outros exemplos para diferenciá-las das substâncias simples. Escreva na lousa as fórmulas químicas de diversas substâncias, algumas simples e outras compostas, e peça aos estudantes para diferenciá-las. Sugere-se: O_2, O_3, H_2, H_2O, He, Na, NaCl, $C_{grafita}$, $C_{diamante}$, CO, CO_2, S, SO, SO_2, N_2 e NO_2.
- Antes de iniciar a discussão sobre propriedades das substâncias, na página **140**, leve para a sala de aula alguns materiais com formatos e tamanhos similares, mas compostos por diferentes substâncias, tais como: uma lata de refrigerante e um pote de plástico; uma bolinha de gude e uma bola de borracha. A intenção é incentivar os estudantes a tocar, medir, pesar e fazer outros experimentos qualitativos com estes materiais, e, em consequência, levá-los a constatar que os materiais apresentam propriedades diferentes entre si. Verifique se eles compreendem que essas propriedades podem ser usadas para se determinar a composição do material.

EDIÇÃO DOCENTE

- Comente que a densidade depende da temperatura do sistema. O quadro a seguir expõe a densidade da água em diferentes temperaturas. Observe: a maior densidade se dá na temperatura de 4 °C. Explique que isso acontece devido à estrutura tridimensional da água e às suas interações intermoleculares, assuntos a serem mais bem explorados em outros capítulos.

Temperatura (°C)	Densidade (g/mL)	Temperatura (°C)	Densidade (g/mL)
0	0,9998410	15	0,9991026
1	0,9999017	20	0,9982067
2	0,9999429	25	0,9970470
3	0,9999672	30	0,9956488
4	0,9999749	40	0,9922152
5	0,9999668	50	0,98804
6	0,9999431	60	0,98320
7	0,9999045	70	0,97776
8	0,9998513	80	0,97179
9	0,9997839	90	0,96531
10	0,9997027	100	0,95837

Fonte: HAYNES, W. M. (Ed.). *CRC Handbook of chemistry and physics*. 97. ed. Londres: CRC Press, 2017. p. 6-7.

Páginas 141 a 145

BNCC EM DESTAQUE

- A explicação acerca do processo de produção de tinta a partir de sementes de urucum, comum aos indígenas xavante, é importante para mostrar aos estudantes realidades distantes, mas conterrâneas e contemporâneas, e exercitar seu senso histórico, a valorização das diversas manifestações artísticas e culturais locais e a responsabilidade na preservação de uma sociedade inclusiva, contribuindo com o desenvolvimento das **competências gerais 1**, **3**, **6** e **9**. Além disso, essa abordagem possibilita o trabalho com os temas contemporâneos transversais **Diversidade Cultural** e **Educação das relações étnico-raciais e ensino de história e cultura afro-brasileira, africana e indígena**.
- Nessas páginas, serão apresentadas situações nas quais devemos considerar a composição e adequação de materiais frente a aplicações diversas, incentivando-os a usar o senso crítico e argumentos científicos, o que contribui para o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT307**.

SALA DOS PROFESSORES

- O conteúdo da página **141** traz informações sobre hábitos culturais de povos indígenas, possibilitando o trabalho conjunto com os professores da área de **Ciências Humanas Sociais e Aplicadas**, principalmente os dos componentes curriculares **Geografia** e **Sociologia**, pois podem suscitar discussões acerca do modo de vida indígena, do direito de tribos à propriedade, da constituição de reservas indígenas em território brasileiro e de outras situações referentes aos povos indígenas. Essa abordagem fornece subsídios para o desenvolvimento das habilidades **EM13CHS104**, **EM13CHS204**, **EM13CHS205** e **EM13CHS601**. A pintura corporal como forma de manifestação cultural e religiosa também promove o trabalho com os professores da área de **Linguagens e suas Tecnologias**, contribuindo para o desenvolvimento das **competências específicas 2** e **6 de Linguagens e suas Tecnologias**. Oriente os estudantes para que façam um texto sobre a importância da preservação dos saberes indígenas, em especial aqueles relacionados a produtos naturais e preservação ambiental, pedindo auxílio dos professores dos componentes curriculares citados. Os seguintes *links* possuem informações adicionais acerca de pinturas corporais indígenas que podem auxiliar o desenvolvimento da atividade:
  - > Pinturas corporais indígenas são marcas de identidade cultural. *Universidade Federal do Pará* (UFPA), 15 jan. 2019. Disponível em: <https://portal.ufpa.br/index.php/ultimas-noticias2/9573-pinturas-corporais-indigenas-sao-marcas-de-identidade-cultural>. Acesso em: 18 abr. 2020.
  - > Corpos e objetos decorados com urucum. *Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional* (IPHAN). Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/770/>. Acesso em: 18 abr. 2020.
  - > VIDAL, L. B. A pintura corporal entre índios brasileiros. *Revista USP*. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/ra/article/view/131339/127728>. Acesso em: 18 abr. 2020.
- Organize os estudantes em grupos de quatro integrantes para pesquisarem os corantes artificiais e naturais,

listando exemplos de alimentos em que cada um deles é empregado. Oriente-os na pesquisa e na escrita sobre o uso do urucum e outros elementos naturais como corantes alimentícios. Em seguida, peça que conversem sobre a importância do incentivo ao uso de corantes naturais.

- Ao explicar a definição de misturas, deixe claro que elas podem ser compostas apenas por substâncias simples, apenas por substâncias compostas, ou por ambos os tipos de substâncias. Diga que o ar atmosférico é um bom exemplo disso, sendo composto principalmente pelas substâncias simples gás nitrogênio (N_2), gás oxigênio e argônio (Ar) e pela substância composta dióxido de carbono.
- Ao explorar os exercícios propostos ao final da página **141**, peça aos estudantes que relatem a diferença que percebem no ar atmosférico quando o tempo está mais seco ou mais úmido, ou quando estão no interior ou no litoral, ou ainda quando estão em altitudes muito elevadas. Diga a eles que essas diferenças ocorrem por causa da mudança na composição atmosférica, ou seja, na proporção de gases que formam o ar. Por exemplo, em tempos úmidos, há mais moléculas de água gasosa na atmosfera. Além disso, a ação antrópica leva à alteração na composição do ar. Por exemplo, a emissão de partículas poluentes a partir da queima de fósseis minerais é um problema para a saúde dos seres vivos, e pode causar um agravamento de problemas ambientais, como a intensificação do efeito estufa e a destruição da camada de ozônio.
- Na página **142** é solicitado aos estudantes a interpretação dos dados de rótulos de garrafas de água mineral. Nesse momento, evidencie que os números expostos correspondem à massa de cada substância por uma determinada porção de volume de água. Logo, quanto maior o número, maior a massa daquela substância na porção.
- Pergunte aos estudantes se a água é considerada pura e peça que expliquem sua resposta. Verifique se eles percebem que, ao contrário do que muitos podem pensar, a água mineral não é água pura, ou seja, não é composta apenas por moléculas de água, mas por diversas outras partículas, conforme apresenta o rótulo. Muitas dessas partículas têm, inclusive, um papel importante no organismo humano, de modo que não é aconselhável a ingestão de água "completamente pura".
- A miscibilidade de substâncias está relacionada à sua polaridade. Substâncias polares são miscíveis entre si, assim como substâncias apolares são miscíveis entre si. A polaridade está relacionada à direção da força eletrostática resultante de ligações químicas.
- Na página **143** comente que existe uma lei que limita a quantidade de etanol anidro em gasolinas comercializadas como combustível. Esta lei fixa em 27% o percentual de etanol na gasolina comum, e em 25% na gasolina *Premium*. Essas exigências visam garantir a qualidade do combustível, pois o excesso de etanol pode causar prejuízos aos motores dos automóveis e a perda de eficiência.
  - > Use esta informação para criar um exercício rápido com os estudantes. Pergunte a eles qual é a massa máxima de etanol anidro permitida em uma amostra de 100 g de gasolina comum. A resposta é 27 g. Repita a pergunta considerando agora 200 g de gasolina. Mostre que a massa de etanol é proporcional: agora é de 54 g.
- A fim de demonstrar na prática a constituição de misturas homogêneas e heterogêneas, e se julgar conveniente, leve para a sala de aula os seguintes materiais: 1 béquer de 500 mL; 1 L de água; 100 g de sal de cozinha; 1 caixa de isopor com cubos de gelo; 200 g de areia; 100 g de açúcar.
  - > Faça misturas com esses materiais e peça aos estudantes que identifiquem se a mistura é homogênea ou heterogênea e indiquem o número de componentes e de fases em cada caso.
- Leve para a sala um béquer menor, de 100 mL. Faça a questão oral **11** da página **143**. Depois das respostas, adicione 50 mL de água ao béquer. Garantindo que toda a classe esteja observando, adicione sal de cozinha até formar corpo de fundo. Pergunte por que acham que este fenômeno acontece. Eles devem perceber que se atingiu o ponto de saturação, ou de solubilidade máxima, do cloreto de sódio (NaCl) em água.
- Na página **144** são citadas ligas metálicas com propriedades diversas. Explique aos estudantes, sem necessidade de aprofundamento, que as propriedades dos materiais estão diretamente relacionadas à sua configuração atômica e molecular, ou seja, à forma como as partículas se organizam no espaço. A depender dessas partículas e de suas interações umas com as outras, podem apresentar estruturas espaciais diferentes, o que reflete em suas propriedades mecânicas, físicas, térmicas, elétricas, químicas, entre outras.

ACOMPANHAMENTO DA APRENDIZAGEM

- Peça aos estudantes que escrevam um pequeno texto definindo, com suas próprias palavras, o que é substância simples e composta, mistura homogênea e heterogênea. Oriente-os para que deem um exemplo para cada definição, diferente dos apresentados no livro. Em seguida, solicite quatro ou cinco voluntários para ler em voz alta suas respostas para os colegas.

METODOLOGIAS ATIVAS

- A atividade proposta no boxe **Acompanhamento da aprendizagem**, descrito acima, pode ser feita seguindo a estratégia *one minute paper;* veja mais orientações sobre essa estratégia na página **XX** deste suplemento.
- Limite o tempo de escrita a apenas um minuto para que os estudantes exercitem seu poder de síntese. Verifique se percebem que o desafio fica maior, pois os sistemas são gradativamente mais complexos. Essa atividade permite verificar a compreensão dos estudantes a respeito do conteúdo abordado e a capacidade de síntese deles.

EM OBRA

Páginas 146 a 151

BNCC EM DESTAQUE

- Nestas páginas são trabalhados alguns métodos de separação de misturas que apresentam um raciocínio lógico baseado em propriedades físico-químicas, o que propicia uma análise crítica dos estudantes, contribuindo para o desenvolvimento da **competência geral 2**.
- A manchete utilizada para iniciar o trabalho sobre a separação de mistura, na página **146**, contribui para o desenvolvimento das **competências gerais 4** e **7**, pois, por meio do uso de uma linguagem diferente, os estudantes obtêm informações confiáveis sobre a importância do consumo responsável da água em âmbito local, regional e global. Além disso, as questões feitas com base nessa manchete incentivam os estudantes a refletir sobre atitudes responsáveis individuais e coletivas sobre o uso sustentável da água, o que favorece o desenvolvimento da **competência geral 9**, bem como as **competências específicas 1** e **3 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias** e as habilidades **EM13CNT101**, **EM13CNT104** e **EM13CNT301**.

- De acordo com a Resolução Conama 357, de 2005, água salgada é aquela cuja concentração de sais é de 35‰ (partes por mil), ou seja, 35 g de sal em 1 000 gramas de água. Já a água doce apresenta concentração de sais inferior a 0,05‰.
- A matéria "Conheça os diferentes tipos de água" apresentada no *site* da *Companhia Ambiental do Estado de São Paulo* (CETESB), contém informações interessantes acerca de classificação de águas. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/informacoes-basicas/tpos-de-agua/>. Acesso em: 26 maio 2020. Caso julgue conveniente, peça aos estudantes que leiam antecipadamente o conteúdo dessa matéria e de outras fontes confiáveis e discuta com eles, durante dez minutos, na aula seguinte. Na página **146**, informe que são utilizadas as propriedades específicas da matéria para realizar a separação das misturas: densidade, T_f, T_e, solubilidade e magnetismo.
- O etanol vendido como combustível nos postos é uma mistura de álcool e água (álcool hidratado), que precisa ter de 95,1% a 96% do volume em álcool.

SALA DOS PROFESSORES

- Nas páginas **147** e **148**, ao explorar a destilação fracionada, ressalte a importância do petróleo para a sociedade. Com a ajuda dos estudantes, enumere os benefícios e malefícios dessa matriz energética, que é a maior da atualidade. Faça um paralelo breve com conflitos e guerras acerca da propriedade de bacias petrolíferas pelo mundo, sem entrar em questões políticas. Os professores da área de **Ciências Humanas Sociais e Aplicadas**, principalmente os dos componentes curriculares **Geografia** e **História**, podem ajudar a desenvolver este assunto com a turma.
- Na página **148**, ao tratar de Estações de Tratamentos de Água (ETA), mais uma vez explique que água potável não significa água pura. Mesmo após passar pela ETA, a água continua apresentando diversas partículas, em sua maioria eletrólitos (íons), como o cloreto (Cl^-) e o fluoreto (F^-).

  Explique que, no exemplo do tanque de decantação de uma ETA, retira-se a parte superior; já nos funis de decantação de laboratório, retira-se a porção inferior. Aproveite o momento e pergunte aos estudantes o que eles acham que é feito com o lodo residual da etapa de decantação do processo de tratamento de água. Indique que há grandes aplicações econômicas para este material, entre elas, a fabricação de cimento e de tijolos e o cultivo de grama comercial.

ACOMPANHAMENTO DA APRENDIZAGEM

- Finalize o assunto de separação de misturas promovendo um desafio para os estudantes. Proponha que montem um processo para separar por completo os componentes de uma mistura composta por água, óleo vegetal, sal, limalha de ferro e areia.

METODOLOGIAS ATIVAS

- A atividade proposta no boxe **Acompanhamento da aprendizagem**, descrito acima, pode ser desenvolvida utilizando a estratégia *polling*; veja mais orientações sobre essa estratégia na página **XXIII** deste suplemento.
- Os estudantes devem votar pelo método que mais acharem adequado em cada etapa do processo (a experiência em laboratório não é recomendada pois o processo apresenta uma etapa de destilação, potencialmente perigosa por lidar com vidraria e temperaturas altas).
- Comece perguntando qual o tipo de mistura (heterogênea), o número de fases (quatro: água, óleo, limalha e areia) e de componentes (cinco: água, óleo, ferro, areia e sal).
- A ordem correta do processo para total separação dos componentes da mistura é:

1. Separação magnética: separa-se a limalha de ferro da mistura.
2. Filtração: por ser o único componente sólido restante, a areia é separada pela filtração.
3. Decantação: o óleo, menos denso do que a água, estará na fase superior, e pode ser separado por decantação.
4. Destilação simples: o sal está dissolvido na água. Para separá-los, basta a destilação simples. Caso não seja de interesse resgatar a água, uma evaporação seria suficiente.

   Lembre-se de fazer uma votação em cada etapa para que os estudantes escolham qual técnica usar. Para cada resposta dada pela maioria, diga ou desenhe na lousa o resultado obtido, encaminhando aos poucos para a resposta correta caso os estudantes tenham dificuldade de encontrá-la.

EM MODERNA

Respostas e orientações para as Atividades

Página 145

1. Alternativa **c**. Apenas dois elementos químicos estão representados na imagem: um representado pelas bolinhas vermelhas e o outro, pelas bolinhas pretas.

2. Alternativa **e**. A molécula de água (H_2O) é uma substância composta constituída por dois átomos de hidrogênio e um átomo de oxigênio.

3. O objeto é feito de alumínio (Al).

$V_{inicial} = 7\ mL$

$V_{final} = 21\ mL$

$\Delta V = V_{final} - V_{inicial} \Rightarrow 21\ mL - 7\ mL = 14\ mL$

$d = \frac{m}{V} \Rightarrow d = \frac{37{,}8}{14} \therefore d = 2{,}7\ g \cdot mL^{-1}$ ou $2{,}7\ g \cdot cm^{-3}$

4. **a)** A soda cáustica reage com o óleo, formando os produtos solúveis em água.

b) Sem a adição da soda cáustica, formar-se-ia apenas um sistema heterogêneo com duas fases (óleo e água), pois o óleo não se dissolve na água.

c) Espera-se que os estudantes comentem que o descarte inadequado do óleo de cozinha é altamente prejudicial ao meio ambiente, pois polui mananciais, dificulta o tratamento de esgoto e pode ainda entupir as tubulações de esgoto, prejudicando o escoamento. Ao ser destinado a uma cooperativa, garante-se que o óleo não seja descartado de forma inadequada. Além disso, o próprio processo de reciclagem reduz o descarte de lixo e resíduos. Do ponto de vista econômico e social, evitam-se gastos extras com o tratamento de esgoto e possíveis problemas devido ao entupimento de tubulações (como aumento de enchentes em áreas urbanas). Outro fator positivo é que a produção de sabão estimula a produção e o comércio locais e pode gerar empregos para a comunidade.

5. **a)** O objetivo dessa questão é fazer os estudantes analisarem os dados e refletirem sobre eles. Eles podem comentar que a solubilidade do gás oxigênio aumenta conforme a temperatura das águas diminui. Além disso, para uma mesma temperatura, a solubilidade é maior em água doce, pois a água salgada já apresenta maior quantidade de substâncias dissolvidas quando comparada à água doce, diminuindo sua capacidade de dissolver outras substâncias.

b) Os estudantes devem responder que sim, pois a maioria dos animais aquáticos obtém o gás oxigênio de que necessitam da água. A redução na quantidade desse gás dissolvido poderá prejudicar sua absorção, afetando processos essenciais aos seres vivos, como a respiração celular.

Página 146

1. Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é promover entre os estudantes uma reflexão sobre o cenário do acesso à água na Terra. Eles podem citar que essa crise está relacionada, por exemplo, à dificuldade de acesso às fontes de água doce e potável, à poluição/contaminação de fontes de água doce disponíveis, ao consumo excessivo, ao desperdício, à grande demanda de água pela produção agropecuária, à chamada "água virtual", que engloba todo o gasto direto e indireto de água na produção industrial, entre outras razões.

2. O uso consciente da água, a otimização de seu uso, a não poluição/contaminação dos corpos de água, a universalização do acesso à água, o desenvolvimento de tecnologias que possibilitem utilizar a água do mar, entre outras medidas.

3. Os estudantes podem responder que esse tipo de água apresenta grande quantidade de sais, gerando assim prejuízos à saúde humana, como a desidratação, que pode levar à morte.

4. O objetivo dessa questão é levantar os conhecimentos prévios dos estudantes a respeito das técnicas de separação de misturas. Eles podem citar que essa separação também é feita por meio da vaporização, mais especificamente pela evaporação, ou por meio da destilação.

5. Isso poderia tornar a água, considerado um direito humano, disponível a um maior número de pessoas.

Páginas 151

1. **a)** Filtração.

b) Espera-se que os estudantes respondam que não, uma vez que a filtração em camadas de areia não foi capaz de eliminar alguns microrganismos, como os causadores da cólera.

c) Resíduos insolúveis em água, pois a filtração é utilizada para separar misturas heterogêneas.

d) Espera-se que os estudantes citem, além da filtração, o peneiramento, a floculação e a decantação.

e) O cloro tem ação desinfetante, ou seja, tem a capacidade de eliminar microrganismos que possam causar doenças aos seres humanos, caso da bactéria *Vibrio cholerae*, causadora da cólera.

f) Os estudantes podem comentar que os primeiros métodos de tratamento da água, como o relatado no texto, incluíam apenas a filtração em caixas de areia. Em seguida, foi adicionado o tratamento com cloro (desinfecção). Atualmente, a água passa por diferentes etapas em uma estação de tratamento, como floculação, decantação, filtração, desinfecção e fluoração. Além disso, é indicado o tratamento caseiro da água tratada nas ETA antes de ser consumida pelo ser humano.

2. Nesse caso, é possível utilizar o método de separação magnética, uma vez que a agulha metálica seria atraída pelo ímã. Outra possibilidade é utilizar a catação, método no qual se separa um dos componentes sólidos com as mãos. Nesse caso, por ser um objeto perfurante, a catação deve ser feita com equipamento de proteção adequado, como luvas antiperfurantes.

3. Os estudantes podem comentar que primeiro é necessário deixar o sistema em repouso. Por decantação, deve-se remover antes o óleo que, por ser menos denso, ocupará a superfície do sistema na panela. Em seguida, o macarrão no fundo da panela pode ser separado por meio de

MODERNA

peneiração ou filtração, com remoção da porção aquosa. Para a separação do sal dissolvido na água, é possível utilizar a vaporização, por meio do aquecimento da solução. Comente com os estudantes que, durante o cozimento, é possível que parte do amido do macarrão seja adicionado à água.

4. Alternativa **a**. A alta rotação da centrífuga acelera o processo de decantação, separando os componentes de uma mistura de acordo com suas diferentes densidades.

Página 151

RETOMANDO O QUE ESTUDEI

1. Resposta pessoal. Oriente os estudantes para que representem com desenhos uma situação envolvendo essa interação gravitacional e inserirem os vetores que representam as forças envolvidas e os demais itens que possibilitem essa representação.
2. Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é promover entre os estudantes uma reflexão sobre as condições ambientais observadas na Terra que são essenciais para a manutenção da vida como a conhecemos e podem ser encontradas em outros locais do Universo. Espera-se também que incluam em seus argumentos as condições extremas nas quais vivem alguns microrganismos, ampliando ainda mais a possibilidade de outros astros abrigarem formas de vida.
3. Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é permitir aos estudantes analisar seus conhecimentos prévios e relacioná-los com o que estudaram na unidade. Espera-se que comentem que a ESS não se perde no espaço devido à interação entre ela e a Terra, mais especificamente, à força da gravidade do planeta atuando sobre a estação. Essa força também atua sobre os corpos presentes na superfície terrestre, permitindo que se mantenham próximos.
4. O objetivo dessa questão é levar os estudantes a se posicionar como seres humanos e agentes transformadores do meio em que vivem, refletindo sobre os possíveis efeitos das atividades antrópicas nas condições ambientais. É essencial que eles compreendam que as alterações naturais pelas quais a Terra passa, de maneira geral, ocorrem ao longo de milhares de anos. As atividades humanas, no entanto, aceleram muitos desses processos, como, por exemplo, alterando a composição da atmosfera terrestre e, consequentemente, interferindo de forma indireta na temperatura média do planeta. Outros exemplos podem ser citados: produção excessiva de lixo; extração de recursos naturais; atividade industrial; agropecuária; monocultura; áreas hiperurbanizadas; aumento da concentração de gases estufa; queimadas em áreas florestais; mudança do curso/assoreamento de rios e acidentes e crimes ambientais, como derramamento de óleo no oceano e rompimento de barragens.

Páginas 152 e 153

SER CONSCIENTE

Objetivos

- Analisar o que ocorre com os equipamentos ou seus restos quando se tornam inoperantes no espaço.
- Refletir sobre o acúmulo de lixo espacial e suas possíveis consequências.

Orientações

- Inicie a abordagem dessa seção promovendo uma conversa sobre a charge apresentada na página **152**. Esse recurso incentiva os estudantes a obter informações por meio de diferentes linguagens, além de instigar a reflexão sobre o tema abordado na seção de forma humorística.
- Em seguida, converse com os estudantes sobre os principais equipamentos que o ser humano envia ao espaço para estudar os astros. Questione-os sobre o que acontece com muitos desses equipamentos ou partes deles quando se tornam inoperantes. Será que todos retornam à superfície da Terra?
- Com base nas respostas dos estudantes, inicie a leitura da seção, incentivando-os a confrontar ideias sobre a importância das pesquisas espaciais e as consequências do acúmulo de lixo espacial.

Respostas

- O objetivo dessa questão é trabalhar a interpretação da charge, bem como levantar os conhecimentos prévios dos estudantes a respeito do lixo espacial.

a) Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes reflitam sobre os impactos do lixo espacial em nosso dia a dia, especialmente quanto aos efeitos causados pela interrupção ou falha no funcionamento dos diferentes tipos de satélites artificiais, como os de comunicação, de navegação e os meteorológicos. Eles podem comentar que isso causa prejuízos na distribuição de sinais de telefonia, internet e televisão, mau funcionamento de dispositivos de rastreio e localização, como o GPS, e impacta de forma negativa no monitoramento do tempo e do clima, consequentemente afetando diversas atividades, como plantio e colheita.

b) Os estudantes poderão encontrar trabalhos como: o desenvolvimento de braço robótico, que utiliza um dispositivo com um adesivo, inspirado na pata de lagartixa, que tem capacidade de aderir a quase toda superfície, mesmo contra a gravidade; o uso de *laser*, que visa fragmentar o lixo espacial em tamanhos menores, facilitando sua remoção da órbita terrestre.

c) O objetivo dessa questão é levar os estudantes a refletir e, a partir de um problema relacionado ao dia a dia deles, propor possíveis soluções para o lixo espacial. Para ambos os problemas (lixo espacial e resíduos sólidos), algumas medidas podem ser citadas, como: ampliar o tempo de uso dos objetos, evitando seu descarte; incentivar o descarte e medidas que aumentem o tempo de uso de objetos e desenvolver materiais que possam se desintegrar com mais facilidade. Já no caso de ações contra o lixo espacial, alguns exemplos são: incentivar o desenvolvimento de tecnologias que ampliem o tempo de uso e de funcionamento dos equipamentos lançados ao espaço; desenvolver projetos de remoção desses itens do espaço, bem como de reaproveitamento deles, ao invés de incentivar apenas a construção e o lançamento de outros itens e dar incentivo a pesquisas para desenvolver materiais que se desintegrem no ambiente espacial.

EDIÇÃO MODERNA

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS COMPLEMENTARES COMENTADAS

ABRAMOVAY, M.; SILVA, A. P.; FIGUEIREDO, E. *Guia para diretores e professores*: reflexões e práticas sobre violência e convivência escolar: faça você mesmo. Rio de Janeiro: FLACSO Brasil-BID, 2018. Disponível em: <http://flacso.org.br/?publication=guia-para-diretores-e-professores>. Acesso em: 19 maio 2020.

Guia que apresenta orientações aos educadores sobre os principais temas da contemporaneidade, relacionados à violência e convivência escolar, de maneira reflexiva e prática.

ARAÚJO, L. C.; VIEIRA, K. F. L.; COUTINHO, M. P. L. Ideação Suicida na adolescência. *Psico-USF*, Campinas, v. 15, n. 1, jan./abr. 2010.

Este artigo apresenta um estudo sobre as representações sociais da ideação suicida e a presença desse fenômeno em adolescentes de Ensino Médio.

BACICH, L.; TANZI NETO, A.; TREVISANI, F. de M. (Org.). *Ensino híbrido*: personalização e tecnologia na educação. Porto Alegre: Penso, 2015.

Este livro reúne artigos elaborados por professores, apresentando conceitos, reflexões, experiências e possibilidades de implementação do ensino híbrido nas escolas.

BARCA, I. Aula oficina: do projeto à avaliação. In: *Para uma educação de qualidade*: Atas da Quarta Jornada de Educação Histórica. Braga, Centro de Investigação em Educação (CIED)/ Instituto de Educação e Psicologia, Universidade do Minho, 2004. p. 131-144.

Este artigo apresenta de forma objetiva e estruturada as etapas de uma aula-oficina.

BARCELOS, T. S.; SILVEIRA, I. F. Pensamento Computacional e Educação Matemática: Relações para o Ensino de Computação na Educação Básica. In: XX Workshop sobre Educação em Computação. *Anais do XXXII CSBC*. Curitiba, 2012. p. 23. Disponível em: <http://www2.sbc.org.br/csbc2012/anais_csbc/eventos/wei/artigos/Pensamento%20Computacional%20e%20Educacao%20Matematica%20Relacoes%20para%20o%20Ensino%20de%20Computacao%20na%20Educacao%20Basica.pdf>. Acesso em: 19 maio 2020.

Neste artigo, os autores apresentam uma discussão baseada em um mapeamento de competências que os currículos brasileiros apresentam com relação ao pensamento computacional presente na literatura.

BARCELOS, T. S.; SILVEIRA, I. F. Relações entre o Pensamento Computacional e a Matemática através da construção de Jogos Digitais. *Anais do XII Simpósio Brasileiro de Games e Entretenimento Digital* (*SBGames*), São Paulo, 2013. Disponível em: <http://www.sbgames.org/sbgames2013/proceedings/cd/_Thiago%20Schumacher%20Barcelos_CD_2013.pdf>. Acesso em: 19 maio 2020.

Neste texto, os autores apresentam uma investigação com relação às competências associadas ao pensamento computacional por meio do desenvolvimento de atividades e jogos digitais no Ensino Médio.

BENINCASA, M.; REZENDE, M. M. Tristeza e suicídio entre adolescentes: fatores de risco e proteção. *Boletim de Psicologia*, São Paulo, v. 56, n. 124, p. 93-110, jun. 2006.

Artigo que apresenta informações sobre os fatores de risco e proteção relacionados ao suicídio.

BERGMANN, J.; SAMS, A. *Sala de aula invertida*: uma metodologia ativa de aprendizagem. Trad. Afonso Celso da Cunha Serra. Rio de Janeiro: LTC, 2018.

Neste livro, os criadores do conceito de sala de aula invertida explicam como utilizar a estratégia adequadamente e associá-la a tecnologias digitais.

Berkeley Center for Teaching & Learning. *Active Learning Strategies*. Disponível em: <https://teaching.berkeley.edu/active-learning-strategies>. Acesso em: 20 maio 2020.

Página elaborada pelo Centro de Ensino e Aprendizagem da Universidade da Califórnia, em Berkeley, nos Estados Unidos, que apresenta definições, organização e exemplos de diversas estratégias associadas às metodologias ativas.

BRACKMANN, C. P. *Desenvolvimento do pensamento computacional através de atividades desplugadas na educação básica*. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Centro de Estudos Interdisciplinares em Novas Tecnologias na Educação, Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação. Porto Alegre, 2017. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/172208>. Acesso em: 19 maio 2020.

Nesta tese de doutorado, o autor desenvolve um estudo sobre o desenvolvimento do pensamento computacional na educação básica usando atividades desplugadas, ou seja, sem computadores ou dispositivos eletrônicos.

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Versão final. Brasília: MEC, 2018a. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 31 mar. 2020.

A BNCC é o documento que norteia os currículos dos sistemas e redes de ensino das Unidades Federativas e as propostas pedagógicas das escolas públicas e privadas, estabelecendo os principais conhecimentos, competências e habilidades que os estudantes devem desenvolver em cada etapa da Educação Básica.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Básica. Resolução nº 3, de 21 de novembro de 2018. Atualiza as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 22 nov. 2018b. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-n-3-de-21-de-novembro-de-2018-51281310>. Acesso em: 31 mar. 2020.

Esta resolução atualiza as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio publicadas em 2012. Nela, estão dispostas as mudanças necessárias para a implementação do Novo Ensino Médio.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Temas contemporâneos transversais na BNCC*: contexto histórico e pressupostos pedagógicos. Brasília, 2019. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/implementacao/contextualizacao_temas_contemporaneos.pdf>. Acesso em: 31 mar. 2020.

Documento que apresenta o histórico dos temas contemporâneos transversais em seis grandes áreas e a importância desses temas para os currículos da Educação Básica.

BRASIL. Secretaria de Educação Básica. *Formação de professores do ensino médio, etapa I - caderno II*: o jovem como sujeito do ensino médio. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. Curitiba: UFPR/Setor de Educação, 2013.

Nesta obra, voltada à formação de professores, são discutidos diversos temas relacionados ao Ensino Médio. Em um primeiro

MODELO

momento, discute-se o conceito de juventude com o objetivo de propor mudanças nas maneiras de perceber essa faixa etária. Os textos buscam valorizar o papel do jovem como sujeito de sua história. Em seguida, destacam temas como juventude e tecnologia, questão do mercado de trabalho e projeto de vida e o papel da escola na formação dos jovens.

CAINELLI, M. R.; TOMAZINI, E. C. de S. A aula-oficina como campo metodológico para a formação de professores em História: um estudo sobre o PIBID/História/UEL. *História & Ensino*, Londrina, v. 23, n. 2, 2017. p. 11-33.

Este estudo apresenta a aula-oficina como possibilidade de exercício da docência com base em relatórios e entrevistas concedidas por alunos de iniciação científica do curso de História da Universidade Estadual de Londrina (UEL).

CAMARGO, F.; DAROS, T. *A sala de aula inovadora*: estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo. Porto Alegre: Penso, 2018.

Este livro é organizado em duas partes: a primeira apresenta reflexões dos autores sobre possibilidades de inovação em sala de aula; já a segunda aborda mais de 40 estratégias que contribuem para aplicação dessas metodologias.

CAMPOS, H. R.; JORGE, S.; CARDOSO, D. Violência na escola: uma reflexão sobre o *bullying* e a prática educativa. *Em Aberto*, Brasília, v. 23, n. 83, mar. 2010.

Artigo que apresenta informações estatísticas sobre o *bullying* na escola e o papel do professor diante de situações como essas.

Centro de Inovação para a Educação Brasileira (CIEB). *Currículo de Referência em Tecnologia e Computação*. Disponível em: <https://curriculo.cieb.net.br>. Acesso em: 19 maio 2020.

Neste *site*, é apresentado um currículo de referência organizado em três eixos, sendo um deles o pensamento computacional. Cada eixo é subdividido em conceitos, por meio dos quais algumas habilidades são trabalhadas.

COMINS, N. F.; KAUFMANN III, W. J. *Descobrindo o Universo*. 8. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

Livro completo que apresenta todos os principais temas da astronomia e astrofísica. Contém exercícios de fixação no final de cada capítulo.

DAYRELL, J. (Org.). *Por uma pedagogia das juventudes*: experiências educativas do Observatório da Juventude da UFMG. Belo Horizonte: Mazza Edições, 2016.

Juarez Dayrell é um pesquisador que investiga a questão da juventude e da educação, analisando em seus textos a importância das culturas juvenis na construção de um cenário educativo mais democrático e significativo. Nesta obra, ele traz algumas experiências vivenciadas no projeto Observatório da Juventude, da Universidade Federal de Minas Gerais (UGMG), que trabalha desde 2003 com a questão da formação de professores e discussões envolvendo a juventude.

DRIEU, D.; PROIA-LELOUEY, N.; ZANELLO, F. Ataques ao corpo e traumatofilia na adolescência. *Ágora*, Rio de Janeiro, v. XIV, n. 1, jan./jun. 2011.

Artigo que apresenta estudo sobre a relação das mudanças que ocorrem na puberdade e comportamentos suicidas.

FATARELI, E. F. et al. Método cooperativo de aprendizagem *jigsaw* no ensino de cinética química. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 32, n. 3, p. 161-168, ago. 2010.

Artigo que apresenta a estratégia *jigsaw* por meio da aplicação dessa abordagem em uma turma de alunos do 2º ano do Ensino Médio.

FILATRO, A.; CAVALCANTI, C. C. *Metodologias inov-ativas na educação presencial, a distância e corporativa*. São Paulo: Saraiva Educação, 2018.

Este livro apresenta aplicações práticas e estratégias de trabalho com diversas metodologias que apresentam elementos de inovação nas práticas de ensino-aprendizagem, chamadas pelas autoras de metodologias "inov-ativas".

FORTES, I.; KOTHER, M. Automutilação na adolescência – rasuras na experiência de alteridade. *Psicogente*, Barranquilla, Colômbia, v. 20, n. 38. 2017. Disponível em: <http://revistas.unisimon.edu.co/index.php/psicogente/article/view/2556>. Acesso em: 19 maio 2020.

Artigo de reflexão teórica que aborda aspectos do comportamento de automutilação, que propõe analisar o tema com base em algumas narrativas em *blogs* de adolescentes.

FRANÇA, R.; TEDESCO, P. Desafios e oportunidades ao ensino do pensamento computacional na educação básica no Brasil. In: *Anais dos Workshops do IV Congresso Brasileiro de Informática na Educação* (*CBIE 2015*). 2015. p. 1464. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/283347058_Desafios_e_oportunidades_ao_ensino_do_pensamento_computacional_na_educacao_basica_no_Brasil>. Acesso em: 19 maio 2020.

Neste artigo, as autoras buscam descrever os desafios que os professores da Educação Básica enfrentam no ensino do pensamento computacional em sala de aula, visto que esta é uma habilidade que deve ser desenvolvida pelos alunos, mas que não faz parte do currículo escolar.

HALLIDAY, D. RESNICK, R. WALKER, J. *Fundamentos de Física*. 10. ed. São Paulo: LTC, 2016. v. 1 e 4.

A coleção apresenta a teoria e exercícios ligados a aplicações práticas do mundo real.

ILLERIS, K. (Org.). *Teorias contemporâneas da aprendizagem*. Porto Alegre: Penso, 2013.

Nesta obra, o pesquisador Knud Illeris reúne diferentes autores e teorias da aprendizagem que têm sido desenvolvidas na contemporaneidade e apresenta um conjunto de textos que tratam sobre o tema. Cada pesquisador contribui com suas reflexões, buscando caminhos na compreensão sobre o conceito de educar e como funciona o complexo processo de ensino-aprendizagem na atualidade.

INSTITUTO AYRTON SENNA. *Pensamento computacional e programação como ferramentas de aprendizagem*. São Paulo, 13 set. 2019. Disponível em: <https://www.institutoayrtonsenna.org.br/pt-br/meu-educador-meu-idolo/materialdeeducacao/pensamento-computacional-e-programacao-como-ferramentas-de-aprendizagem.html>. Acesso em: 19 maio 2020.

Nessa página, o artigo apresentado trata a respeito da utilização da programação como uma prática pedagógica, por meio da qual espera-se desenvolver o pensamento computacional. Há também comentários enfatizando o destaque que o pensamento computacional recebe na BNCC.

KOTZ, J. C.; TREICHEL P. M. JR. *Química geral e reações químicas*. 5. ed. São Paulo: Editora Thomson Learning, 2006. v. 1 e 2.

O livro procura mostrar a relação entre as observações químicas e físicas em laboratório e na natureza, trazendo o sentido de que a Química é dinâmica.

Lakehead University. *Before, during, or after reading*: reflection quick write. Disponível em: <https://teachingcommons.lakeheadu.ca/sites/default/files/inline-files/Quick%20Writes%20explanation.pdf>. Acesso em: 20 maio 2020.

EM MODERNA

Texto que faz um breve resumo da estratégia *quick writing*, publicado na página da Universidade de Lakehead, do Canadá.

Mental health atlas 2017. Geneva: World Health Organization, 2018.

Documento que reúne dados sobre a saúde mental da população em todo o mundo.

MORAN, J. Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. In: BACICH, L.; MORAN, J. (Orgs.). *Metodologias ativas para uma educação inovadora*: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018. p. 4.

Este livro apresenta práticas pedagógicas baseadas em metodologias ativas que valorizam o protagonismo dos estudantes.

MORAN, J. Mudando a educação com metodologias ativas. In: SOUZA, C. A. de; MORALES, O. E. T. (Orgs.). *Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania*: aproximações jovens. Ponta Grossa: Foca Foto-PROEX/UEPG, 2015. v. II. (Coleção Mídias Contemporâneas).

Este texto aborda as diferentes facetas das tecnologias educacionais, trazendo reflexões sobre a educação no mundo contemporâneo e as novas concepções de ensino relacionadas às metodologias ativas.

PRESS, F. et al. *Para entender a Terra*. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

O livro apresenta a concepção sobre o planeta e desafios e análise da gestão ambiental.

PURVES, W. K. et al. *Vida*: a ciência da Biologia. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2002.

Obra de introdução à Biologia com informações detalhadas e estimulantes, iniciando os capítulos com uma história. Tem o propósito de intrigar os estudantes auxiliando-os a relacionar a teoria ao mundo à sua volta.

RAABE, A. Pensamento computacional na educação: Para tod*s, por tod*s! *Revista Computação Brasil*, Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Computação (SBC), 1º jul. 2017. p. 54-63. Disponível em: <https://www.sbc.org.br/component/flippingbook/book/35/1?page=54>. Acesso em: 19 maio 2020.

Neste artigo, o autor prevê que, num futuro próximo, todas as pessoas devam ter conhecimentos relacionados à computação. Assim sendo, torna-se importante atribuir à computação a mesma valorização destinada a outras áreas de conhecimento já presentes no currículo escolar básico.

REIS, A. F. M. V. dos; BARRETO, M. A. M. Uma experiência com *think-pair-share* no Ensino Fundamental I. *Práxis*, Volta Redonda, v. 9, n. 17, p. 55-67, jun. 2017.

Artigo que com definições e organização da estratégia *think-pair-share* por meio da aplicação dessa abordagem em uma turma de 5º ano do Ensino Fundamental.

RICHTER, M. G. *Role-play* e ensino interativo de língua materna. *Linguagem & Ensino*, Pelotas, v. 1, n. 2, p. 89-113, 1998.

Este artigo propõe a aplicação da estratégia *role-play* no ensino de Língua Portuguesa e relata um estudo de caso realizado com professores da rede pública.

ROCHA, R. S.; CARDOSO, I. M. D.; MOURA, M. A. E. de. O uso da *gallery walk* como metodologia ativa em sala de aula: uma análise sistemática no processo de ensino-aprendizagem. *Revista Sítio Novo*, Palmas, v. 4, n. 1, p. 162-170, jan./mar. 2020.

Este artigo apresenta possibilidades de aplicação da estratégia *gallery walk* por meio da análise documental de publicações de sete experiências vivenciadas em salas de aula na cidade de Uberaba, Minas Gerais.

RONAN, C. A. *História ilustrada da Ciência*. Rio de Janeiro: Zahar, 2002. v. 4.

O livro traz o desenvolvimento da Ciência e do pensamento científico no mundo desde os tempos primitivos e apresenta as principais civilizações científicas e o papel da Ciência e tecnologia na sociedade.

SASSAKI, C. Para uma aula diferente, aposte na rotação por estações de aprendizagem. *Nova Escola*, São Paulo, 21 out. 2016. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/3352/blog-aula-diferente-rotacao-estacoes-de-aprendizagem>. Acesso em: 30 mar. 2020.

Texto em linguagem objetiva e acessível, que explica a estratégia rotação por estações a educadores e mostra a experiência de um professor com essa abordagem.

SILVA, M. V. *Olhando para o céu*: uma proposta para uma educação libertadora. 2007. 89 f. Monografia (Licenciatura em Física) — Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/8233/1/MVSilva.pdf>. Acesso em: 18 maio 2020.

O trabalho reflete sobre o tema "Universo, Terra e vida" e enfatiza a importância desses assuntos na escolarização.

VALENTE, J. A. Integração do pensamento computacional no currículo da educação básica: Diferentes estratégias usadas e questões de formação de professores e avaliação do aluno. *Revista e-Curriculum*, São Paulo, v. 14, n. 3, p. 864-897, jul./set. 2016. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/curriculum/article/view/29051>. Acesso em: 19 maio 2020.

Neste artigo, o autor busca analisar as diferentes alternativas, além dos processadores de texto e das planilhas eletrônicas, utilizadas para a implementação do pensamento computacional no currículo escolar básico.

VARGAS, D. de; AHLERT, E. M. *O processo de aprendizagem e avaliação através de* quiz. 2017. 19 f. Artigo (Especialização em Docência na Educação Profissional) — Universidade do Vale do Taquari, Lajeado, 2017.

Artigo que apresenta a utilização do *quiz* como estratégia nos processos de aprendizagem e avaliação por meio da utilização de aplicativos e *softwares*.

Violência escolar e bullying: relatório sobre a situação mundial. Brasília: Unesco, 2019.

Relatório que fornece dados atualizados sobre violência escolar e bullying, destacando natureza, abrangência e impactos, assim como iniciativas que buscam enfrentar esses problemas.

WING, J. Computational Thinking. Trad. de Cleverson Sebastião dos Anjos. *Communications of the ACM*, n. 3. 49. ed. 2006. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/download/4711/pdf>. Acesso em: 2 abr. 2020.

Neste artigo, a autora tece comentários a respeito do pensamento computacional, enfatizando que essa habilidade não se restringe apenas aos estudantes ou profissionais da área da Ciência da Computação.

MODERNA

DIÁLOGO

CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

O UNIVERSO DA CIÊNCIA E A CIÊNCIA DO UNIVERSO

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

Editora responsável:
Kelly Cristina dos Santos
Licenciada e Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Mestre em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Atua como editora de livros didáticos.

Área do conhecimento:
Ciências da Natureza e suas Tecnologias

1ª edição

São Paulo, 2020

MODERNA

MODERNA

Elaboração dos originais:

Kelly Cristina dos Santos
Licenciada e Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Mestre em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Atua como editora de livros didáticos.

Éverton Amigoni Chinellato
Licenciado em Física pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Atuou como professor de Física em escolas da rede pública de ensino e atualmente é professor de Física em escolas da rede particular de ensino.

Rafael Aguiar da Silva
Licenciado e Bacharel em Química pela Universidade Norte do Paraná (Unopar).
Atua como professor de Química em escolas da rede particular de ensino.

Marissa Kimura
Bacharel em Química pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Mestre em Bioenergia pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Atua como editora de livros didáticos.

Ana Carolina N. dos Santos Ferraro
Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Mestre em Patologia Experimental pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Atua como editora de livros didáticos.

André Luis Delvas Fróes
Bacharel em Física pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).
Mestre em Física pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).
Doutor em Ciências pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).
Atuou como professor de Física e Matemática em instituições particulares de Ensino Superior.

Marcela Yaemi Ogo
Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Especialista em Biologia Aplicada à Saúde pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Especialista em Análise e Educação Ambiental em Ciências da Terra pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Atua como professora de Biologia em escolas da rede pública de ensino.

Vanessa S. Michelan
Licenciada e Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Especialista em Ensino de Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Mestre em Genética e Biologia Molecular pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
Atua como professora de Biologia em escolas da rede pública de ensino.

Projeto e produção editorial: Scriba Soluções Editoriais
Edição: Leonel Delvai Favalli, Kelly Cristina dos Santos, Maira Dias Balestri
Assistência editorial: Felipe Revoredo Benatti, Kaio Fukahori, Priscila Boneventi Pacheco
Colaboração técnico-pedagógica: Francine Mendonça Nóbrega, Jeferson Felix da Silva, Maria Carolina Bittencourt Gonçalves, Rodrigo Uchida Ichikawa
Gerência de produção: Camila Rumiko Minaki Hoshi
Projeto gráfico: Daniel Messias, Dayane Aparecida Barbieri Ferreira
Capa: Daniela Cunha
Ilustrações: Otávio dos Santos, Daniela Cunha, A-spring/Shutterstock, IhorZigor/Shutterstock
Gerência de arte: André Leandro Silva
Edição de arte: Cynthia Sekiguchi, Keithy Mostachi
Diagramação: Ana Rosa Cordeiro de Oliveira, Daniela Cordeiro de Oliveira
Supervisão de editoração eletrônica: Luiz Roberto Lúcio Correa
Preparação de texto: Equipe Scriba
Revisão de texto: Equipe Scriba
Pesquisa iconográfica: Alessandra Roberta Arias
Tratamento de imagens: Johannes de Paulo

Coordenação de *bureau*: Rubens M. Rodrigues
Pré-impressão: Alexandre Petreca, Everton L. de Oliveira, Marcio H. Kamoto, Vitória Sousa
Coordenação de produção industrial: Wendell Monteiro
Impressão e acabamento:

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

Diálogo : ciências da natureza e suas tecnologias / organizadora Editora Moderna ; obra coletiva concebida, desenvolvida e produzida pela Editora Moderna ; editora responsável Kelly Cristina dos Santos. -- 1. ed. -- São Paulo : Moderna, 2020.

Obra em 6 v.
Conteúdo: O universo da ciência e a ciência do Universo -- Vida na Terra : como é possível? -- Terra : um sistema dinâmico de matéria e energia -- Energia e sociedade : uma reflexão necessária -- Ser humano : origem e funcionamento -- Ser humano e meio ambiente : relações e consequências

1. Biologia (Ensino médio) 2. Ciências (Ensino médio) 3. Física (Ensino médio) 4. Química (Ensino médio) I. Santos, Kelly Cristina dos.

20-37388 CDD-373.19

Índices para catálogo sistemático:

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

Cibele Maria Dias - Bibliotecária - CRB-8/9427

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

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

1 3 5 7 9 10 8 6 4 2

MODERNA

Conhecendo a coleção

Quantas notícias vemos e ouvimos atualmente envolvendo Ciência? Desenvolvimento de novas tecnologias, novas doenças que afetam a humanidade, problemas ambientais, necessidade do uso cada vez mais racional dos recursos, poluição... enfim, diversas situações que influenciam diretamente nosso dia a dia.

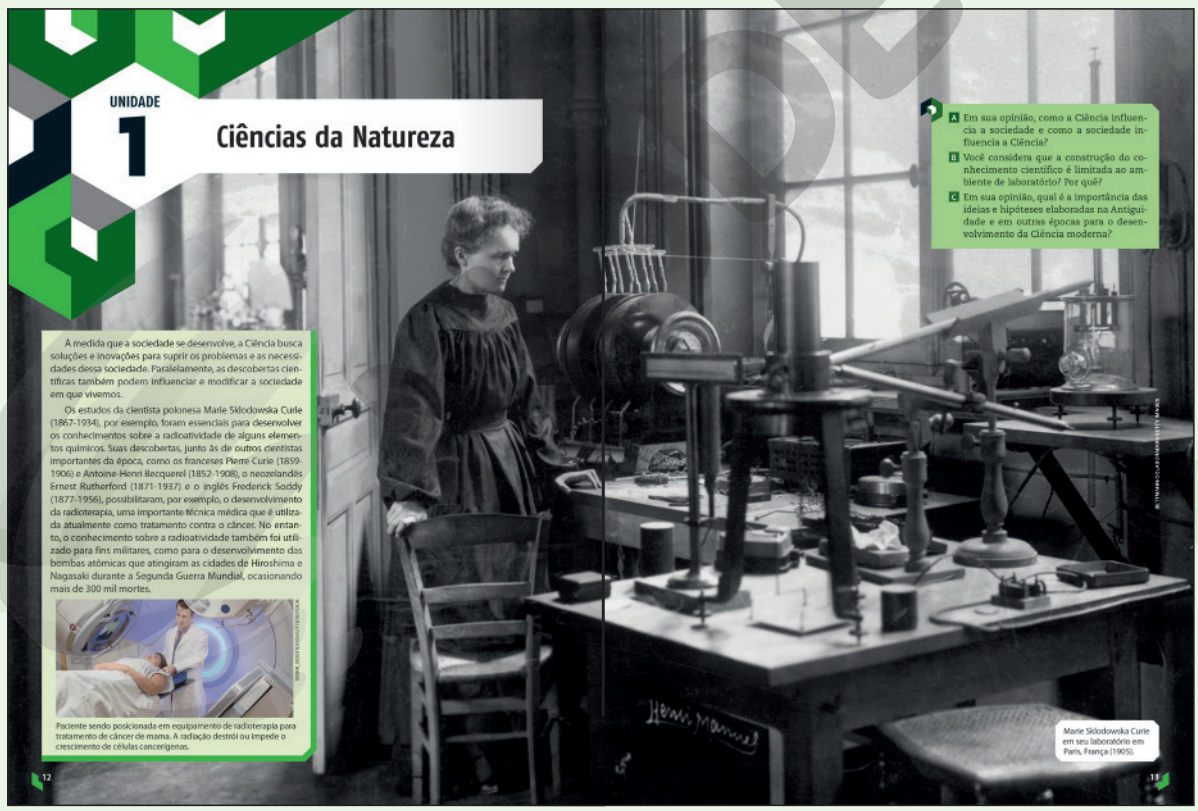
Para compreender e se posicionar diante de tudo isso, é muito importante que você compreenda os aspectos físicos, químicos e biológicos dos fenômenos que ocorrem ao seu redor.

Essa é a proposta deste livro: que você tenha a oportunidade de analisar e se posicionar criticamente diante das situações que ocorrem em seu cotidiano com base no conhecimento científico e sua relação com a sociedade.

Nesta coleção, você terá a oportunidade de conhecer, refletir e opinar sobre temas relevantes em nossa sociedade, por meio de uma linguagem simples, acompanhada de imagens e textos próximos à sua realidade.

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

Veja a seguir como este livro está organizado e como essa organização poderá ajudá-lo nos estudos de **Química**, **Física** e **Biologia**.



Abertura de unidade

No início de cada unidade, você encontra duas páginas de abertura, que apresentam imagens e textos relacionados aos conteúdos que estudará. Nelas, você terá a oportunidade de expor o que sabe sobre essas imagens e os conteúdos e também de trocar ideias sobre o que será estudado.

Abertura de capítulo

No início e no decorrer de cada capítulo, você entrará em contato com situações de que já ouviu falar ou que fazem parte de seu cotidiano, refletindo sobre elas. É um bom momento de expor o que já sabe sobre essas situações e relacioná-las com o conhecimento científico.

Boxe complementar

Sempre que encontrar esse boxe, você entrará em contato com mais informações sobre o conteúdo e outros assuntos que estão relacionados a ele. Também terá a oportunidade de refletir sobre essas informações e expor suas opiniões sobre elas.

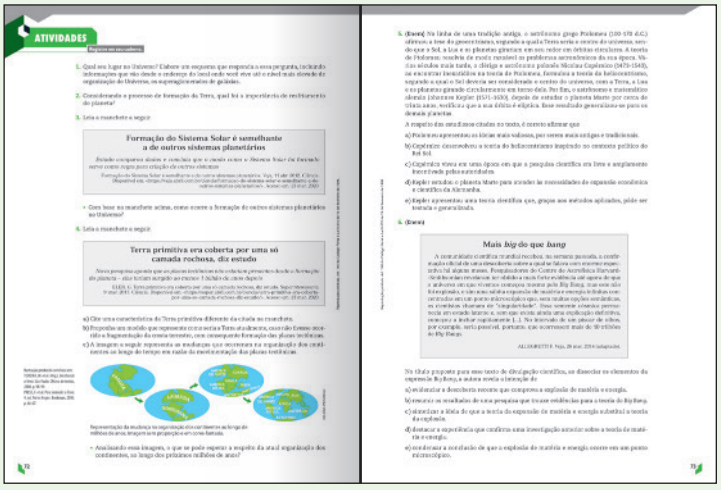
Investigue

Nessa seção, você será convidado a investigar fenômenos e propriedades por meio do desenvolvimento de atividades práticas investigativas. Também vai elaborar e testar hipóteses, analisar resultados e trocar ideias com os colegas para chegar a uma conclusão.

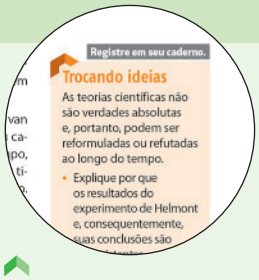
Esse boxe indica que as imagens não estão em proporção e que as cores não correspondem às reais.

Atividades

Seção em que você encontra atividades que permitem aprofundar os conteúdos, recorrendo aos conhecimentos científicos para analisar, investigar, formular e resolver problemas. Nela, você também encontra questões de provas oficiais do Enem e de vestibulares de diversas instituições de ensino e pesquisa.

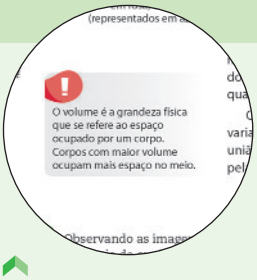


Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.



Trocando ideias

Nesse boxe, você terá a oportunidade de trocar ideias com os colegas sobre diversos temas de relevância relacionados ao conteúdo que está estudando. Além disso, poderá divulgar o que discutiram tanto à comunidade escolar quanto fora da escola.

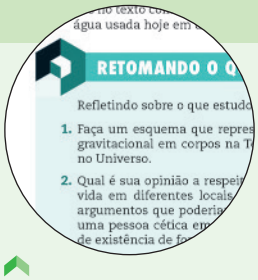


Dica

Fique atento. Toda vez que se deparar com esse boxe, você encontrará informações importantes para compreender os conteúdos, além de dicas que visam facilitar a execução das atividades e orientações relacionadas a cuidados.

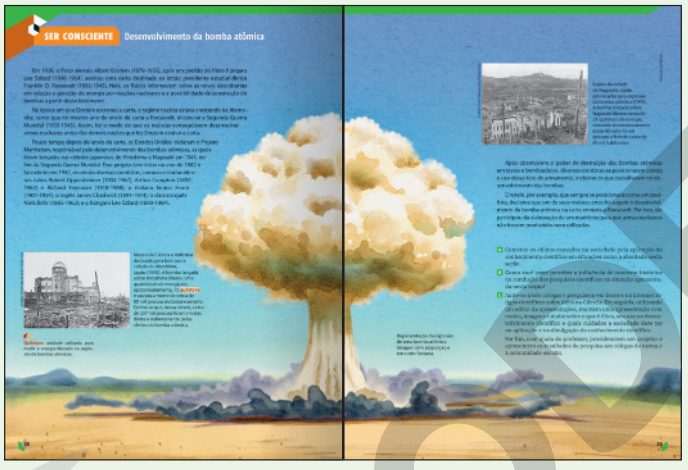
Vocabulário

Boxe que apresenta o significado de alguns termos destacados nos textos para te auxiliar na compreensão dos conteúdos.



Retomando o que estudei

Ao final de cada unidade, é sempre importante realizar uma autoavaliação do que você aprendeu e retomar alguns conceitos estudados, não é? Esse é o objetivo dessa seção.



Ser consciente

Essa seção aborda temas abrangentes e relevantes para nossa sociedade. Nela, você terá a oportunidade de refletir e discutir com os colegas sobre esses temas, além de encontrar diferentes maneiras de comunicar o que discutiram a outras pessoas.

Ampliando seus conhecimentos

Essa seção apresenta as referências bibliográficas complementares com sugestões de filmes, livros e *sites*.

Respostas

Nessa seção, você poderá consultar as respostas e orientações de questões de provas oficiais e de atividades de múltipla escolha. Além disso, poderá consultar a resolução de atividades que envolvem cálculos.

Siglas

Apresenta os significados das siglas que você encontrou no volume.

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

Objetivos

Neste volume, você vai analisar o desenvolvimento da Ciência ao longo do tempo, conhecendo as explicações místicas dos fenômenos naturais e suas diferenças com as explicações científicas, que são baseadas em observações, formulação e testes de hipóteses e investigações. Além disso, aprenderá as principais etapas do método científico e terá a oportunidade de aplicá-lo em atividades práticas e investigativas. Ao estudar a Ciência e como esta se desenvolveu ao longo do tempo, você terá a oportunidade de perceber que o conhecimento científico é uma construção humana, cultural e histórica, muitas vezes passível de mudanças e diferentes interpretações.

Este volume também possibilita que você analise os processos relacionados à origem do Universo, formação das estrelas, distribuição dos elementos químicos pelo Universo e origem da vida em diferentes escalas de tempo. Isso permite a você situar a humanidade e o planeta Terra na história do Universo, assim como refletir e respeitar as diferentes interpretações e modelos criados ao longo do tempo para explicar esses processos.

BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR (BNCC)

Nesta coleção, você vai desenvolver as Competências Gerais da Educação Básica e as Competências Específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias por meio de leitura de textos, realização de atividades, troca de ideias com os colegas, análise de situações do cotidiano, entre outras estratégias. Veja a seguir as **Competências Gerais da Educação Básica** desenvolvidas neste volume.

COMPETÊNCIAS GERAIS DA EDUCAÇÃO BÁSICA

1. Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.

2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.

3. Valorizar e fruir as diversas manifestações artísticas e culturais, das locais às mundiais, e também participar de práticas diversificadas da produção artístico-cultural.

4. Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.

5. Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.

6. Valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências que lhe possibilitem entender as relações próprias do mundo do trabalho e fazer escolhas alinhadas ao exercício da cidadania e ao seu projeto de vida, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade.

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

MODERNA

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.

Veja também as **Competências Específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias** e as principais habilidades desenvolvidas neste volume.

COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 2

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

Habilidade EM13CNT201: Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente.	**Unidade 1** • Capítulo 1 Capítulo 3 **Unidade 2** • Capítulo 1 Capítulo 2 Capítulo 4 Capítulo 5
Habilidade EM13CNT202: Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como *softwares* de simulação e de realidade virtual, entre outros).	**Unidade 3** • Capítulo 3
Habilidade EM13CNT204: Elaborar explicações, previsões e cálculos a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como *softwares* de simulação e de realidade virtual, entre outros).	**Unidade 3** • Capítulo 1 Capítulo 2
Habilidade EM13CNT209: Analisar a evolução estelar associando-a aos modelos de origem e distribuição dos elementos químicos no Universo, compreendendo suas relações com as condições necessárias ao surgimento de sistemas solares e planetários, suas estruturas e composições e as possibilidades de existência de vida, utilizando representações e simulações, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como *softwares* de simulação e de realidade virtual, entre outros).	**Unidade 2** • Capítulo 1 Capítulo 2 Capítulo 4 **Unidade 3** • Capítulo 3

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

MODERNA

COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 3

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

Unidade 1 • Capítulo 2	**Habilidade EM13CNT301:** Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.
Unidade 1 • Capítulo 2	**Habilidade EM13CNT302:** Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.
Unidade 1 • Capítulo 3	**Habilidade EM13CNT304:** Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, neurotecnologias, produção de tecnologias de defesa, estratégias de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.
Unidade 1 • Capítulo 3	**Habilidade EM13CNT305:** Investigar e discutir o uso indevido de conhecimentos das Ciências da Natureza na justificativa de processos de discriminação, segregação e privação de direitos individuais e coletivos, em diferentes contextos sociais e históricos, para promover a equidade e o respeito à diversidade.
Unidade 2 • Capítulo 3	**Habilidade EM13CNT307:** Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano.

Agora, veja as competências específicas e habilidades de outras áreas desenvolvidas neste volume.

CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS APLICADAS

COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 1

Analisar processos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais nos âmbitos local, regional, nacional e mundial em diferentes tempos, a partir da pluralidade de procedimentos epistemológicos, científicos e tecnológicos, de modo a compreender e posicionar-se criticamente em relação a eles, considerando diferentes pontos de vista e tomando decisões baseadas em argumentos e fontes de natureza científica.

Unidade 1 • Capítulo 1 **Unidade 2** • Capítulo 3 **Unidade 3** • Capítulo 2	**Habilidade EM13CHS101:** Identificar, analisar e comparar diferentes fontes e narrativas expressas em diversas linguagens, com vistas à compreensão de ideias filosóficas e de processos e eventos históricos, geográficos, políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais.
Unidade 1 • Capítulo 2 **Unidade 3** • Capítulo 4	**Habilidade EM13CHS104:** Analisar objetos e vestígios da cultura material e imaterial de modo a identificar conhecimentos, valores, crenças e práticas que caracterizam a identidade e a diversidade cultural de diferentes sociedades inseridas no tempo e no espaço.

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

MODERNA

COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 2

Analisar a formação de territórios e fronteiras em diferentes tempos e espaços, mediante a compreensão das relações de poder que determinam as territorialidades e o papel geopolítico dos Estados-nações.

Habilidade EM13CHS204: Comparar e avaliar os processos de ocupação do espaço e a formação de territórios, territorialidades e fronteiras, identificando o papel de diferentes agentes (como grupos sociais e culturais, impérios, Estados Nacionais e organismos internacionais) e considerando os conflitos populacionais (internos e externos), a diversidade étnico-cultural e as características socioeconômicas, políticas e tecnológicas.	**Unidade 3** • Capítulo 4
Habilidade EM13CHS205: Analisar a produção de diferentes territorialidades em suas dimensões culturais, econômicas, ambientais, políticas e sociais, no Brasil e no mundo contemporâneo, com destaque para as culturas juvenis.	**Unidade 3** • Capítulo 4

COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 3

Analisar e avaliar criticamente as relações de diferentes grupos, povos e sociedades com a natureza (produção, distribuição e consumo) e seus impactos econômicos e socioambientais, com vistas à proposição de alternativas que respeitem e promovam a consciência, a ética socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional, nacional e global.

Habilidade EM13CHS302: Analisar e avaliar criticamente os impactos econômicos e socioambientais de cadeias produtivas ligadas à exploração de recursos naturais e às atividades agropecuárias em diferentes ambientes e escalas de análise, considerando o modo de vida das populações locais – entre elas as indígenas, quilombolas e demais comunidades tradicionais –, suas práticas agroextrativistas e o compromisso com a sustentabilidade.	**Unidade 1** • Capítulo 2

COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 5

Identificar e combater as diversas formas de injustiça, preconceito e violência, adotando princípios éticos, democráticos, inclusivos e solidários, e respeitando os Direitos Humanos.

Habilidade EM13CHS503: Identificar diversas formas de violência (física, simbólica, psicológica etc.), suas principais vítimas, suas causas sociais, psicológicas e afetivas, seus significados e usos políticos, sociais e culturais, discutindo e avaliando mecanismos para combatê-las, com base em argumentos éticos.	**Unidade 1** • Capítulo 3 **Unidade 2** • Capítulo 2

COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 6

Participar do debate público de forma crítica, respeitando diferentes posições e fazendo escolhas alinhadas ao exercício da cidadania e ao seu projeto de vida, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade.

Habilidade EM13CHS601: Identificar e analisar as demandas e os protagonismos políticos, sociais e culturais dos povos indígenas e das populações afrodescendentes (incluindo as quilombolas) no Brasil contemporâneo considerando a história das Américas e o contexto de exclusão e inclusão precária desses grupos na ordem social e econômica atual, promovendo ações para a redução das desigualdades étnico-raciais no país.	**Unidade 3** • Capítulo 4

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

MODERNA

Sumário

UNIDADE 1 Ciências da Natureza 12

CAPÍTULO 1 Do místico ao racional 14

Ciências da Natureza ao longo do tempo 14

Atividades 17

CAPÍTULO 2 A produção do conhecimento científico 18

Métodos científicos 18

Leis e teorias científicas 20

Investigue

O que há dentro da caixa? 21

Atividades 22

CAPÍTULO 3 A Ciência moderna 23

O nascimento da Ciência moderna 23

Atividades 26

Retomando o que estudei 27

Ser consciente

Desenvolvimento da bomba atômica 28

UNIDADE 2 Como tudo começou... 30

CAPÍTULO 1 Formação do Universo 32

A teoria do *Big Bang* 32

A evolução do Universo desde o *Big Bang* 33

Evolução estelar 34

Estrutura estelar e fonte de energia 36

Formação de sistemas planetários 38

Atividades 41

CAPÍTULO 2 Organizando a matéria 43

Estudando a matéria 43

Origem dos elementos químicos 44

Distribuição dos elementos químicos 46

A estrutura da Terra 47

Atividades 48

Teorias atômicas 49

Teoria atômica de Dalton 50

Teoria atômica de Thomson 51

Teoria atômica de Nagaoka 52

Teoria atômica de Rutherford 52

Teoria atômica de Bohr 54

A teoria atômica atual 55

Investigue

Fogos de artifício 56

Atividades 57

CAPÍTULO 3 Organização dos elementos químicos 58

Desenvolvimento da tabela periódica 58

As primeiras tabelas periódicas 58

A tabela periódica atual 60

Estrutura da tabela periódica dos elementos químicos 61

Classificação dos elementos químicos 62

Atividades 64

CAPÍTULO 4 A Terra no Universo 66

Estrutura do Universo 66

Sistema Solar 68

Terra primitiva 70

Atividades 72

CAPÍTULO 5 Teorias sobre a origem da vida 74

Origem e geração da vida na Terra 74

Teoria da geração espontânea 75

Needham e Spallanzani 76

Pasteur 77

MODERNA

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

Teoria de Oparin e Haldane 79
Panspermia 80
As primeiras células 81
Atividades 83
Retomando o que estudei 85
Ser consciente
Origem do Universo em diferentes culturas 86

UNIDADE 3 A Terra e o Universo 88

CAPÍTULO 1 Os astros no Universo 90
Movimento dos astros 90
Movimento e repouso 91
Leis de Kepler 92
Atividades 95
Leis de Newton 96
Atividades 107
Lei da gravitação universal 109
Atividades 112

CAPÍTULO 2 Movimentos na Terra 113
A ação da gravidade 113
Queda livre 113
Lançamento vertical 117
Lançamento horizontal e oblíquo 119
Investigue
Tempo de reação 121
Atividades 122

CAPÍTULO 3 A vida na Terra 124
Terra em transformação 124
Atmosfera terrestre 125
Água 127
Luz solar 128
Investigue
Piscicultura 129
Atividades 130
A busca por vida além da Terra 132
Antigas e novas suposições 134
Atividades 137

CAPÍTULO 4 Substâncias e misturas 138
Substâncias simples e compostas 138
Substância simples 138
Substância composta 139
Propriedades das substâncias 140
Misturas 141
Misturas homogêneas e heterogêneas 143
Atividades 145
Separação de misturas 146
Misturas homogêneas 146
Misturas heterogêneas 148
Outras técnicas de separação 150
Atividades 151
Retomando o que estudei 151
Ser consciente
Lixo espacial 152

Ampliando seus conhecimentos 154
Respostas 155
Siglas 159
Referências bibliográficas comentadas 160

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

MODERNA

UNIDADE

1 Ciências da Natureza

À medida que a sociedade se desenvolve, a Ciência busca soluções e inovações para suprir os problemas e as necessidades dessa sociedade. Paralelamente, as descobertas científicas também podem influenciar e modificar a sociedade em que vivemos.

Os estudos da cientista polonesa Marie Sklodowska Curie (1867-1934), por exemplo, foram essenciais para desenvolver os conhecimentos sobre a radioatividade de alguns elementos químicos. Suas descobertas, junto às de outros cientistas importantes da época, como os franceses Pierre Curie (1859-1906) e Antoine-Henri Becquerel (1852-1908), o neozelandês Ernest Rutherford (1871-1937) e o inglês Frederick Soddy (1877-1956), possibilitaram, por exemplo, o desenvolvimento da radioterapia, uma importante técnica médica que é utilizada atualmente como tratamento contra o câncer. No entanto, o conhecimento sobre a radioatividade também foi utilizado para fins militares, como para o desenvolvimento das bombas atômicas que atingiram as cidades de Hiroshima e Nagasaki durante a Segunda Guerra Mundial, ocasionando mais de 300 mil mortes.

MARK_KOSTICH/SHUTTERSTOCK

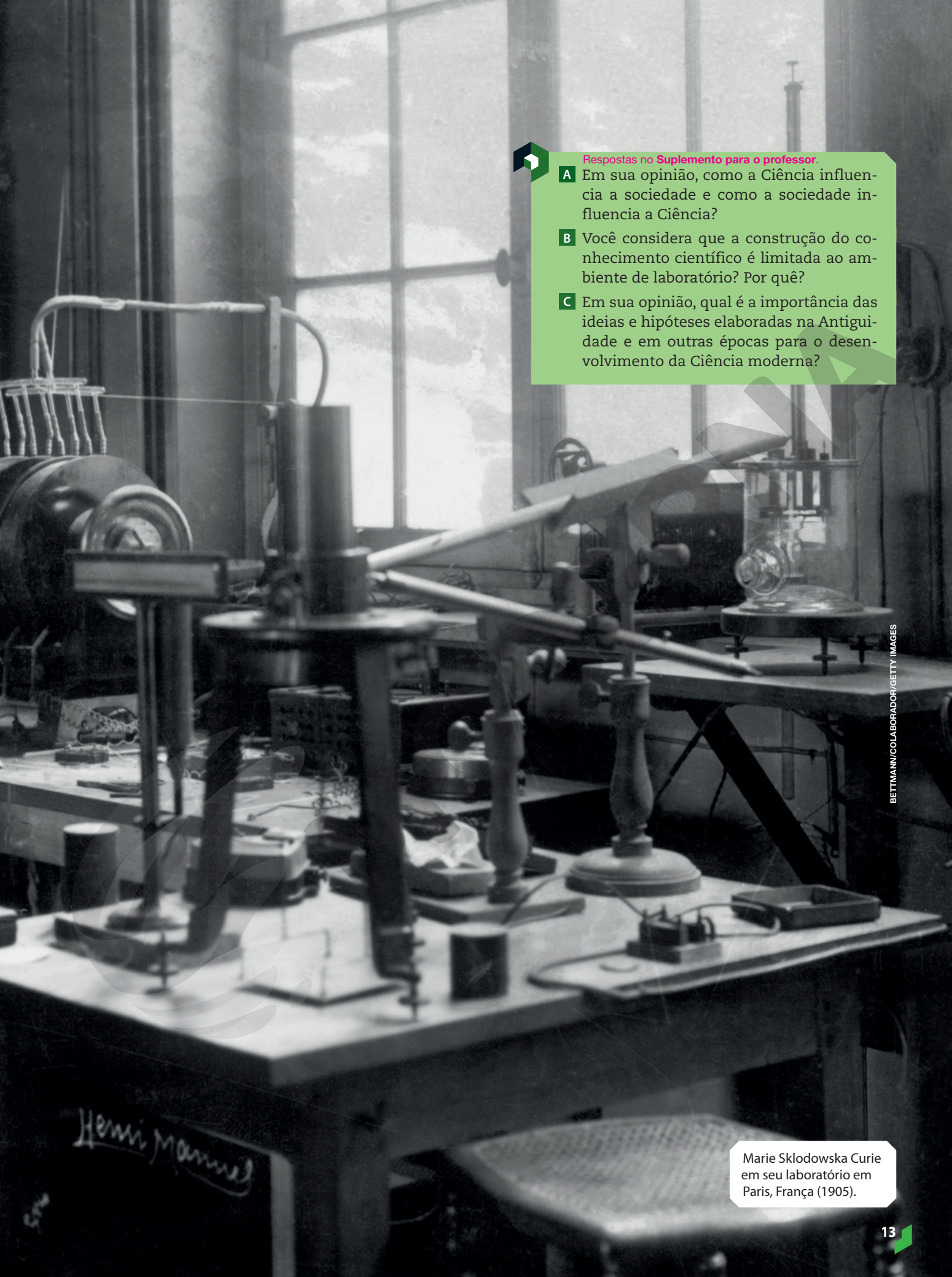
Paciente sendo posicionada em equipamento de radioterapia para tratamento de câncer de mama. A radiação destrói ou impede o crescimento de células cancerígenas.

Respostas no **Suplemento para o professor**.

A Em sua opinião, como a Ciência influencia a sociedade e como a sociedade influencia a Ciência?

B Você considera que a construção do conhecimento científico é limitada ao ambiente de laboratório? Por quê?

C Em sua opinião, qual é a importância das ideias e hipóteses elaboradas na Antiguidade e em outras épocas para o desenvolvimento da Ciência moderna?



BETTMANN/COLABORADOR/GETTY IMAGES

Marie Sklodowska Curie em seu laboratório em Paris, França (1905).

CAPÍTULO 1

Do místico ao racional

Ciências da Natureza ao longo do tempo

Os eclipses são fenômenos astronômicos que foram observados e registrados por diversos povos. Os Tupi-Guarani, por exemplo, acreditam que a Onça Celeste persegue os irmãos Sol e Lua e, por isso, fazem barulho nas ocasiões dos eclipses solares e lunares, para espantar a Onça, impedindo-a de devorar esses e outros astros e deixar a Terra na escuridão. Os hindus, por outro lado, consideram que os responsáveis pelos eclipses são as entidades Rahu e Ketu. Já alguns filósofos chineses explicavam os eclipses pelo crescimento ou diminuição das "forças" *Yin* (escuridão) e *Yang* (luz), apesar de alguns registros mostrarem que os chineses já associavam os eclipses aos movimentos do Sol, da Terra e da Lua.

Atualmente, sabemos que o eclipse solar ocorre quando a Lua se posiciona entre o Sol e a Terra e o eclipse lunar umbral, quando a Lua passa pelo cone de sombra projetado pelo planeta.

Na Grécia antiga, por exemplo, os filósofos estudavam vários elementos ao seu redor e buscavam explicações para os fenômenos naturais. Assim, o conhecimento produzido englobava diversas áreas. Atualmente a área do conhecimento que estuda e descreve os fenômenos naturais que ocorrem no Universo, tanto bióticos quanto abióticos, é denominada Ciências da Natureza. Estas englobam diversas áreas de estudo, entre elas a Química (do latim *chimia* = mistura), a Física (do grego *physis* = natureza) e a Biologia (do grego *bios* = vida e *logia* = estudo).

No entanto, para chegarmos ao conhecimento científico atual, o pensamento e as explicações passaram por diversas modificações. Na Pré-História, período que se estende até por volta de 3500 a.C., os conhecimentos e as técnicas eram desenvolvidos de acordo com a necessidade de sobrevivência da época.

Por exemplo, os povos indígenas brasileiros explicavam o fogo que surge e se apaga rapidamente, normalmente observado em terrenos pantanosos e cemitérios, por meio da lenda do boitatá (ou "serpente de fogo", do tupi-guarani). Segundo essa lenda, o boitatá protege as matas das pessoas que provocam queimadas.

A explicação científica para tal fenômeno é que a decomposição da matéria orgânica presente nos pântanos e cemitérios libera gases. Estes, na presença do gás oxigênio (O_2) do ar, entram em combustão espontânea, produzindo o chamado fogo-fátuo.

Percebemos, assim, que as explicações mitológica (boitatá) e científica (fogo-fátuo) para um mesmo fenômeno natural (combustão espontânea) dependem do contexto em que o observador se encontra.

RICARDO RIMOLI/FUTURA PRESS

Eclipse parcial do Sol em Porto Alegre, Rio Grande do Sul (2019).

1. Qual é a importância de conhecer as origens e a construção do conhecimento científico?

Resposta pessoal. O objetivo desta questão é levar os estudantes a refletir sobre a história da humanidade, incluindo a história da Ciência, e compreender como determinado conceito é construído, ou modificado, chegando a sua definição nos dias atuais.

ADRIEL CONTIERI

Representação do boitatá conforme lenda dos indígenas da região Norte do Brasil.

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

A transição para o pensamento racional começou na Idade Antiga (3500 a.C.-476 d.C.), quando diversas civilizações desenvolveram um padrão de pensamento um pouco mais distante da lógica mística, mas que ainda assim era marcado pela mitologia, ou seja, pensamentos racional e místico eram utilizados em conjunto.

Místico: sobrenatural; que tem causa misteriosa.

Mitologia: conjunto dos mitos próprios de um povo, de uma civilização, de uma religião.

Entre as civilizações da Idade Antiga, a sociedade egípcia foi uma das mais surpreendentes em termos de conhecimento científico.

No Egito Antigo, alguns saberes foram organizados para facilitar o dia a dia, como a padronização de pesos e medidas, a escrita por meio de hieróglifos e o domínio da Matemática. Esses conhecimentos permitiram, por exemplo, a construção de grandes monumentos existentes até hoje – as pirâmides.

CORTYN/SHUTTERSTOCK

Pirâmide de Quéops no Cairo, Egito (2019).

Os egípcios também se destacaram no estudo de conhecimentos relacionados à Química, à Anatomia humana e à Medicina. Acredita-se que o processo de mumificação, prática na qual um corpo era embalsamado para evitar sua decomposição, foi fundamental para o conhecimento do corpo humano e das doenças.

Já na Astronomia, o conhecimento egípcio relacionado aos planetas, às constelações e aos movimentos do Sol e da Lua era voltado, principalmente, para a medição do tempo. O calendário organizado pelos egípcios é considerado o mais avançado dos tempos antigos, prevendo as estações do ano e alguns eclipses.

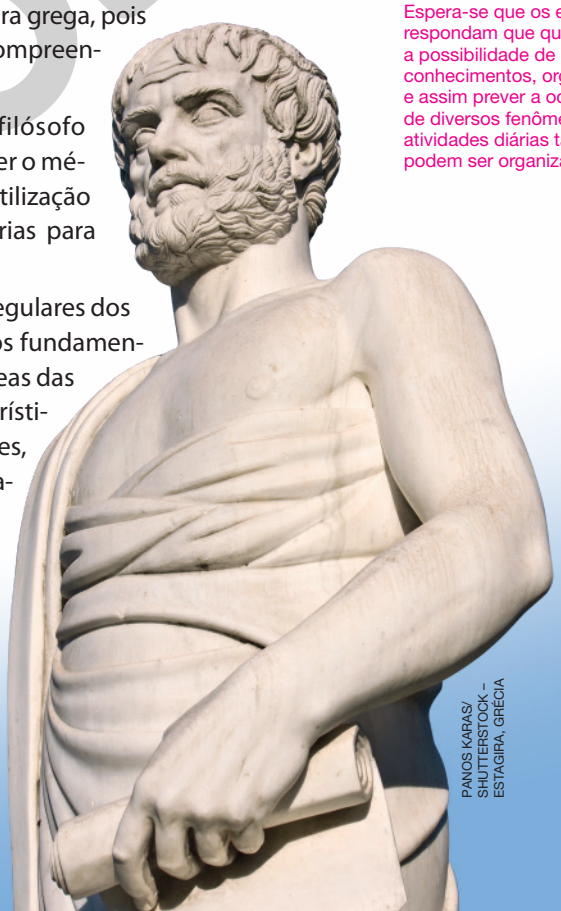
Além da sociedade egípcia, outras civilizações antigas como a chinesa, a árabe, a indiana e a grega contribuíram na construção do conhecimento que hoje possuímos.

Os chineses desenvolveram grande conhecimento sobre Astronomia, Geologia e Medicina. Eles consideravam que o Universo seria um grande ser vivo, composto por cinco elementos básicos: água, metal, madeira, fogo e terra. Entre as invenções chinesas utilizadas até hoje, destacam-se a bússola, os relógios e o papel.

A cultura ocidental foi bastante influenciada pela cultura grega, pois nela houve grande avanço na busca por racionalizar a compreensão do mundo e dos fenômenos naturais.

Uma das figuras gregas mais significativas foi o filósofo Aristóteles (384 a.C.-322 a.C.), um dos primeiros a defender o método lógico de investigação em suas observações e a utilização de experiências sensoriais com o mundo real, necessárias para obter regras gerais ao descrever a natureza.

Assim, Aristóteles, além de observar os movimentos regulares dos astros no céu e de corpos na Terra, estudou os elementos fundamentais que formavam o Universo e contribuiu para outras áreas das Ciências da Natureza. Por exemplo, ele descreveu características de alguns animais e deu nome a cerca de 500 espécies, estudou a vida marinha, Embriologia e a Anatomia humana e de outros animais.



PANOS KARAS/SHUTTERSTOCK – ESTAGIRA, GRÉCIA

Estátua de Aristóteles em Estagira, Grécia (2017).

2. Como a medição do tempo, a previsão de fenômenos e tantas outras descobertas científicas influenciaram na organização das atividades diárias das sociedades?

Espera-se que os estudantes respondam que quando existe a possibilidade de reunir conhecimentos, organizá-los, e assim prever a ocorrência de diversos fenômenos, as atividades diárias também podem ser organizadas.

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

MODERNA

REPRODUÇÃO – BIBLIOTECA NACIONAL DA FRANÇA, PARIS

Ilustração representando os pitagóricos estudando escalas musicais com base em princípios matemáticos.

3. Em sua opinião, o desenvolvimento e o aperfeiçoamento tecnológico são importantes para as Ciências? Justifique.

Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes respondam que sim, pois a tecnologia fornece aos cientistas ferramentas práticas que possibilitam um maior aprofundamento das pesquisas científicas.

Os gregos também se dedicaram à Matemática. Pitágoras (por volta de 570 a.C.-500 a.C.) e seus seguidores, por exemplo, afirmavam que tudo poderia ser descrito por meio de números.

Os pitagóricos desenvolveram estudos sobre as escalas musicais por meio de princípios matemáticos, quando notaram a relação entre o comprimento de uma corda vibrante ou de uma coluna de ar e as notas musicais. Uma corda com certo comprimento emitia uma nota, já a mesma corda com metade do comprimento emitia a mesma nota, mas uma oitava acima.

Entre os estudiosos das regiões atualmente conhecidas como Oriente Médio e Ásia, o filósofo persa Avicena (Ibn Sina) (980-1037) se destacou ao desenvolver um manuscrito sobre Medicina que se tornou referência na área durante vários séculos em todo o mundo. Na Índia, registros de mais de dois milênios indicam um amplo e diversificado conhecimento do corpo humano e seu funcionamento, reunidos sob a chamada medicina ayurvédica.

Dessa maneira, podemos perceber que o conhecimento a respeito da natureza se modificou ao longo do tempo, sendo construído por diferentes povos. No entanto, a revolução que impulsionou a visão científica ocidental como conhecemos hoje aconteceu na Idade Moderna (1453-1789). O Renascimento, período compreendido entre os séculos XIV e XVI, foi marcado pela retomada de muitos conhecimentos da Antiguidade grega e pela transformação da literatura, da arte e das Ciências.

O início do desenvolvimento da Ciência moderna, ocorreu durante o período do Renascimento e foi marcado por grandes descobertas ligadas à Astronomia. A chamada "revolução astronômica" redefiniu diversas propostas feitas na Antiguidade e modificou as concepções acerca do Sol e do Sistema Solar.

Muitos povos consideravam o Sol como uma divindade. Entre os deuses hindus, por exemplo, está Surya, o deus do Sol que atravessa o céu durante o dia em uma carruagem puxada por Aruna, deus da manhã que espalha o calor.

O astrônomo, matemático e geógrafo egípcio Ptolomeu (100-170) descreveu matematicamente o movimento do Sol, da Lua e de outros astros conhecidos ao redor da Terra, criando um modelo que ficou conhecido como geocêntrico.

Ao analisar o modelo geocêntrico proposto por Ptolomeu, o astrônomo polonês Nicolau Copérnico (1473-1543) sugeriu outro modelo para o Sistema Solar, no qual a Terra e os outros planetas conhecidos, até então, executavam um movimento orbital circular ao redor do Sol. Esse modelo foi chamado de heliocêntrico.

REPRODUÇÃO – BIBLIOTECA NACIONAL DA FRANÇA, PARIS

Gravura representando o modelo heliocêntrico proposto por Copérnico. Ao centro da imagem está o Sol e ao seu redor, a representação da Terra em quatro momentos durante sua órbita em torno da estrela.

O modelo heliocêntrico não foi aceito prontamente. Todavia, o desenvolvimento do telescópio, as observações astronômicas de Galileu e a contribuição de outros cientistas possibilitaram que o modelo heliocêntrico ganhasse força.

Com esses exemplos, percebemos como as concepções sobre o Sol mudaram ao longo do tempo. Atualmente, sabemos ainda que o Sol é uma estrela composta principalmente pelos elementos químicos hidrogênio (H) e hélio (He) e que sua energia é proveniente de fusões termonucleares.

Vemos, então, que o conhecimento científico é construído a partir da observação dos fenômenos naturais, e da tentativa de explicá-los racionalmente. É passível de verificações, testes e substituições. Como toda atividade humana, a Ciência é dinâmica e está em constante evolução.

Fusão termonuclear: processo no qual, devido à altas temperatura e pressão, núcleos atômicos mais leves são combinados para formar novos núcleos mais pesados, liberando energia.

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

MODERNA

ATIVIDADES

Respostas das questões **1** e **3** no **Suplemento para o professor**.

Registre em seu caderno.

1. O filósofo grego Anaximandro (610 a.C.-547 a.C.) sugeriu, na Antiguidade, que os trovões eram causados pelos ventos e que os raios eram produzidos quando nuvens se dividiam. Antes dessa proposição, raios e trovões eram comumente considerados manifestações místicas, de poderes ocultos.

a) Faça um comparativo entre as explicações dadas aos fenômenos naturais ao longo da Antiguidade. O que você conclui sobre a maneira como os fenômenos eram explicados?

b) Atualmente, qual é a explicação científica para a ocorrência de raios e trovões? Faça uma pesquisa na biblioteca da escola e/ou em *sites* da internet sobre esses fenômenos naturais para responder a esta questão.

2. **(Enem)** *Diga aos estudantes que o termo "homem", nesse contexto, refere-se à espécie humana, e não ao indivíduo do gênero masculino.

Pode-se viver sem ciência, pode-se adotar crenças sem querer justificá-las racionalmente, pode-se desprezar as evidências empíricas. No entanto, depois de Platão e Aristóteles, nenhum homem* honesto pode ignorar que uma outra atitude intelectual foi experimentada, a de adorar crenças com base em razões e evidências e questionar tudo o mais a fim de descobrir seu sentido último.

Zingano, M. *Platão e Aristóteles*: o fascínio da filosofia. São Paulo: Odysseus, 2002.

Platão e Aristóteles marcaram profundamente a formação do pensamento ocidental. No texto, é ressaltado importante aspecto filosófico de ambos os autores que, em linhas gerais, refere-se à

a) adoção da experiência do senso comum como critério de verdade.

b) incapacidade de a razão confirmar o conhecimento resultante de evidências empíricas.

c) pretensão de a experiência legitimar por si mesma a verdade.

d) defesa de que a honestidade condiciona a possibilidade de se pensar a verdade.

e) compreensão de que a verdade deve ser justificada racionalmente.

Alternativa **e**.

3. Veja a seguir um trecho da entrevista com o historiador da Ciência, filósofo e físico francês Michel Paty (1938-). A entrevista foi realizada quando Paty visitou o Brasil, em novembro de 2013.

[...] Em seu trabalho, o senhor já explorou muito as ideias de Einstein e Poincaré a respeito da criatividade, do estilo científico e do papel da invenção na Ciência. Fazendo um paralelo com os dias atuais, qual o papel da criatividade e da invenção na Ciência contemporânea?

Paty - A grande dificuldade para responder a essa pergunta está na forma que a pesquisa científica tomou a partir da segunda metade do século 20. No tipo de Ciência que temos hoje em domínios importantes, a *Big Science*, o trabalho é muito coletivo e as experiências são de alta tecnologia, tanto na Física, na Química e na Astronomia quanto na Biologia e na Neurociência. Há uma enorme mobilização de pesquisadores, instituições, equipamentos e recursos. Parece ser mais difícil perceber aqui uma originalidade de contribuição dos pesquisadores tomados individualmente.

Porém, se olharmos os conhecimentos produzidos por esse tipo de pesquisa, eles não deixam de ter a mesma natureza de quando o trabalho científico era mais individual [...].

GARCIA, M. A ciência criativa. *Ciência Hoje On-line*, Rio de Janeiro, SBPC, 11 dez. 2013. Disponível em: <http://cienciahoje.org.br/a-ciencia-criativa/>. Acesso em: 23 abr. 2020.

O que se pode concluir, com base na resposta de Paty, a respeito da diferença entre fazer Ciência atualmente e antes do século XX? Converse com seus colegas e elabore um texto argumentativo com suas conclusões.

4. Leia o trecho do texto a seguir e responda às questões.

[...] A primeira grande crise enfrentada pelo mundo ocidental (legado de gregos e romanos) aconteceu na passagem do pensamento mitológico para o pensamento filosófico entre os gregos. A mudança do mito para o pensamento racional faz surgir um homem que abandona a explicação mitológica ou sobrenatural e busca uma explicação natural para si e seu mundo. [...]

PITTERI, M. B. S. S. As crises do pensamento racional e a ética. *Instituto da Psicanálise Lacaniana*, 12 set. 2012. Disponível em: <http://www.ipla.com.br/conteudos/trabalhos-cientificos/as-crises-do-pensamento-racional-e-a-etica/>. Acesso em: 23 abr. 2020.

a) Reescreva o trecho do texto que trata da diferença entre os pensamentos mitológico e filosófico.

b) Faça uma pesquisa e cite um fenômeno natural que tenha explicações mitológica e científica. Produza um texto com essas informações e o apresente aos colegas.

4. a) Espera-se que os estudantes reescrevam o trecho "A mudança do mito para o pensamento racional faz surgir um homem que abandona a explicação mitológica ou sobrenatural e busca uma explicação natural para si e para o mundo".

4. b) Resposta pessoal. O objetivo desta questão é levar os estudantes a comparar diferentes explicações a fenômenos naturais sob os pontos de vista mitológico e racional. Eles podem citar, por exemplo, o mito grego que explica as ondas de ressaca do mar como resultado da ação do deus Poseidon, espetando o mar com seu tridente.

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

MODERNA

CAPÍTULO 2

A produção do conhecimento científico

Métodos científicos

Um jovem estava se sentindo mal, apresentando dor de cabeça, dores musculares, febre e manchas vermelhas pelo corpo. Por isso, seu pai o levou ao hospital.

Durante a consulta, o jovem relatou os sintomas à médica, que solicitou exames laboratoriais para confirmar suas suspeitas. Após analisar os resultados dos exames, a médica concluiu que o jovem estava com dengue, como indicavam os sintomas. Com o diagnóstico completo, a médica prescreveu o tratamento adequado ao jovem.

Siga todas as orientações do médico quanto ao tratamento e não utilize remédios sem prescrição médica. A automedicação é perigosa e prejudicial à saúde.

ANDREY_POPOV/SHUTTERSTOCK

Jovem realizando coleta de sangue para exames laboratoriais. Esses exames possibilitam analisar em detalhes o sangue e seus componentes, dando suporte a diversos diagnósticos médicos, que, por sua vez, auxiliam na escolha de um tratamento, ajudam a evitar a complicação de um quadro clínico, possibilitam o acompanhamento da saúde do paciente, entre outras importâncias.

1. Qual é a importância de a médica conhecer os sintomas do jovem?
2. Qual é a importância de a médica pedir a realização de determinados exames laboratoriais?

1. Espera-se que os estudantes respondam que os sintomas fornecem informações que ajudam no diagnóstico. As doenças são bastante variadas, e conhecer seus sintomas ajuda a identificar uma possível doença.

2. Espera-se que os estudantes respondam que, assim, a médica pode confirmar ou não suas suspeitas e elaborar um diagnóstico mais adequado.

Trocando ideias

Registre em seu caderno.

A dengue é um grave problema de saúde pública que afeta milhares de pessoas anualmente, no Brasil.

- Junte-se a um colega e proponham medidas que vocês podem adotar em seu dia a dia para ajudar a reduzir o número de casos de dengue.

Resposta e orientações no **Suplemento para o professor**.

As etapas que a médica seguiu durante o atendimento ao jovem seguem os princípios do método científico, isto é, o conjunto de procedimentos cuja aplicação auxilia na produção e na modificação do conhecimento científico.

As descrições de métodos científicos são antigas e há registros desde as civilizações do Egito Antigo e da Grécia Antiga. Aristóteles (384 a.C.-322 a.C.), por exemplo, empregava o método indutivo-dedutivo.

Diferentes métodos científicos foram desenvolvidos ao longo do tempo e continuam determinando procedimentos investigativos. O cientista iraquiano Ibn al-Haytham (965-1040), conhecido como Alhazen, foi o responsável por organizar as bases do método científico atual, que incluiu o teste de hipóteses na experimentação.

Hipótese: ideia ou proposição que pode já existir ou surgir com base em observações, podendo ser verdadeira ou não e elaborada para explicar um fenômeno.

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

Veja a seguir alguns métodos científicos elaborados ao longo do tempo.

O filósofo inglês Francis Bacon (1561-1626), por exemplo, defendeu o método científico indutivo, com caráter experimental. Nesse caso, o pesquisador conduz uma investigação baseada em fatos. Veja a seguir.

Basear-se em fatos → Realizar experimentos → Organizar os dados obtidos → Concluir generalizações

Outro método científico bastante conhecido é o método cartesiano, referente ao filósofo francês René Descartes (1596-1650). Esse filósofo defendia que apenas um método científico seria válido para todas as Ciências e que o método eficaz deveria se basear na dedução e na experimentação. Veja a seguir.

Levantar questões sobre o que será estudado → Buscar evidências → Formular hipóteses → Deduzir possíveis consequências → Realizar experimentos → Rejeitar hipótese e modificá-la / Aceitar hipótese → Concluir generalizações

O cientista italiano Galileu Galilei (1564-1642) também defendia a importância do método científico baseado na experimentação, desde que aliada à Matemática. Veja a seguir.

Elaborar questionamentos → Realizar experimentos → Coletar dados → Realizar análise quantitativa → Concluir generalizações

Não há um método científico que possa ser utilizado em todas as Ciências, uma vez que toda Ciência tem suas peculiaridades e busca respostas diferentes. Por isso, esses métodos são variados e estão continuamente sendo revistos, alterados e recriados. Além disso, a aplicação do método científico não auxilia na elaboração de verdades absolutas, pois a Ciência é uma construção contínua, sujeita a modificações.

Embora os conhecimentos científicos sejam construídos com base em comprovações científicas, não se pode excluir a importância do conhecimento popular. Este último é produzido sem o rigor científico, no entanto, ele pode orientar os estudos e auxiliar na produção de conhecimento científico.

Os indígenas, por exemplo, são grandes conhecedores das plantas. Por meio da vivência e da transmissão de conhecimento ao longo das gerações, eles são capazes, por exemplo, de identificar vários tipos de planta e diferenciar suas propriedades farmacêuticas, cosméticas e medicinais.

Esses conhecimentos populares incentivam pesquisas científicas, que, por meio do método científico, visam verificar tais informações.

GUENTERMANAUS/SHUTTERSTOCK

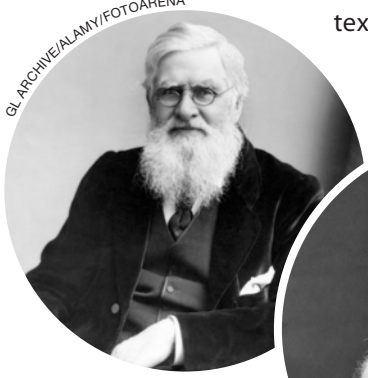
Frutos do guaraná (*Paullinia cupana*) no município de Maués, Amazonas (2018). O fruto pode atingir aproximadamente 1,5 cm de diâmetro. Essa planta é utilizada como estimulante e revigorante por povos indígenas.

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

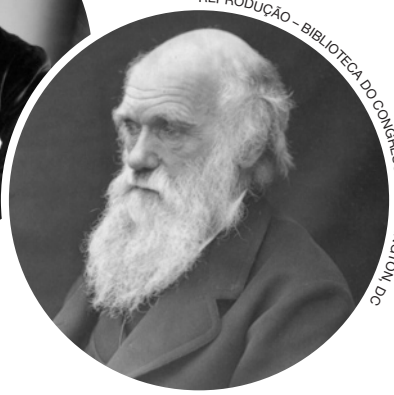
MODERNA

Leis e teorias científicas

O conhecimento científico formulado com base na aplicação dos métodos científicos pode dar origem a leis e teorias científicas que buscam explicar fenômenos naturais. Afinal, qual é a diferença entre teorias e leis científicas? Acompanhe os textos a seguir.


GL ARCHIVE/ALAMY/FOTOARENA

Alfred Wallace


REPRODUÇÃO – BIBLIOTECA DO CONGRESSO, WASHINGTON, DC

Charles Darwin

REPRODUÇÃO – BIBLIOTECA NACIONAL DA FRANÇA, PARIS

Gregor Johann Mendel

A teoria da evolução das espécies proposta pelos naturalistas ingleses Charles Darwin (1809-1882) e Alfred Wallace (1823-1913) afirma que as espécies de seres vivos sofrem modificações no decorrer do tempo. De acordo com parte dessa teoria, algumas dessas transformações são transmitidas ao longo das gerações, de pais para filhos e podem ser naturalmente selecionadas, caso favoreçam a sobrevivência do ser vivo no ambiente.

Portanto, conforme as condições ambientais se modificam, por exemplo, os indivíduos que têm mais condições de conseguir alimento, escapar de predadores ou encontrar parceiros para reprodução têm mais chances de sobreviverem e se reproduzirem. A esse processo, dá-se o nome **seleção natural**. Como resultado, ao longo de milhões de anos, surgem novas espécies.

As leis de Mendel foram elaboradas pelo monge e cientista austríaco Gregor Johann Mendel (1822-1884). Essas leis explicam, por exemplo, como são determinadas algumas características dos seres vivos e como elas são transmitidas ao longo das gerações. Por meio de seus estudos, Mendel percebeu padrões de hereditariedade, ou seja, de transmissão de características dos progenitores para seus descendentes. Essas leis ainda são reconhecidas e, embora não sejam aplicáveis a todas as características dos seres vivos, elas são validadas por expressões e cálculos de probabilidade.

3. Cite uma teoria científica que você conhece.

4. Cite uma lei científica que você conhece.

3. Resposta pessoal. Os estudantes podem citar as teorias da relatividade, da gravitação universal e da origem da vida.

4. Resposta pessoal. Os estudantes podem citar leis como as de Newton, de Boyle, de Joule, da termodinâmica e as leis ponderais.

A teoria evolutiva de Darwin e Wallace explica um processo amplo, que envolve diferentes fatores, entre eles a transmissão de algumas características dos progenitores aos descendentes. As leis de Mendel, por sua vez, permitem compreender como ocorre essa transmissão entre os seres vivos, possibilitando previsões sob aspectos específicos.

Dessa forma, as **teorias científicas** são ideias explicativas sobre a realidade, como a evolução dos seres vivos, que foram confirmadas repetidamente e ainda não foram contestadas por outras ideias. Apesar de as teorias continuarem aceitas, elas não são consideradas verdades absolutas e podem ser modificadas e alteradas de acordo com novas evidências. Além disso, as teorias não são, necessariamente, decorrentes da experimentação.

As **leis científicas**, por sua vez, estão relacionadas a processos com resultados previsíveis de determinadas teorias científicas, que foram testadas e ainda não foram refutadas. As leis podem ser utilizadas para descrever e explicar fenômenos ou fazer previsões. No caso das leis de Mendel, por exemplo, elas podem prever a proporção de seres vivos que apresentará determinada característica ou a probabilidade de certa característica ser transmitida aos descendentes.

Refutar: não aceitar, rejeitar.

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

MODERNA

Respostas e orientações no **Suplemento para o professor**.

O que há dentro da caixa?

Contextualização

As mudanças são ótimas oportunidades de separarmos alguns itens para serem doados. Essa foi a ideia de um jovem ao se mudar com sua família para outra cidade. Após separar diversos itens para doação, o jovem acondicionou-os em caixas de papelão. Em seguida, lacrou-as com fita adesiva.

Após juntar as caixas lacradas com os itens para doação ao restante da mudança, ele se recordou que a coleção de livros de Astronomia que estava em uma das caixas para doação havia sido emprestada de um amigo. Por isso, ele precisava encontrá-la e retirá-la das doações. O jovem sabia que os livros ficavam em um encarte da coleção, o qual media 40 cm de altura, 30 cm de comprimento e 20 cm de largura.

ROGÉRIO REIS/PULSAR IMAGENS

Varal solidário no município de Maricá, Rio de Janeiro (2018). Os varais ou cabides solidários são locais em que são disponibilizadas peças de vestuário doadas para serem retiradas e usadas por aqueles que necessitem.

As caixas de papelão utilizadas para embalar a mudança e os itens para doação eram de três tamanhos. Veja ao lado.

Caixa	Dimensões (altura; comprimento; largura)
1	30 cm; 40 cm; 30 cm
2	10 cm; 30 cm; 20 cm
3	100 cm; 100 cm; 100 cm

a) Considerando que o jovem não quer abrir as caixas, como ele poderia proceder para localizar a coleção de livros?

b) Em qual das caixas está essa coleção, sabendo que ela foi acomodada por completo no interior de uma caixa? Justifique sua resposta.

Orientações

Junte-se a um colega e desenvolvam um roteiro para solucionar a situação-problema enfrentada pelo jovem, testando as hipóteses levantadas. Para elaborar esse roteiro, contemplem as questões sugeridas a seguir e outras informações que considerarem pertinentes para a investigação.

- Quais aspectos da situação-problema devem ser considerados durante essa investigação?
- O tamanho das caixas e as dimensões da coleção de livros interferem na investigação?
- Que materiais devemos providenciar para investigar essa situação-problema na prática?
- Que outros objetos cabem nas caixas de papelão?
- A posição da coleção de livros dentro da caixa de papelão interfere na investigação? Por quê?

Executem a atividade propondo soluções para os possíveis problemas que surgirem durante a realização da investigação, registrando detalhadamente todas as etapas em seus cadernos.

Análise e divulgação dos dados

Ao chegarem às conclusões da investigação, organizem as respostas e as explicações aos questionamentos sugeridos, informando se as hipóteses levantadas inicialmente foram aceitas ou refutadas e incluindo informações referentes aos questionamentos a seguir.

1. Alguma das hipóteses foi aceita? Qual(is) delas?

2. Organize um fluxograma semelhante aos da página **19**, destacando todas as etapas aplicadas ao longo da investigação.

3. Compare sua investigação com a dos demais colegas, identificando semelhanças e diferenças, como em relação às hipóteses, às etapas executadas e às conclusões.

4. "O método científico pode ser aplicado em situações cotidianas, e não apenas em estudos científicos."

a) Você concorda com essa afirmação? Argumente com base na atividade realizada e nos conteúdos estudados no capítulo.

b) Reunindo a turma, façam um vídeo informativo à população sobre como a Ciência auxilia na solução de problemas cotidianos e como o método científico pode ser uma importante ferramenta para evitar a disseminação de informações equivocadas, como as *fake news*.

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

MODERNA

ATIVIDADES

Registre em seu caderno.

Respostas no **Suplemento para o professor**.

1. A polícia científica é uma unidade policial especializada em investigar cenas de crimes e inclui diferentes profissionais, como os peritos criminais. Esses profissionais são os responsáveis, por exemplo, por analisar cenas de crime, esclarecer fatos e coletar informações e vestígios.

DUNG VO TRUNG/EURELIOS/LOOK AT SCIENCES/SPL/FOTOARENA

Identificação de impressão digital em objeto de cena de crime. Nessa imagem, o perito observa a impressão digital revelada em um objeto após a aplicação da técnica do cianoacrilato fumegante, que torna a impressão digital fluorescente e visível em luz ultravioleta.

a) Podemos afirmar que os peritos criminais fazem uso de métodos científicos em suas investigações? Argumente sua resposta.

b) Qual é a importância social desse tipo de investigação?

2. Leia o texto a seguir.

[…] o desenvenenamento é um procedimento fundamental para as pessoas que vivem e queiram sobreviver na floresta tropical amazônica, tendo em vista que muitas plantas de lá produzem veneno em virtude de seu metabolismo secundário. […]. Quem quer sobreviver na floresta tropical precisa saber como neutralizar ou afastar essas substâncias tóxicas produzidas pelas próprias plantas. O domínio da arte do desenvenenamento é o que possibilita aos habitantes da Amazônia não morrerem de fome.

[…] A ingestão de 200 a 500 gramas de tubérculo fresco já seria letal. Contudo, esta planta [mandioca] é o alimento básico de quase todos os grupos indígenas das terras baixas da América do Sul. E bem mais: atualmente, a mandioca é o alimento básico de mais de 400 milhões de pessoas nos trópicos.

[...] Entre os povos indígenas da Amazônia são utilizados vários processos com finalidade de desintoxicar a planta para consumi-la sem o perigo de envenenamento […]. Este procedimento transforma um tubérculo altamente tóxico em uma farinha torrada muito nutritiva, que consiste quase totalmente em amido, além de outros subprodutos.

[...] Inicialmente, a raiz da planta é colocada durante a noite ou por alguns dias em um riacho, até que começa uma fermentação ácida. […] Após a exposição à água, as cascas dos tubérculos devem ser removidas […].

Após serem descascadas, as mandiocas são raladas, transformando-se em uma farinha grossa e úmida.

[...] Para a continuação do procedimento de desenvenenamento da mandioca, usa-se a famosa prensa tipiti – instrumento produzido pelos indígenas que se assemelha a uma mangueira.

[...] A farinha de mandioca prensada com o tipiti, ainda úmida, geralmente é colocada em uma canoa, o maior recipiente à disposição. Na sequência, seca-se a farinha em grandes assadeiras sobre o fogo, sendo ela constantemente remexida, […] o que faz com que escape o resto do ácido cianídrico.

A farinha obtida pode ser conservada durante meses, e, para a ocasião do consumo, é tostada e tem um ótimo gosto. Come-se a farinha de mandioca em toda a Amazônia, acompanhada de peixe, carne ou hortaliças.

[…]

SOENTGEN, J.; HILBERT, K. A química dos povos indígenas da América do Sul. *Química Nova*, São Paulo, v. 39, n. 9, nov. 2016. p. 1145-1146. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422016000901141#f5>. Acesso em: 22 abr. 2020.

CHICO FERREIRA/PULSAR IMAGENS

Tipiti em casa de farinha na comunidade ribeirinha Cabeceira do Amorim, em Santarém, Pará (2017). No interior do tipiti, a massa de mandioca é comprimida, possibilitando a extração do líquido e a secagem parcial da massa.

a) O processo de desenvenenamento da mandioca, ou seja, de remoção das toxinas, é um exemplo de conhecimento popular ou científico? Justifique.

b) De acordo com o texto, qual é a importância desse conhecimento para os povos indígenas?

c) Qual é a importância do conhecimento popular para o desenvolvimento da sociedade?

d) Como seria o desenvolvimento de um processo de remoção de toxinas elaborado por meio da aplicação do método científico?

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

EM MODERNA

CAPÍTULO

3

A Ciência moderna

O nascimento da Ciência moderna

Leia o texto a seguir.

1. Você já ouviu falar em alquimia? Conte aos seus colegas.

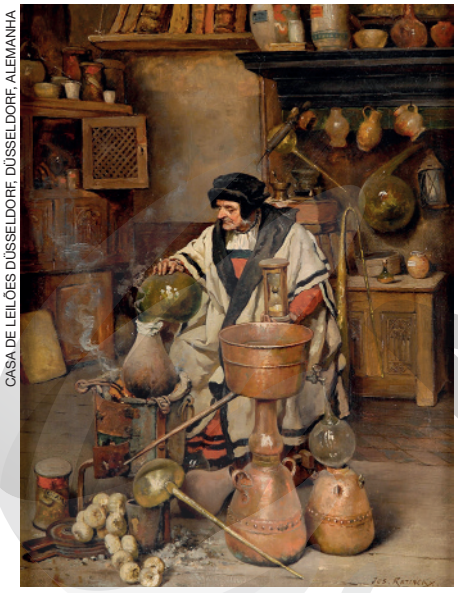
Resposta pessoal. O objetivo desta questão é incentivar a troca de informações entre os estudantes.

No enredo do filme *Harry Potter e a Pedra Filosofal*, o personagem principal da série cinematográfica, Harry, e seus amigos descobrem que um cão com três cabeças está protegendo a entrada de uma câmara repleta de desafios e que nesse local há um artefato muito importante, a Pedra Filosofal. Esse artefato foi produzido pelo alquimista Nicolau Flamel e garantia a vida eterna a seu proprietário.

Assim, Harry e os companheiros saem em busca da Pedra Filosofal para evitar que ela seja encontrada por seus inimigos, iniciando uma grande aventura.

REPRODUÇÃO

Capa do DVD do filme *Harry Potter e a Pedra Filosofal*. Direção de Chris Columbus. Estados Unidos: Warner Bros. Pictures, 2001 (152 min).



THE PICTURE ART COLLECTION/ALAMY/FOTOARENA – CASA DE LEILÕES DÜSSELDORF, DÜSSELDORF, ALEMANHA

O alquimista, Joseph Leopold Ratinckx. Óleo sobre madeira, 36 cm x 27 cm. 1937.

A alquimia, prática realizada por um dos personagens do filme citado e característica da Idade Média, combinava princípios da investigação para explicar fenômenos cotidianos, porém era majoritariamente baseada em crenças sobrenaturais, muitas vezes distantes do pensamento racional. Por exemplo, os alquimistas buscavam um remédio universal para curar todos os males físicos e morais da humanidade (panaceia universal) ou a Pedra Filosofal, que seria responsável por transformar todos os metais em ouro e, portanto, trazer abundância e prosperidade.

Embora não tivesse caráter exclusivamente científico, a alquimia foi essencial para o desenvolvimento de diferentes técnicas, procedimentos e instrumentos laboratoriais importantes para o estudo científico. Além disso, possibilitou descobrir e reconhecer compostos hoje amplamente utilizados, como o álcool, o éter, os ácidos nítrico e sulfúrico e os sais minerais.

No século XVII, à medida que os estudiosos começaram a sistematizar as informações sobre suas observações, o misticismo foi gradativamente abandonado e, com ele, a alquimia.

Nesse processo de sistematização, podemos destacar o uso da lógica matemática e da experimentação para validar o conhecimento produzido. Dessa forma, um fenômeno natural seria explicado não só qualitativamente, mas também quantitativamente, dando início à aplicação do chamado método científico.

O método científico e sua aplicação caracterizam a Ciência moderna, que, de maneira geral, busca produzir conhecimento científico baseado em questionamentos, observação de fatos e evidências, experimentação e utilização de instrumentos técnicos, como telescópios, balanças e microscópios.

TIMOF/SHUTTERSTOCK

Laboratório moderno de Química. Note que alguns recipientes são semelhantes aos utilizados no passado pelos alquimistas.

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

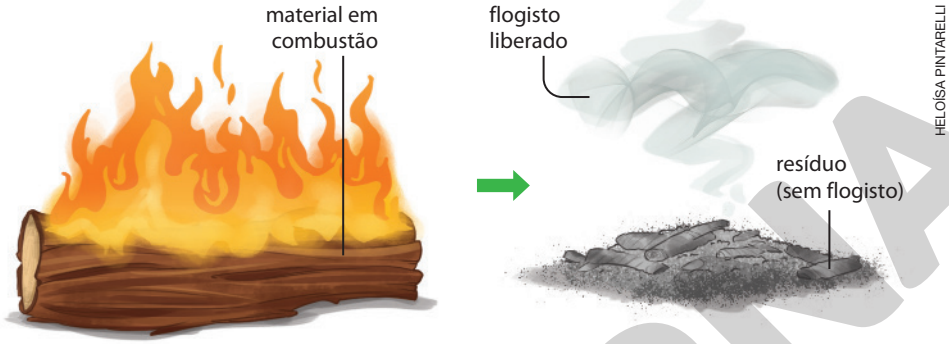
MODELO

REPRODUÇÃO – BIBLIOTECA NACIONAL DA FRANÇA, PARIS

Georg Ernst Stahl

Os estudos do químico francês Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794) e de outros cientistas da época caracterizaram o início da Química moderna, uma vez que seus experimentos se baseavam na precisão qualitativa e quantitativa. Veja o exemplo a seguir.

De acordo com a teoria do flogisto, desenvolvida pelo químico e médico alemão Georg Ernst Stahl (1660-1734), os materiais inflamáveis continham uma substância invisível, chamada flogisto. A queima do material resultava na liberação dessa substância e se encerrava quando o flogisto era totalmente liberado do material. De acordo com essa teoria, quanto mais flogisto o material tivesse, mais facilmente ele entrava em combustão.



HELOÍSA PINTARELLI

Representação da teoria do flogisto. À medida que o flogisto se desprendia do material, produzia-se luz e restavam cinzas como resíduo. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Paradigma: padrão ou modelo científico que, durante certo tempo, fornece explicações e soluções para a comunidade científica.

REPRODUÇÃO – MUSEU METROPOLITANO DE ARTE, NOVA YORK, EUA

Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794) e Marie Anne Lavoisier (Marie Anne Pierrette Paulze, 1758-1836), Jacques Louis David. Óleo sobre tela, 259 cm × 194 cm. 1788.

Lavoisier realizou diversos experimentos envolvendo o processo de combustão. Neles, o químico francês utilizava balanças para verificar a variação das massas das substâncias durante essas reações químicas e armazenava os materiais liberados no processo. Após esses estudos, ele verificou que a combustão não ocorria devido ao flogisto, mas sim por causa de um componente do ar, ao qual chamou de oxigênio.

Diversos outros estudos foram realizados por Lavoisier. Muitos deles tinham o auxílio de sua esposa, a cientista, também francesa, Marie-Anne Pierrette Paulze (1758-1836). Ela foi fundamental no trabalho do marido, atuando como assistente de laboratório e colaboradora de suas obras, contribuindo para a produção, edição e ilustração dos textos.

Os estudos de Lavoisier foram considerados uma revolução na Ciência, pois romperam com o pensamento aceito até então, estabelecendo uma nova maneira de explicar a combustão dos materiais. Além deste, outros cientistas desenvolveram estudos que romperam com os chamados paradigmas científicos e contribuíram para a evolução das Ciências da Natureza.

Sobre as mudanças e evoluções no conhecimento científico, leia o texto a seguir.

[...] Guiados por um novo paradigma, os cientistas adotam novos instrumentos e orientam seu olhar em novas direções. E o que é ainda mais importante: durante as revoluções, os cientistas veem coisas novas e diferentes quando, empregando instrumentos familiares, olham para os mesmos pontos já examinados anteriormente. [...] Não obstante, as mudanças de paradigma realmente levam os cientistas a ver o mundo definido por seus compromissos de pesquisa de uma maneira diferente. [...] após uma revolução, os cientistas reagem a um mundo diferente. [...]

KUHN, T. S. *A estrutura das revoluções científicas*. Trad. Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira. 5. ed. São Paulo: Perspectiva, 1998. p. 145-146.

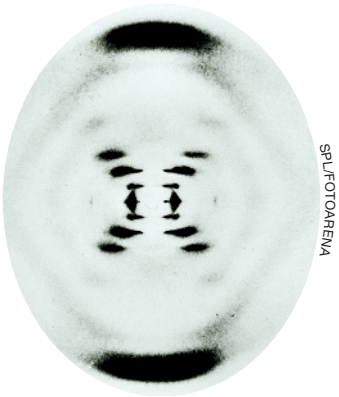
2. Com base na leitura do texto, o que você considera ser a "revolução científica"?

Espera-se que os estudantes respondam que significa mudar a forma de observar determinados fatos, adotando novas maneiras de analisar e se comprometer com a pesquisa científica.

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

Com as mudanças e evoluções nas Ciências, houve também avanços na participação feminina nessas áreas. Ao longo do tempo, diversos estudos foram desenvolvidos por mulheres ou com auxílio delas. No entanto, a maioria não obteve o devido reconhecimento, tampouco os trabalhos foram apropriadamente creditados.

A física inglesa Rosalind Elsie Franklin (1920-1958), por exemplo, obteve pela primeira vez uma imagem fotográfica daquilo que seria uma molécula de DNA, o que possibilitou elucidar sua estrutura. No entanto, o crédito pela determinação da estrutura dessa molécula é dado somente ao cientista estadunidense James Dewey Watson (1928-) e ao cientista inglês Francis Harry Compton Crick (1916-2004), que estudavam essa estrutura simultaneamente à Rosalind.



SPL/FOTOARENA

Imagem da molécula de DNA obtida por Rosalind Franklin.

WORLD HISTORY ARCHIVE/ALAMY/FOTOARENA – COLEÇÃO PARTICULAR

Rosalind Elsie Franklin

Apesar da falta de reconhecimento a seu trabalho, é notório que a pesquisa de Rosalind Franklin foi essencial para o desenvolvimento da área que atualmente conhecemos como Biologia Molecular.

As mulheres têm papel fundamental em todas as áreas das Ciências, mas sua relevância ainda é pouco reconhecida por grande parte da sociedade. Atualmente, esse cenário vem se alterando, embora muito ainda tenha de mudar para que a contribuição científica feminina seja valorizada adequadamente.

Essa situação nos mostra também que estudos científicos realizados por diferentes cientistas simultaneamente, cada um sob o olhar de sua especialidade, possibilitam avanços em diversas áreas da Ciência, como saúde, energia, alimentação, ambiente e Astronomia.

Além disso, os estudos científicos nos possibilitam compreender o passado e propor soluções para o futuro. Leia as manchetes a seguir.

MASSIMO SESTINI/MONDADORI/GETTY IMAGES

Margherita Hack (1922-2013), astrofísica italiana, foi uma das mentes mais brilhantes da comunidade científica do país. Ela foi a primeira mulher a dirigir o laboratório Astronômico da cidade de Trieste, na Itália. Trouxe grandes contribuições para a classificação espectral de numerosos grupos de estrelas, criou um método para calcular distâncias entre estrelas e galáxia usado até os dia atuais, além de ter escrito diversos livros e se dedicado à divulgação científica.

DNA revela primeiro retrato de misterioso parente dos seres humanos

WEI-HAAS, M. DNA revela primeiro retrato de misterioso parente dos seres humanos. *National Geographic*, 20 set. 2019. História. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/historia/2019/09/dna-denisovano-neandertal-pesquisa-genetica-homo-sapiens-hominino-parente-humano>. Acesso em: 24 abr. 2020.

Por que desaparecimento das abelhas seria uma catástrofe – e o que você pode fazer para evitar isso

Por que desaparecimento das abelhas seria uma catástrofe – e o que você pode fazer para evitar isso. *BBC Brasil*, São Paulo, 9 jun. 2017. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-40220606>. Acesso em: 24 abr. 2020.

A Ciência está em constante desenvolvimento e as descobertas atuais podem modificar ideias antigas ou proporcionar a elaboração de soluções para esta e as futuras gerações.

Registre em seu caderno.

Trocando ideias

Entre os anos de 2013 e 2018, o Brasil foi o 13º país que mais publicou trabalhos científicos no mundo. No entanto, o estudo científico no Brasil ainda encontra muitas dificuldades.

- Junte-se a dois colegas e façam uma pesquisa sobre os estudos científicos no Brasil, identificando possíveis obstáculos para seu desenvolvimento. Em seguida, proponham medidas que podem ser adotadas pela população e pelos governantes a fim de melhorar a posição do país no *ranking* mundial de produção científica, assim como melhorar a qualidade das pesquisas realizadas no país.

Resposta e orientações no **Suplemento para o professor**.

3. Qual das duas manchetes representa o conhecimento científico auxiliando na compreensão do passado? Justifique sua resposta.

A primeira manchete, pois se refere a um ancestral do ser humano, o que auxilia na compreensão da história evolutiva de nossa espécie.

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

ATIVIDADES

Registre em seu caderno.

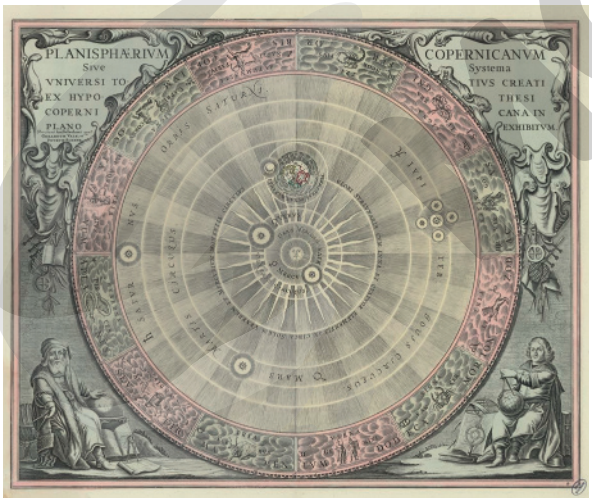
Respostas das questões **1** e **2** no **Suplemento para o professor**.

1. O astrônomo, matemático e geógrafo egípcio Ptolomeu (100-170) afirmava que a Terra era o centro do Universo e que os demais astros giravam em torno dela. Esse é o chamado modelo geocêntrico. Séculos depois, esse modelo foi substituído por outro, o heliocêntrico, proposto pelo astrônomo polonês Nicolau Copérnico (1473-1543). De acordo com esse novo modelo, o Sol era o centro do Universo, ao redor do qual giravam os outros astros, incluindo a Terra.

REPRODUÇÃO – BIBLIOTECA NACIONAL DA FRANÇA, PARIS

Representação do modelo geocêntrico de organização do Sistema Solar. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

REPRODUÇÃO – BIBLIOTECA NACIONAL DA FRANÇA, PARIS



Representação do modelo heliocêntrico de organização do Sistema Solar. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

a) Por que o modelo proposto por Copérnico pode ser utilizado para ilustrar a revolução científica?

b) O que levou o modelo geocêntrico a ser substituído pelo heliocêntrico? Se necessário, faça uma pesquisa sobre o assunto.

2. Galileu com auxílio de equipamentos de melhor resolução, conseguiu enxergar que a Lua não era perfeita como os gregos diziam. O que podemos concluir a respeito do conhecimento científico com essa situação?

3. **(UFV-MG)** Sobre a chamada Revolução Científica, escreva em seu caderno a afirmativa **incorreta**:

Alternativa **c**.

a) A lei da gravitação universal foi formulada por Newton, a partir da teoria heliocêntrica e da teoria do movimento dos astros.

b) O método da observação e da experimentação, aliado à razão matemática, contribuiu para o desenvolvimento das ciências modernas.

c) A Revolução Científica foi um movimento de legitimação do poder absoluto monárquico e de aumento do poder eclesiástico.

d) As novas descobertas científicas possibilitaram as grandes navegações e a ascensão da burguesia.

e) As ideias racionalistas de Descartes e a física newtoniana influenciaram o pensamento iluminista do século XVIII.

4. **(Enem)**

> A filosofia encontra-se escrita neste grande livro que continuamente se abre perante nossos olhos (isto é, o universo), que não se pode compreender antes de entender a língua e conhecer os caracteres com os quais está escrito. Ele está escrito em língua matemática, os caracteres são triângulos, circunferências e outras figuras geométricas, sem cujos meios é impossível entender humanamente as palavras; sem eles, vagamos perdidos dentro de um obscuro labirinto.
>
> GALILEI, G. O ensaiador. *Os pensadores*. São Paulo: Abril Cultural, 1978.

No contexto da Revolução Científica do século XVII, assumir a posição de Galileu significava defender

Alternativa **c**.

a) continuidade do vínculo entre ciência e fé dominante na Idade Média.

b) necessidade de o estudo linguístico ser acompanhado do exame matemático.

c) oposição da nova física quantitativa aos pressupostos da filosofia escolástica.

d) importância da independência da investigação científica pretendida pela Igreja.

e) inadequação da matemática para elaborar uma explicação racional da natureza.

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

MODERNA

5. **(UEM-PR)**

"O filósofo Thomas Kuhn afirma que uma teoria se torna um modelo de conhecimento ou um paradigma científico. O paradigma se torna o campo no qual uma ciência trabalha normalmente, sem crises. Em tempos normais, um cientista, diante de um fato ou de um fenômeno ainda não estudado, o explica usando o modelo ou o paradigma científico existente. Em contraposição à ciência normal, ocorre a revolução científica. Uma revolução científica acontece quando o cientista descobre que o paradigma disponível não consegue explicar um fenômeno ou um fato novo, sendo necessário produzir um outro paradigma."

CHAUÍ, M. *Convite à Filosofia*. 14. ed. São Paulo: Ática, 2011. p. 281.

Sobre isso, é **correto** afirmar que

01) o paradigma científico é o campo teórico do cientista porque fornece os parâmetros para a ciência normal.

02) a teoria torna-se um modelo de conhecimento porque ela se constitui como uma explicação dos fenômenos para o cientista.

04) o paradigma científico é incompleto porque os cientistas estão sempre negando os paradigmas.

08) a revolução científica é um avanço na ciência porque os cientistas sempre descobrem que as teorias anteriores estavam erradas.

16) embora verdadeiros, os paradigmas científicos são mutáveis porque os cientistas podem alcançar os limites dos modelos teóricos.

Soma: 01 + 02 + 16 = 19

Oriente os estudantes a resolver as questões de vestibular cujas alternativas são numeradas. Os valores das alternativas que respondem corretamente à questão devem ser somados e a resposta é o resultado da somatória.

6. Leia o trecho da reportagem a seguir e observe a imagem.

Respostas no **Suplemento para o professor**.

Pesquisa: vírus Zika traz prejuízos motores e de memória a adultos

O estudo foi iniciado na época do surto de Zika no país, nos anos de 2015 e 2016

AGÊNCIA BRASIL. Pesquisa: vírus Zika traz prejuízos motores e de memória a adultos. *Correio Braziliense*, Brasília, 5 set. 2019. Ciência e Saúde. Disponível em: <https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/ciencia-e-saude/2019/09/05/interna_ciencia_saude,780891/pesquisa-virus-zika-traz-prejuizos-motores-e-de-memoria-a-adultos.shtml>. Acesso em: 24 abr. 2020.

TACIO PHILIP SANSONOVSKI/SHUTTERSTOCK

Fêmea do mosquito *Aedes aegypti* picando uma pessoa. A espécie pode atingir cerca de 7 mm de comprimento.

a) Como o trecho da reportagem pode ser relacionado à imagem?

b) Qual é a importância da pesquisa citada nesse trecho de reportagem?

c) Podemos afirmar que os resultados da pesquisa citada no trecho da reportagem podem incentivar a mudança de hábito das pessoas? Em caso afirmativo, de que maneira?

RETOMANDO O QUE ESTUDEI

Respostas no **Suplemento para o professor**.

Refletindo sobre o que estudou nesta unidade, responda às questões a seguir.

1. Em sua opinião, a cultura influencia a produção do conhecimento científico? Justifique sua resposta.

2. Podemos afirmar que, atualmente, existe um único modo de fazer Ciência, seguindo uma ordem específica de etapas? Justifique sua resposta.

3. O que você pode dizer a respeito da produção do conhecimento científico ao longo do tempo?

4. Suponha que uma pessoa afirme a você que a Ciência é importante apenas para as pessoas que trabalham em um ambiente de laboratório. Você concordaria com essa pessoa? Elabore argumentos convincentes para defender sua opinião nessa situação. E para divulgar a sua opinião grave um *podcast* e disponibilize no *site* da escola ou nas redes sociais.

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

MODERNA

SER CONSCIENTE

Desenvolvimento da bomba atômica

Em 1939, o físico alemão Albert Einstein (1879-1955), após um pedido do físico húngaro Leo Szilard (1898-1964), assinou uma carta destinada ao então presidente estadunidense Franklin D. Roosevelt (1882-1945). Nela, os físicos informavam sobre as novas descobertas em relação à geração de energia por reações nucleares e a possibilidade de construção de bombas a partir desse fenômeno.

Na época em que Einstein escreveu a carta, o regime nazista estava crescendo na Alemanha, tanto que no mesmo ano do envio da carta a Roosevelt, iniciou-se a Segunda Guerra Mundial (1939-1945). Assim, foi o medo de que os nazistas conseguissem desenvolver armas nucleares antes das demais nações que fez Einstein assinar a carta.

Pouco tempo depois do envio da carta, os Estados Unidos iniciaram o Projeto Manhattan, responsável pelo desenvolvimento das bombas atômicas, as quais foram lançadas nas cidades japonesas de Hiroshima e Nagasaki em 1945, no fim da Segunda Guerra Mundial. Esse projeto teve início no ano de 1942 e foi extinto em 1947, reunindo diversos cientistas, como os estadunidenses Julius Robert Oppenheimer (1904-1967), Arthur Compton (1892-1962) e Richard Feynman (1918-1988); o italiano Enrico Fermi (1901-1954); o inglês James Chadwick (1891-1974); o dinamarquês Niels Bohr (1885-1962); e o húngaro Leo Szilard (1898-1964).

EVERETT HISTORICAL/SHUTTERSTOCK

Museu de Ciência e Indústria destruído pela bomba na cidade de Hiroshima, Japão (1945). A bomba lançada sobre Hiroshima liberou uma quantidade de energia de, aproximadamente, 15 quilotons e causou a morte de cerca de 80 mil pessoas instantaneamente. Estima-se que, nessa cidade, cerca de 237 mil pessoas foram mortas direta e indiretamente pelos efeitos da bomba atômica.

Quiloton: unidade utilizada para medir a energia liberada na explosão de bombas atômicas.

MODERNA

EVERETT HISTORICAL/SHUTTERSTOCK

Ruínas da cidade de Nagasaki, Japão, provocadas pela explosão da bomba atômica (1945). A bomba lançada sobre Nagasaki liberou cerca de 21 quilotons de energia, matando instantaneamente entre 40 mil e 75 mil pessoas e ferindo cerca de 60 mil habitantes.

RIVALDO BARBOZA

Após observarem o poder de destruição das bombas atômicas em testes e bombardeios, diversos cientistas se posicionaram contra o uso desse tipo de armamento, inclusive os que trabalharam no desenvolvimento das bombas.

Einstein, por exemplo, que sempre se posicionava como um pacifista, declarou que um de seus maiores erros foi sugerir o desenvolvimento da bomba atômica na carta enviada a Roosevelt. Por isso, ele participou da elaboração de um manifesto para que armas nucleares não fossem produzidas nem utilizadas.

Respostas no **Suplemento para o professor**.

A Comente os efeitos causados na sociedade pela aplicação do conhecimento científico em situações como a abordada nesta seção.

B Como você pode perceber a influência do contexto histórico na condução das pesquisas científicas na situação apresentada nesta seção?

C Junte-se a três colegas e pesquisem em livros e na internet artigos científicos sobre ética na Ciência. Em seguida, utilizando um editor de apresentações, montem uma apresentação com textos, imagens e áudio sobre o que é ética, seu uso no desenvolvimento científico e quais cuidados a sociedade deve ter na aplicação e na divulgação do conhecimento científico.

Por fim, com ajuda do professor, providenciem um projetor e apresentem os resultados da pesquisa aos colegas da turma e à comunidade escolar.

Representação da explosão de uma bomba atômica. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

MODERNA

UNIDADE

2

Como tudo começou...

O Universo, formado por diversos elementos fascinantes, sempre despertou curiosidade e muitas reflexões na humanidade. Do que ele é feito? Como surgiu e evoluiu? O que originou a vida? Essas respostas foram sendo construídas e modificadas ao longo do tempo graças aos avanços tecnológicos que permitiram, por exemplo, viajar para longe da superfície terrestre e capturar imagens detalhadas dos astros. Naturalmente, à medida que algumas questões são solucionadas, outras perguntas surgem, impulsionando e incentivando ainda mais os cientistas e estudiosos na busca de novas explicações.

ISS/NASA

Respostas no **Suplemento para o professor**.

A Qual é a sua opinião sobre o surgimento do Universo?

B De que maneira as imagens registradas pelos telescópios lançados ao espaço contribuem para a compreensão da formação do Universo e de sua evolução?

C Você concorda com a última afirmação do texto, de que os avanços tecnológicos, por vezes, podem levantar mais questões do que respostas? Argumente sua resposta.

Parte do planeta Terra e da Via Láctea. Essa imagem foi registrada por astronautas a bordo da Estação Espacial Internacional (2018).

MODELO

CAPÍTULO 1

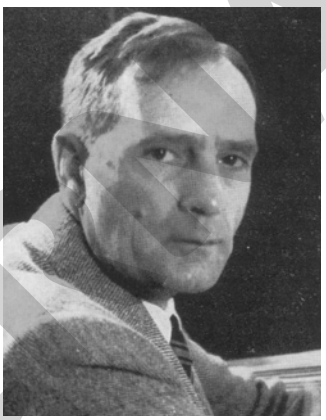
Formação do Universo

A teoria do *Big Bang*

Muitos cientistas avançam cada vez mais na busca de respostas à pergunta **A** que você respondeu na página anterior: como foi o surgimento do Universo.

Uma das teorias mais aceitas entre os cientistas para explicar a origem do Universo teve início com as descobertas do astrônomo estadunidense Edwin Hubble (1889-1953). Ele observou que as galáxias distantes afastam-se umas das outras, e que quanto maior a distância entre elas, maior a sua velocidade de afastamento.

Tal teoria sugere que o Universo teve início a partir de um ponto material extremamente quente e denso, o qual continha toda a energia existente no Universo atual, que sofreu uma rápida expansão. Essa teoria foi batizada de *Big Bang* por seus opositores de forma pejorativa, pois a ideia de que o Universo teve um início era muito rejeitada pela grande maioria da comunidade científica.



NEW YORK PUBLIC LIBRARY/SCIENCE SOURCE/FOTOARENA – BIBLIOTECA PUBLICA DE NOVA YORK, EUA

Edwin Hubble

Alguns conceitos da teoria do *Big Bang* foram apresentados pelo padre e físico belga Georges Lemaître (1894-1966), que fez uso de modelos baseados nas equações do físico alemão Albert Einstein (1879-1955) para a relatividade geral.

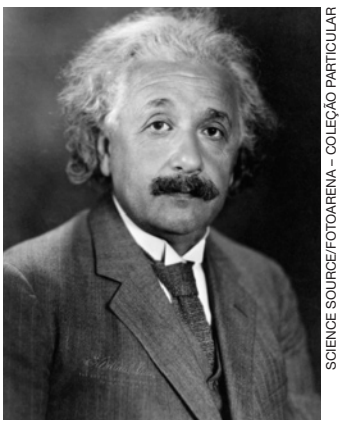
> Em seu trabalho, Lemaître propôs que o Universo tinha um tempo passado finito, ou seja, teve início em algum momento. Ele sugeriu também que o Universo começou em uma região pequena e compacta, a qual chamou átomo primordial, que se expandiu e evoluiu com o tempo.

GRANGER/FOTOARENA – COLEÇÃO PARTICULAR

Georges Lemaître

Na ausência de evidências concretas, o modelo teórico de Lemaître foi criticado pela comunidade científica, inclusive por Einstein, que até então considerava o Universo estático e eterno. Após Hubble publicar o resultado de suas observações, os cientistas compreenderam que o modelo de Lemaître ajudava a explicar o afastamento das galáxias.

A teoria do *Big Bang* foi aperfeiçoada pelo físico russo George Gamow (1904-1968). Ele propôs que a expansão inicial do Universo permitiria o surgimento de átomos mais simples, como o hidrogênio (H), o hélio (He) e o lítio (Li), e que o processo de expansão deixaria uma radiação residual espalhada por todo o Universo.



SCIENCE SOURCE/FOTOARENA – COLEÇÃO PARTICULAR

Albert Einstein

Galáxia: grande aglomeração de estrelas, planetas, gases e outros corpos celestes causada pela força gravitacional.

Radiação: emissão de energia por meio de ondas ou de partículas.

Relatividade geral: teoria que prevê as leis da Física sendo aplicadas em todos os sistemas de referência que se movem, com velocidade constante ou acelerada, e também para campos gravitacionais, relacionando a gravidade às propriedades do espaço-tempo.

A radiação remanescente do processo de expansão do Universo foi detectada em 1964 pelo alemão Arno Penzias (1933-) e o estadunidense Robert Woodrow Wilson (1936-), ambos físicos, por meio de um telescópio de micro-ondas. Na ocasião, eles verificaram que, para qualquer direção que apontassem o telescópio, sempre detectavam um ruído de fundo, identificado posteriormente como a radiação cósmica de fundo que permeia todo o espaço. Essa é uma das maiores evidências do *Big Bang*.

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

A evolução do Universo desde o *Big Bang*

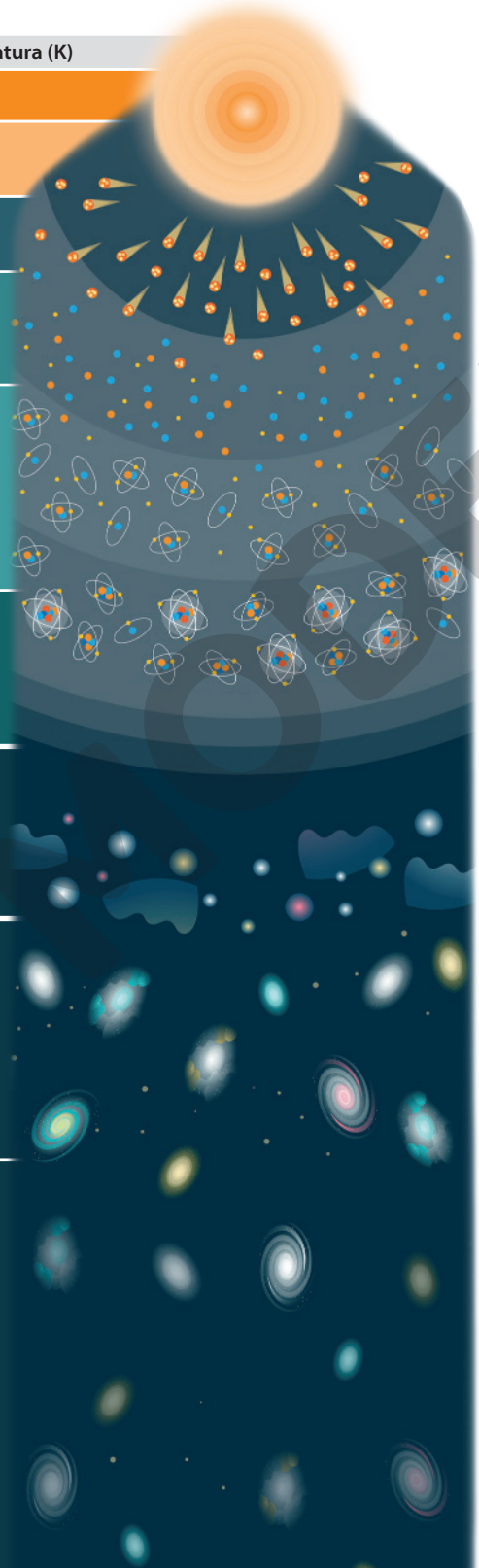
De acordo com a teoria do *Big Bang*, cerca de 13,7 bilhões de anos atrás, todo o espaço, a energia e a matéria que conhecemos estavam concentrados em uma pequena região, densa e à alta temperatura. Devido a essas condições, no início somente a energia se manifestava e não havia matéria. Com a expansão e o resfriamento contínuo do Universo, formou-se a matéria que temos hoje, com seus diversos componentes, como galáxias, estrelas e planetas.

O esquema abaixo representa, de forma simplificada, os eventos que ocorreram após o *Big Bang*, em uma sequência temporal.

Interação gravitacional: tipo de força de atração entre partículas, devido às suas massas.

Plasma: fase da matéria na qual os átomos de um gás estão ionizados devido à alta temperatura.

	Idade do Universo	Temperatura (K)
1	0 segundo	
2	10^{-43} segundo	10^{32}
3	10^{-34} segundo	10^{27}
4	1 segundo	10^{10}
5	3 minutos	10^{9}
6	379 000 anos	2 970
7	400 milhões de anos	
8	500 milhões de anos	
9	13,7 bilhões de anos	2,73



VECTORMINE/SHUTTERSTOCK

1. Instante do *Big Bang*.
2. Primeiro instante do qual conseguimos obter informações. Nesse momento, conseguimos diferenciar a interação gravitacional das outras forças.
3. Acontece a inflação, um período de curta duração no qual a taxa de expansão do Universo foi incrivelmente alta. O tamanho do Universo é multiplicado por um fator da ordem de 10^{30}.
4. Neste momento, o Universo é formado por prótons, nêutrons e elétrons espalhados em meio a partículas que compõem a luz.
5. Ocorre a formação dos núcleos atômicos dos elementos leves, como o hidrogênio, o hélio e o lítio. O Universo ficou repleto desses núcleos, que, com os elétrons, formavam um plasma.
6. A temperatura do Universo cai e os elétrons se estabilizam ao redor dos núcleos atômicos, formando átomos completos.
   Com a formação dos átomos, a luz deixou de estar acoplada à matéria, o Universo se tornou transparente e uma grande quantidade de radiação foi liberada, formando a radiação cósmica de fundo que observamos até hoje.
7. Ocorre a formação das primeiras estrelas, a partir de nuvens de gases que se aglomeraram.
8. Neste período, foram originadas as primeiras galáxias.
9. Estado atual do Universo. Acredita-se que a formação do Sistema Solar se iniciou há aproximadamente 4,6 bilhões de anos, a partir de um condensado de gás e poeira, e evoluiu até chegar ao que conhecemos hoje.

Representação da formação do Universo e os principais eventos, segundo a teoria do *Big Bang*. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Ilustração produzida com base em: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. *O Big Bang*. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/fis02001/aulas/cosmo3.html>; University of California. *Origin of the Elements*. Disponível em: <https://www2.lbl.gov/abc/wallchart/chapters/10/0.html>. Acessos em: 28 mar. 2020.

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

OBRA

Evolução estelar

Nos primeiros minutos logo após o *Big Bang*, o Universo era completamente diferente do atual. Devido à sua expansão e ao seu resfriamento contínuo, uma grande quantidade de matéria se formou e se distribuiu pelo espaço. Os átomos foram se organizando e originando as estruturas que compõem o Universo, como as estrelas.

O nascimento de estrelas geralmente ocorre em nebulosas, que são regiões do espaço com densas nuvens de gás e poeira interestelar. Os modelos atuais que estudam o nascimento das estrelas sugerem que elas nascem a partir da concentração de matéria, que ocorre por causa de perturbações na vizinhança das nebulosas, e pela ação de forças gravitacionais.

Durante esse processo, a nuvem de matéria entra em contração e a temperatura aumenta. A atração gravitacional provoca o colapso gravitacional de pequenas regiões de gás e poeira dentro da nebulosa, formando núcleos que podem se tornar estrelas. Esses núcleos podem sofrer um aumento de massa e de temperatura devido à atração gravitacional. Quando a temperatura do núcleo chega a 10 milhões de graus Celsius, inicia-se a fusão termonuclear do hidrogênio e a nova estrela passa a emitir energia.

A formação e a evolução das estrelas são processos contínuos, que podem levar milhões ou bilhões de anos para se completar, passando por diferentes etapas. O que determina a aparência da estrela e sua evolução é a composição química e, principalmente, sua massa (quanto maior a massa, menor é seu tempo de vida). A imagem a seguir representa a evolução estelar em razão da massa inicial, considerando como referência a massa do Sol $\left(M_{\odot} = 1{,}99 \cdot 10^{30}\ \text{kg}\right)$.

Colapso gravitacional: concentração gradativa de matéria em regiões de maior densidade devido à força gravitacional diminuindo o volume da matéria e aumentando, de forma considerável, sua densidade.

Fusão termonuclear: reação em que núcleos de átomos leves se combinam a altíssimas temperaturas para formar um único núcleo, mais pesado, ocorrendo grande liberação de energia.

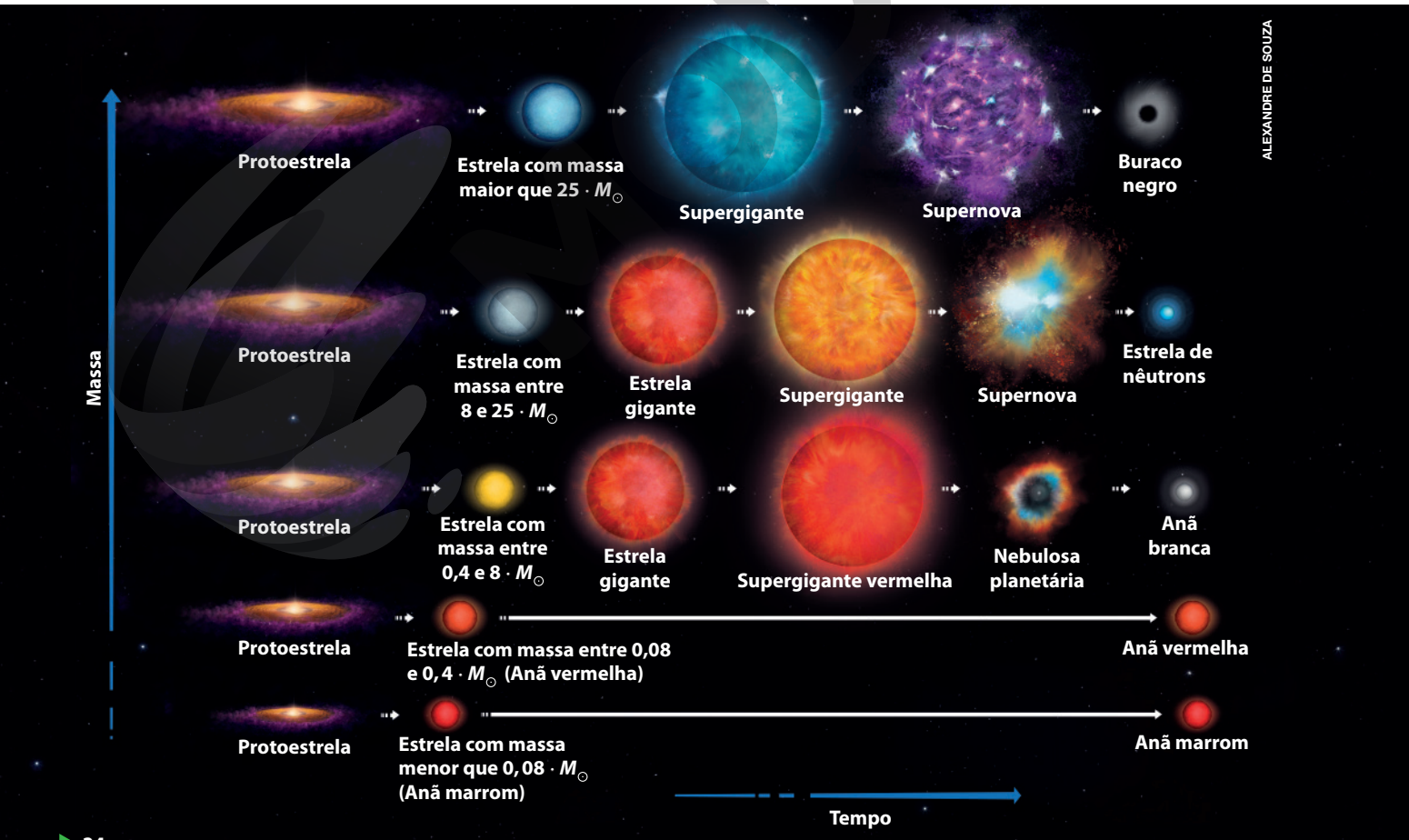
1. Espera-se que os estudantes expressem seus conhecimentos prévios sobre o nascimento das estrelas. Anote na lousa as respostas mais convenientes para discuti-las durante a leitura do texto.

Nebulosa de Orion. Imagem obtida pelo Telescópio Espacial Hubble.

NASA/ESA/HUBBLE HERITAGE TEAM

1. O que você sabe sobre o nascimento de uma estrela?

Representação da evolução estelar. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.



ALEXANDRE DE SOUZA

Ilustração produzida com base em: COMINS, N. F.; KAUFMANN III, W. J. *Descobrindo o Universo*. 8. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010. p. 424.

PERUA

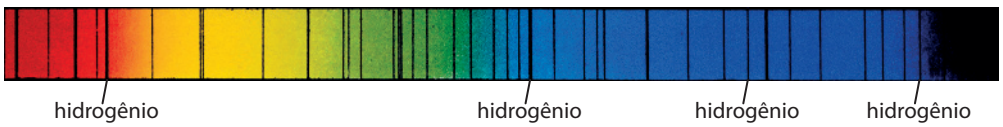
Além da cor, do tamanho e da massa, outras propriedades são utilizadas para caracterizar as estrelas. Um exemplo disso são as linhas espectrais identificadas ao observar a luz emitida por esses corpos celestes.

O núcleo das estrelas emite radiação em diversas faixas de frequência do espectro eletromagnético. Essa luz interage com os gases presentes nas camadas externas da estrela e algumas dessas faixas de frequência são absorvidas, dependendo da composição estelar. A análise das linhas espectrais permite saber os elementos químicos que constituem a estrela.

Espectro eletromagnético: intervalo completo de todas as possíveis frequências da radiação eletromagnética.

Linhas espectrais: linhas escuras ou brilhantes em comprimentos de onda específicos em um espectro.

Veja abaixo as linhas escuras que correspondem à absorção de luz em certas frequências de onda e que indicam a presença do elemento hidrogênio no Sol.



WORLD HISTORY ARCHIVES/ALAMY/FOTOARENA

Espectro de absorção do hidrogênio. A presença das linhas escuras no espectro da luz de uma estrela indica que ela possui o elemento hidrogênio.

A classificação das estrelas usada atualmente e que tem como referência as linhas espectrais foi estabelecida no início do século XIX pela astrônoma estadunidense Annie Jump Cannon (1863-1941) e seus colegas do Harvard Observatory. Ela está ordenada de acordo com a temperatura da superfície estelar, utilizando as letras **OBAFGKM**. Veja a seguir.

Propriedades estelares e classificação espectral

Classe espectral	Cor	Temperatura (K)
O	Azul-Violeta	30 000 – 50 000
B	Branca-Azul	11 000 – 30 000
A	Branca	7 500 – 11 000
F	Amarela-Branca	5 900 – 7 500
G	Amarela	5 200 – 5 900
K	Laranja	3 900 – 5 200
M	Vermelha-Laranja	2 500 – 3 900

Fonte: COMINS, N. F.; KAUFMANN III, W. J. *Descobrindo o Universo*. 8. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010. p. 350.

O Sol é uma estrela de tamanho e temperatura médios. De acordo com a classificação atual, ele pertence à classe espectral **G**, com temperatura chegando a aproximadamente 5 500 °C (5 773 K) em sua superfície. Apesar de ser considerado uma anã amarela, o Sol emite mais luz branca que amarela e, assim como as demais estrelas, também possui um ciclo evolutivo.

A Grande nuvem de gás e poeira com uma região central densa. O acúmulo de matéria aumenta a densidade e eleva sua temperatura em seu centro.

B Quando o núcleo da protoestrela atinge cerca de 10 milhões de graus, começam as reações termonucleares, e o Sol passa a ser uma estrela propriamente dita, com diâmetro de $13{,}9 \cdot 10^5$ km. Esta é sua fase atual. Desde o início de sua vida até hoje, são estimados por volta de 4,6 bilhões de anos.

C Daqui cerca de 5,5 bilhões de anos, o Sol será uma gigante vermelha. O hidrogênio do núcleo terá sido consumido e a estrela realizará fusão de hélio. Sua camada externa se expandirá, apresentando temperatura superficial aproximada de 3 500 K. Seu diâmetro aumentará em 100 vezes e seu brilho, em 200 vezes.

D O hélio do núcleo, quando for consumido, será transformado em carbono (C) e oxigênio (O) na camada externa ao núcleo. Nessa fase, a estrela se expandirá ainda mais, aumentando também sua luminosidade, e seu diâmetro chegará a aproximadamente 300 milhões de km. Sua temperatura estará próxima de 3 000 K.

E Quando a estrela perde massa e o material de suas camadas externas é ejetado para o meio estelar, seu núcleo de carbono e oxigênio começa a ser exposto. Com tamanho equivalente ao da Terra e temperaturas de 120 000 K, o núcleo brilhante ficará envolvido por poeira e gás em expansão.

F O núcleo da nebulosa planetária remanescente do Sol se transformará em uma estrela anã branca. Sua composição será basicamente de carbono e oxigênio e seu tamanho será aproximadamente o do planeta Terra.

ALEXANDRE DE SOUZA

Representação do ciclo de vida do Sol. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

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

MODERNA

Estrutura estelar e fonte de energia

De forma geral, as estrelas são corpos celestes esféricos constituídos predominantemente por hidrogênio e hélio em altas temperaturas, no estado de plasma. Elas têm como fonte de energia a fusão termonuclear.

O Sol é classificado como uma estrela típica: nem muito grande, nem muito pequena, não muito fraca, tampouco muito brilhante. É uma fonte de energia indispensável para a vida na Terra. Existem bilhões de estrelas como o Sol na Via Láctea, por isso seu estudo serve como base de conhecimento sobre outras estrelas.

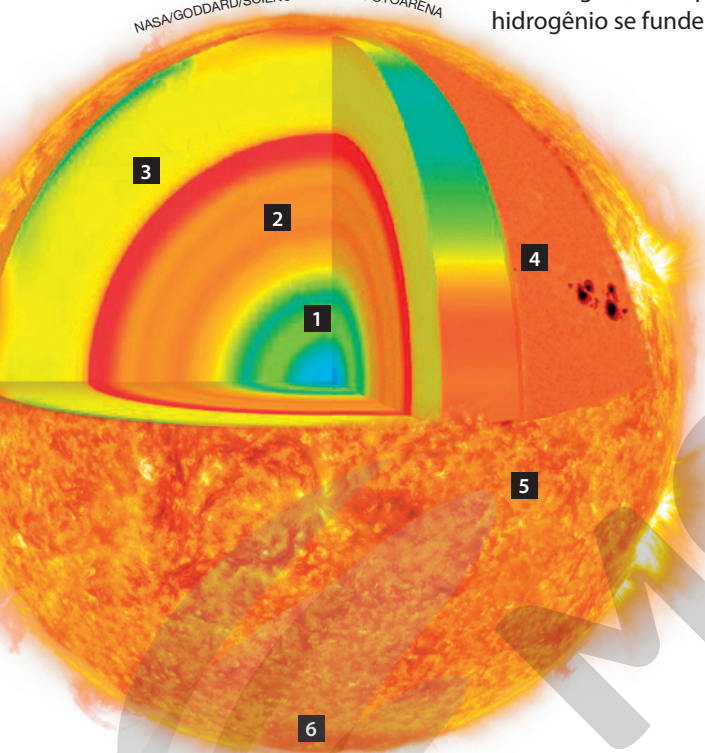
Considerando sua massa total, o Sol é composto por aproximadamente 70,6% de hidrogênio e 27,4% de hélio; o restante se divide entre oxigênio, carbono, nitrogênio (N), silício (Si), magnésio (Mg), neônio (Ne), ferro (Fe) e enxofre (S). Sua massa é mantida unida por causa da atração gravitacional, produzindo imensa pressão e temperatura em seu núcleo. Além do núcleo, acredita-se que o Sol possui mais cinco regiões que completam sua estrutura. Veja.

Resposta pessoal. O objetivo da questão é verificar se os estudantes relacionam a luz visível emitida pelo Sol à radiação gerada pelas reações termonucleares que ocorrem em seu interior, como acontece em outras estrelas.

2. Como você acha que o Sol emite luz?

1 Núcleo
Região onde ocorre a fusão termonuclear, que libera a energia que alimenta o Sol. Nessa região, a temperatura chega a 15 milhões de graus Celsius e os átomos de hidrogênio se fundem para formar o átomo de hélio.

NASA/GODDARD/SCIENCE SOURCE/FOTOARENA



Representação da estrutura do Sol, com destaque para as seis regiões que compõem sua estrutura. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Ilustração produzida com base em: COMINS, N. F.; KAUFMANN III, W. J. *Descobrindo o Universo*. 8. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010. p. 424.

2 Zona radiativa
Camada pela qual a energia do núcleo é transportada para regiões mais externas pela radiação.

3 Zona convectiva
Região onde ocorre a convecção térmica, responsável pelo transporte de energia do núcleo até as camadas externas do Sol. Nessa região, a temperatura cai para 2 milhões de graus Celsius e grandes bolhas de plasma se movem para a parte externa.

4 Fotosfera
É a camada visível do Sol, com temperatura de cerca de 5 500 °C e espessura de cerca de 500 km.
Quando os gases do interior do Sol chegam à fotosfera, irradiam energia para fora em direção ao espaço. Vemos essa energia como luz visível e outras radiações eletromagnéticas.

5 Cromosfera
Camada logo acima da fotosfera. Ela é menos densa e brilhante que a fotosfera, por isso, geralmente, não é facilmente visível. Durante os eclipses solares totais, quando a Lua cobre a fotosfera, a cromosfera pode ser vista como uma borda vermelha ao redor do Sol.

6 Coroa
Camada mais externa e rarefeita do Sol, cuja temperatura aumenta com a altitude, chegando a 2 milhões de graus Celsius. Essa é a camada que pode ser melhor observada durante os eclipses, formando uma coroa branca com numerosas tiras, que se estendem por milhões de quilômetros acima da superfície do Sol.

A explicação para a liberação de energia no núcleo das estrelas por meio de fusão termonuclear foi proposta pelo físico alemão Hans Albrecht Bethe (1906-2005) por volta de 1937. De acordo com Bethe, os elementos químicos se combinariam por meio de ciclos de reações que liberam energia, determinada pela diferença entre as massas dos núcleos reagentes e dos núcleos formados. No caso da fusão de hidrogênio em hélio, ao somar as massas dos núcleos de hidrogênio, encontra-se um valor maior do que a do núcleo do hélio que foi formado. Assim, uma pequena quantidade de massa é convertida na forma de energia. Essa reação pode ser representada por:

$$4\,H_1 \longrightarrow 1\,He_4 + \text{energia}$$

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

MODERNA

A quantidade de energia liberada nas reações termonucleares ocorridas no núcleo do Sol, por exemplo, pode ser obtida por meio da Teoria da Relatividade, formulada por Albert Einstein, que fornece uma relação entre matéria e energia pela equação:

$$E = m \cdot c^2$$

em que: E é a energia; m é a massa e c^2 é a velocidade da luz ao quadrado.

ATIVIDADE RESOLVIDA

R1 Calcule a energia liberada na reação termonuclear do hidrogênio para a formação de um núcleo de hélio. Para isso, considere:

- massa de 4 núcleos de hidrogênio: $m_H = 6{,}68 \cdot 10^{-27}$ kg
- massa de 1 núcleo de hélio: $m_{He} = 6{,}65 \cdot 10^{-27}$ kg

Resolução

A diferença de massa (Δm) entre os reagentes e o produto é:

$\Delta m = m_H - m_{He} \Rightarrow \Delta m = 6{,}68 \cdot 10^{-27} - 6{,}65 \cdot 10^{-27} \therefore \Delta m = 0{,}03 \cdot 10^{-27}$ kg

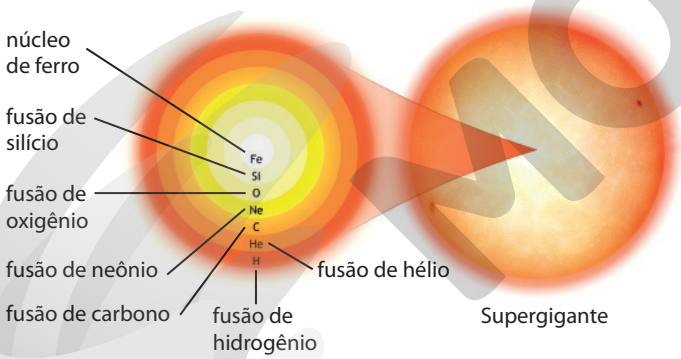
Portanto, a energia liberada na reação é dada por:

$E = \Delta m \cdot c^2 \Rightarrow E = 0{,}03 \cdot 10^{-27} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 \therefore E = 2{,}7 \cdot 10^{-12}$ J ou $E = 2{,}7 \cdot 10^{-12}$ W · s

A luminosidade solar, que corresponde à energia total emitida pelo Sol por segundo, é de aproximadamente $3{,}8 \cdot 10^{26}$ W. Assim, para produzir tal luminosidade, ele converte 600 milhões de toneladas de hidrogênio em hélio em seu núcleo por segundo. Essa taxa só é possível porque o Sol tem grande suprimento de hidrogênio, o bastante para continuar a mesma emissão de energia por outros 5 bilhões de anos.

Depois que todo o hidrogênio de seu núcleo for consumido, o Sol iniciará a fusão do hélio em carbono e em oxigênio, processo que também ocorre em outras estrelas.

Em estrelas com massas maiores que $8 \cdot M_\odot$, outros elementos mais pesados também são formados na fusão termonuclear.



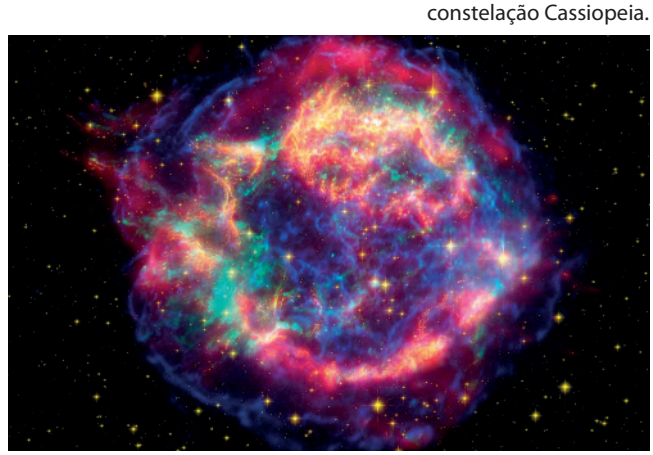
MARK GARLICK/SPL/FOTOARENA

Representação da fusão termonuclear nas regiões centrais de uma estrela Supergigante. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Quando essas estrelas passam entre as fases Gigante e Supergigante, elas realizam fusão de hélio, carbono, oxigênio, neônio, magnésio e silício, até que seus núcleos se transformem em núcleos de ferro e o processo de fusão seja interrompido.

O estágio final para estrelas de grande massa é uma violenta explosão, conhecida como supernova, em que a maior parte de sua matéria é lançada para o espaço com velocidade muito alta, contribuindo com a distribuição de elementos químicos pelo Universo. Posteriormente, esse material ejetado pode formar novos corpos celestes, como planetas, asteroides e estrelas.

Poeira e gases remanescentes da supernova Cassiopeia A, da constelação Cassiopeia.



JPL-CALTECH/STSCI/CXC/SAO/NASA

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

MODERNA

Formação de sistemas planetários

Agora, leia as manchetes a seguir.

Descoberta da Nasa pode revelar detalhes da formação planetária

Agência espacial americana anunciou que encontrou três novos planetas nesta semana.

EFE. Descoberta da Nasa pode revelar detalhes da formação planetária. *Exame,* 29 jul. 2019. Disponível em: <https://exame.com/ciencia/descoberta-da-nasa-pode-revelar-detalhes-da-formacao-planetaria/>. Acesso em: 3 jun. 2020.

Minúsculo planeta recém-descoberto pode revelar o destino final da Terra

A descoberta de um corpo rochoso que orbita uma estrela anã branca dá pistas de como poderá ser o nosso sistema solar em cerca de cinco bilhões de anos.

ZUCKERMAN, C. Minúsculo planeta recém-descoberto pode revelar o destino final da Terra. *National Geographic,* 19 abr. 2019. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/universo/2019/04/minusculo-planeta-recem-descoberto-pode-revelar-o-destino-final-da-terra>. Acesso em: 31 mar. 2020.

3. Converse com um colega sobre o que vocês entendem por sistema planetário e citem o nome daquele ao qual o planeta Terra pertence.

Resposta pessoal. O objetivo desta questão é levar os estudantes a reconhecer o Sistema Solar como um sistema planetário e relacionar esse termo a um conjunto de planetas e outros astros não estelares que orbitam uma estrela.

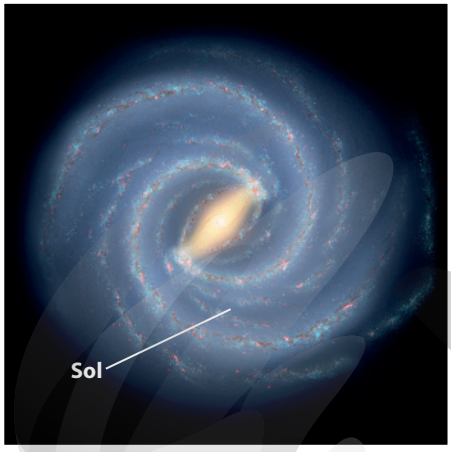
A descoberta de novos sistemas planetários tem auxiliado a compreender como o Sistema Solar se formou. A explicação mais aceita atualmente indica que a origem dos sistemas planetários está ligada ao nascimento de estrelas a partir de nuvens de gás e poeira interestelar, as nebulosas.

Acredita-se que entre os braços de Sagitário e Perseu na Via Láctea, há cerca de 4,5 bilhões de anos, teve início a formação do Sistema Solar, quando uma nuvem de gás e poeira interestelar começou a se contrair e girar em torno de um centro, tornando-se cada vez mais densa, devido à força gravitacional entre as partículas que compõem a nuvem.

Com o passar do tempo, a massa de gás assumiu a forma de um disco, com uma região mais densa em seu centro, chamada protossol, da qual se originou o Sol. Os planetas, satélites e outras estruturas se formaram a partir do material presente no disco.

A rotação das partículas da nebulosa teve grande importância na evolução do Sistema Solar, pois gerou um movimento que impediu o colapso das regiões mais exteriores ao protossol. As partes mais externas colapsaram na direção do centro mais lentamente, possibilitando, mais tarde, a formação dos planetas internos e externos. Veja o esquema a seguir.

NASA



Representação da galáxia Via Láctea e a localização do Sol, estrela do Sistema Solar. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Representação da formação do Sistema Solar. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

No início da formação do Sistema Solar, uma nuvem de gás e poeira entra em lenta rotação e começa a se contrair.

Devido à força gravitacional, as partículas da nuvem começam a se deslocar em torno de um centro, onde se acumulam, dando origem ao chamado protossol, que começa a crescer.

Outros corpos começam a se formar a partir do material residual, que se concentrou na forma de um disco ao redor do protossol. Partículas de gelo e rocha colidem e começa a formação dos planetesimais.

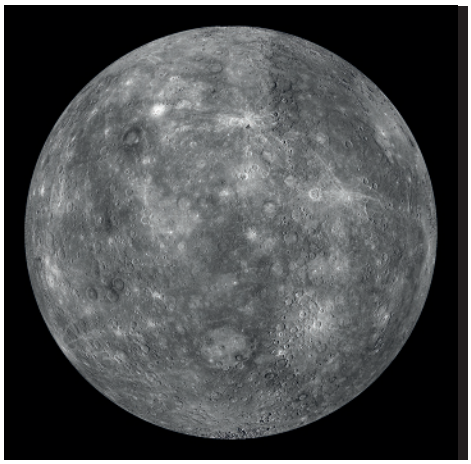
Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Os planetas rochosos (Mercúrio, Vênus, Terra e Marte) se formaram mais lentamente, em regiões próximas do Sol, que são mais quentes e menos ricas em gases. O acúmulo de massa ocorreu, principalmente, por meio de colisões graduais entre planetesimais, que formaram corpos cada vez maiores, até dar origem aos satélites e planetas. Além das colisões, a gravidade contribuiu para o aumento de massa desses corpos.

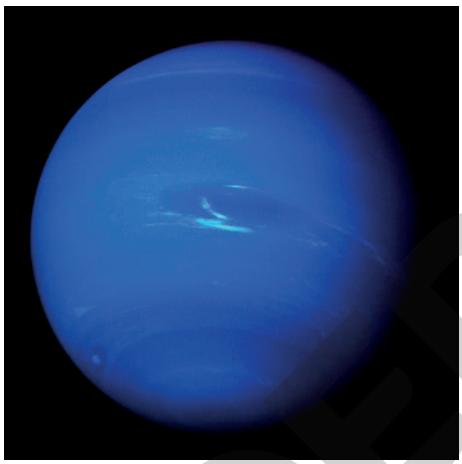
Os planetas gasosos (Júpiter, Saturno, Urano e Netuno) se formaram mais rápido do que os rochosos, em um processo parecido ao da formação das estrelas. O crescimento rápido de suas massas e a força gravitacional atraiu matéria sólida e gases da região onde se formavam. Por estarem mais longe do Sol (uma região mais fria e rica em gases), apresentam composição gasosa.

NASA



Mercúrio, o planeta rochoso mais próximo ao Sol.

JPL/NASA



Netuno, o planeta gasoso mais distante do Sol.

Atualmente, são conhecidos mais de 3 700 sistemas planetários, além do Sistema Solar, e pelo menos 4 100 planetas. A maioria dos planetas fora do Sistema Solar é constituída de massas gasosas, como Júpiter, e são descobertos de forma indireta. Por exemplo, ao observarmos a luz emitida pelas estrelas que esses planetas orbitam, quando eles passam pela frente da estrela, há mudança na luminosidade observada.

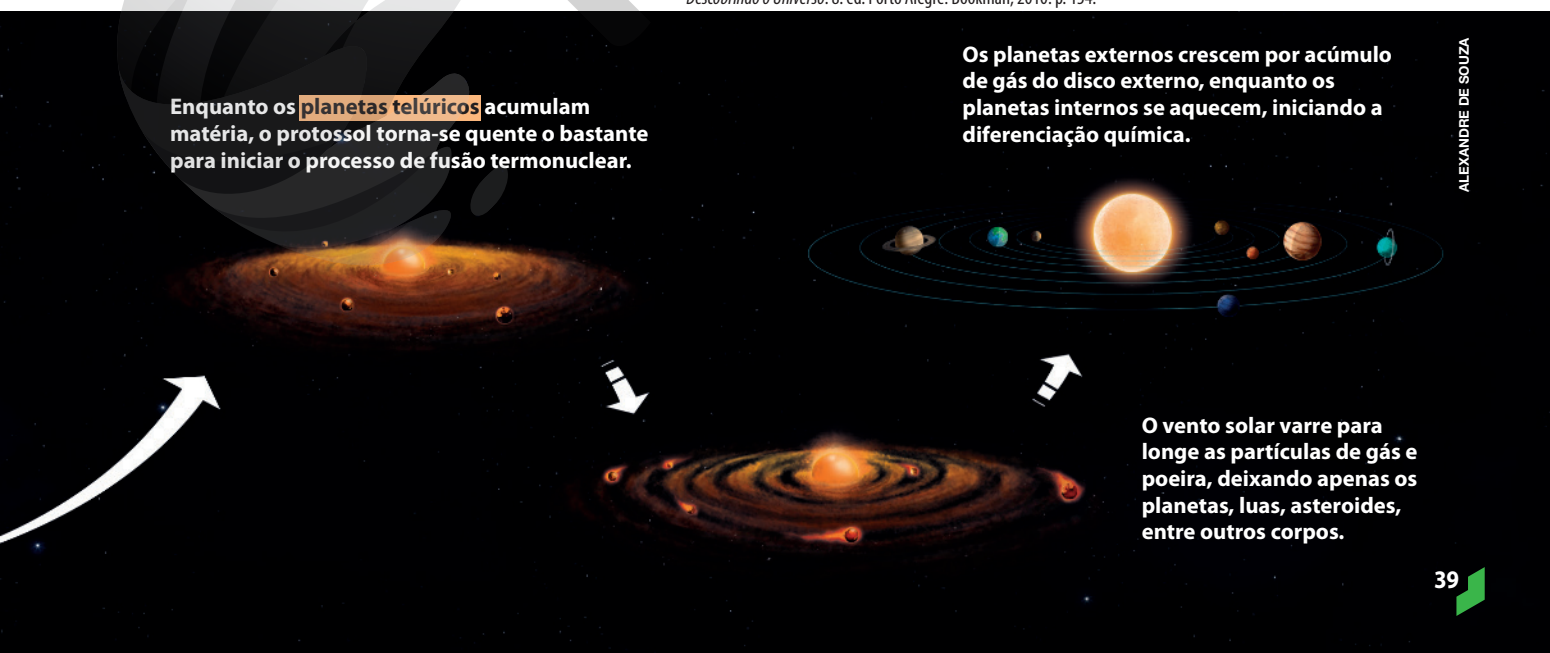
A descoberta de outros sistemas planetários aumenta a compreensão sobre a formação do Sol, da Terra e dos outros planetas, a partir do estudo de sistemas mais jovens, mais antigos ou da mesma idade que o nosso.

Planeta telúrico: planeta com composição química e densidade semelhantes às da Terra.

Planetesimal: objeto que deu origem a um planeta, como um asteroide.

Ilustração produzida com base em: COMINS, N. F.; KAUFMANN III, W. J. *Descobrindo o Universo*. 8. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010. p. 154.

Representação da formação do Sistema Solar. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.



ALEXANDRE DE SOUZA

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

MODERNA

Formação dos buracos negros e supernovas

ESO/EHT COLLABORATION

Imagem da região ao redor de um buraco negro no centro da galáxia M87. A imagem mostra um anel brilhante formado à medida que a luz se curva na intensa gravidade em torno do buraco negro, que é 6,5 bilhões de vezes mais massivo que o Sol.

Em notícias e em diversos filmes de ficção científica, provavelmente você já ouviu falar em buracos negros. Na foto ao lado, podemos ver a região ao redor de um buraco negro.

- O que você sabe sobre os buracos negros? Comente com os colegas. Respostas no **Suplemento para o professor**.

No interior das estrelas, após o início da fusão nuclear durante seu nascimento, há uma disputa entre a força gravitacional, que tenta comprimir toda a massa estelar, e a pressão interna gerada pela reação de fusão, que tenta expandir a estrela. Na juventude da estrela, quando há combustível para manter as fusões nucleares, o equilíbrio entre essas forças garante sua existência.

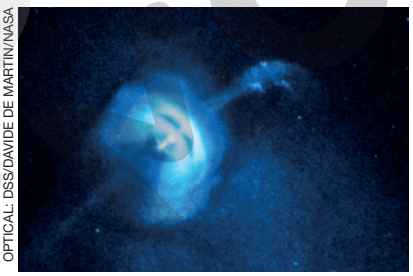
No fim da vida da estrela, faltam elementos químicos leves para manter as reações de fusão nuclear. Com isso, as forças internas desse corpo celeste se desequilibram, levando-a a um colapso.

Em uma estrela com massa acima de 8 • $M_{\odot}$, quando falta combustível, a gravidade faz com que ela se contraia rapidamente e exploda, liberando grande quantidade de energia. Essa explosão é conhecida como **supernova**.

As supernovas também podem ocorrer a partir de sistemas de estrelas, nos quais uma estrela absorve massa de outra e explode. Durante as supernovas, as altas temperaturas contribuem para a formação de elementos químicos mais pesados que o ferro, como o urânio (U), o ouro (Au) e o chumbo (Pb), e também fazem com que eles se espalhem pelo espaço, assim como os elementos que constituíam a estrela. O ouro que existe na Terra e que utilizamos em brincos e anéis se originou, em algum momento, em uma supernova.

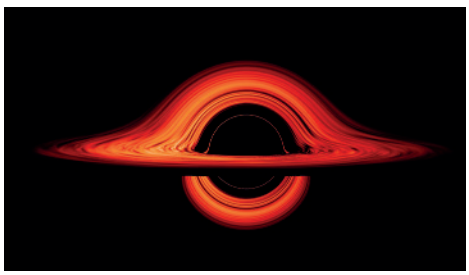
Como citado anteriormente, parte da massa da estrela que passou pela fase de supernova é ejetada para o espaço. No entanto, outra parte dessa estrela pode se contrair, formando um núcleo pequeno, com grande massa, que pode evoluir em uma estrela de nêutrons ou em um buraco negro.

Imagens sem proporção. Cores-fantasia.



CXC/UNIV OF TORONTO/M.DURANT ET AL.; OPTICAL: DSS/DAVIDE DE MARTIN/NASA

Estrela de nêutrons Pulsar de Vela, com cerca de 20 km de diâmetro e localizada a cerca de 1 000 anos-luz da Terra.



JEREMY SCHNITTMAN/NASA'S GODDARD SPACE FLIGHT CENTER/NASA

Simulação da visualização de um buraco negro mostrando como a gravidade distorce o que vemos, curvando o caminho percorrido pela luz.

As estrelas de nêutrons se formam a partir de estrelas com massa entre 8 e 25 • $M_{\odot}$. Já os buracos negros formam-se a partir da morte de estrelas com massas superiores a 25 • $M_{\odot}$.

a) Que tipo de estrelas pode resultar em supernovas?

b) O Sol poderá se transformar em um buraco negro um dia? Explique.

c) Qual é a importância dos estudos sobre as supernovas? Exponha suas opiniões para os colegas.

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

ATIVIDADES

Registre em seu caderno.

1. De acordo com a teoria mais aceita entre os cientistas sobre a origem do Universo, julgue as afirmações a seguir como verdadeiras ou falsas, justificando as falsas.

A- A teoria do *Big Bang* é a mais aceita pela comunidade científica para explicar a origem do Universo.

B- A teoria do *Big Bang* foi baseada, em parte, na teoria da relatividade de Albert Einstein e nos estudos do astrônomo Edwin Hubble.

C- O Universo não é estático e as galáxias estão se aproximando umas das outras, sugerindo que em algum período elas deveriam estar mais distantes.

A – verdadeira; B – verdadeira; C – falsa. O Universo não é estático, ele está em constante expansão, e as galáxias distantes estão se afastando umas das outras, sugerindo que em algum período elas deveriam estar mais próximas.

2. Leia a manchete a seguir.

> **Imagem do Hubble mostra colisão de duas galáxias**
>
> *Foto do telescópio espacial revela o choque entre o par de galáxias NGC 6052*
>
> Imagem do Hubble mostra colisão de duas galáxias. *Galileu,* 11 mar. 2019. Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2019/03/imagem-do-hubble-mostra-colisao-de-duas-galaxias.html>. Acesso em: 16 jan. 2020.

A manchete trata da colisão entre duas galáxias devido à atração gravitacional. Como podemos definir uma galáxia? Escreva em seu caderno a alternativa que responde corretamente a essa questão.

Alternativa **a.**

a) São regiões formadas por alta concentração de poeira interestelar e gases, contendo bilhões de estrelas.

b) São corpos celestes iluminados, que orbitam os planetas e possuem dimensões menores que eles.

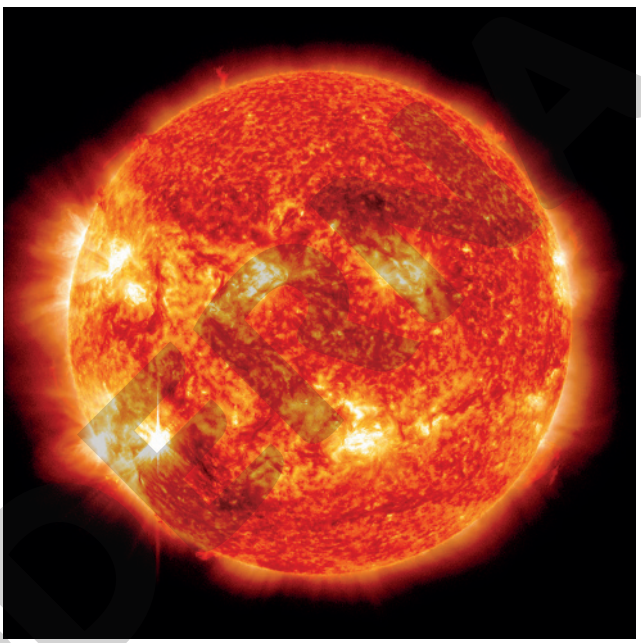
c) São corpos celestes iluminados, sem luz própria, que refletem a luz de outras estrelas.

d) São sistemas planetários, como o Sistema Solar, com apenas uma estrela central.

e) São corpos celestes esféricos, constituídos predominantemente por hidrogênio e hélio em altas temperaturas.

3. O processo é a fusão nuclear. Espera-se que os estudantes comentem que a alta temperatura e a alta pressão no interior do Sol provocam a fusão de átomos de hidrogênio, transformando-os em átomos de hélio. Nesse processo, ocorre grande liberação de energia.

3. Por muito tempo, a origem da energia irradiada pelo Sol era desconhecida. Hoje, com o auxílio de teorias que explicam a evolução das estrelas, sabe-se que a energia solar provém de processos que ocorrem no interior dessa estrela, envolvendo núcleos de elementos leves. Que processo é esse? Explique como ele ocorre.



SDO/GODDARD SPACE FLIGHT CENTER/NASA

Sol, visto do espaço.

4. De acordo com seus conhecimentos sobre o nascimento e a morte das estrelas, responda às questões abaixo. Respostas no **Suplemento para o professor**.

a) Quais são os elementos químicos básicos de uma estrela?

b) Como é chamado o núcleo pequeno, quente e denso formado por uma estrela entre 0,4 e 8 • $M_{\odot}$ após a sua morte?

c) Como é chamado o núcleo muito pequeno, quente, denso e supermassivo formado por uma estrela gigante, com massa entre 8 e 25 vezes maior que o Sol, após a sua morte?

d) Qual é o nome da explosão causada pela morte de uma estrela supermassiva?

e) Qual é o nome do corpo celeste que surgirá quando o Sol morrer?

f) Segundos antes de uma estrela supermassiva explodir em uma supernova, qual elemento químico é produzido por ela?

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

5. **(UCPEL-RS)** Cientistas dizem ter evidências da existência de um novo planeta no Sistema Solar. Desde o rebaixamento de Plutão, o Sistema Solar passou a contar com oito planetas. Entretanto, com a suposta existência de um novo planeta, voltaria a ter nove. Em estudo publicado no periódico *Astronomical Journal*, do Instituto de Tecnologia da Califórnia, os cientistas demonstram, por meio de modelos matemáticos e simulações de computadores, as conclusões de sua pesquisa. Entretanto, ainda não foi possível a observação direta do chamado "Planeta Nove".

Com relação aos planetas integrantes do Sistema Solar, é correto afirmar que Alternativa **e.**

a) Marte é um planeta do tipo terrestre ou telúrico, é conhecido como Estrela D'Alva ou estrela da manhã e por sua característica brilhante pode ser visto durante o dia.

b) Júpiter é o último (a partir do Sol) dos planetas rochosos, aparece como uma "estrela de fogo" à noite, possui calotas polares que contêm água.

c) Urano é conhecido como o "planeta azul", mas não pela presença de água e sim pelo gás metano, possui treze luas.

d) Saturno é outro dos planetas rochosos, composto basicamente de hidrogênio e hélio, caracterizado pela existência de anéis formados por seus satélites.

e) Mercúrio é o menor e o mais interno, tem uma aparência similar à da lua com crateras de impacto e planícies lisas, não possui satélites naturais.

6. Qual é a sequência correta que associa as informações dos dois quadros? I-b; II-a; III-d; IV-e; V-c.

I	Satélite natural que gira ao redor da Terra.
II	Galáxia na qual está localizado o Sistema Solar, juntamente com bilhões de outras estrelas.
III	Planeta que gira ao redor do Sol e ocupa a terceira posição em ordem de afastamento do astro.
IV	Conjunto de todos os astros, bem como de toda a matéria e todas as formas de energias existentes.
V	Conjunto formado por diversos planetas, satélites e cometas que giram ao redor do Sol.

a. Via Láctea.
b. Lua.
c. Sistema Solar.
d. Terra.
e. Universo.

7. Diversos fenômenos ocorrem no Universo por causa da ação de forças gravitacionais. Essas forças, ao longo de bilhões de anos, transformaram nuvens de hidrogênio em grandes corpos estelares, nos quais ocorrem inúmeras colisões e reações de seus núcleos, liberando energia.

No Sol, cujo núcleo é composto por átomos de hidrogênio em constante agitação, há colisões com velocidades tão elevadas, que ocorre a fusão nuclear. A energia liberada nessas colisões no núcleo do Sol é a responsável por possibilitar o desenvolvimento de vida no planeta Terra.

a) Sabe-se que a massa do núcleo de hidrogênio e de hélio é, respectivamente, $1{,}67 \cdot 10^{-27}$ kg e $6{,}65 \cdot 10^{-27}$ kg. Determine a diferença de massa resultante de uma reação de fusão de hidrogênio que ocorre no núcleo do Sol, caso este em que quatro núcleos de hidrogênio se combinam para formar um núcleo de hélio. Considere que $c = 3{,}00 \cdot 10^{8}$ m/s. $3{,}00 \cdot 10^{-29}$ kg

b) Considerando que as fusões ocorrem a uma taxa de 10^{38} por segundo, determine a potência gerada no núcleo do Sol. $2{,}7 \cdot 10^{26}$ W
Resoluções no **Suplemento para o professor**.

Para calcular a potência solar gerada, considere que ela corresponde à taxa (à razão) da energia por unidade de tempo; nesse caso, de 1 segundo.

8. Leia o trecho da obra Viagem ao céu, de Monteiro Lobato, que narra o diálogo entre o personagem Pedrinho e o seu burro.

[...]

- E qual é a sua opinião, burro, sobre a formação da Lua? Há várias hipóteses.

- Sim. Uns sábios acham que a Lua foi um pedaço de Terra que se desprendeu no tempo em que a Terra ainda estava incandescente. Outros acham que o planeta Saturno foi vítima duma tremenda explosão causada pelo choque dum astro errante. Fragmentos de Saturno ficaram soltos no céu, atraídos por este ou aquele astro. Um dos fragmentos foi atraído pela Terra e ficou a girar ao seu redor.

[...]

Viagem ao céu, de Monteiro Lobato. Em: *Monteiro Lobato – Obras Completas*, de Monteiro Lobato. São Paulo: Editora Brasiliense, 1970. v. 4. p. 214.

a) Forme grupo de 3 ou 4 pessoas e faça uma pesquisa referente às outras hipóteses de como ocorreu a formação da Lua, além das mencionadas no texto.

b) Debata e eleja a hipótese que o grupo julga mais adequada e elenque argumentos que refutem as demais.

c) Apresente a hipótese escolhida e as ideias formuladas pelo grupo à turma.

Errante: que anda sem destino certo.

8. a) Resposta pessoal. O objetivo dessa atividade é que os estudantes percebam que existem diversas explicações para um mesmo fenômeno e que muitas delas estão relacionadas à cultura dos povos.

8. b) Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é desenvolver a argumentação, incentivando os estudantes a elencar e apresentar os principais argumentos que sustentam uma ideia.

O objetivo dessa questão é desenvolver a oralidade e a divulgação de informações. Organize a sala no formato de um círculo para que discutam as ideias propostas pelos grupos.

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

MODERNA

CAPÍTULO

2

Organizando a matéria

2. Espera-se que os estudantes respondam que os átomos são encontrados em toda a matéria existente no Universo. Explique-lhes que a representação no livro é apresentada em duas dimensões, mas na matéria eles estão presentes em três dimensões. Se possível, mostre a eles uma representação/modelo concreto. Comente também que as partículas estão em constante movimento.

Estudando a matéria

1. O que é átomo?

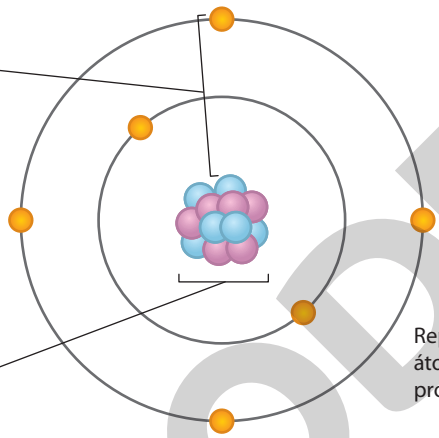
2. Onde podemos encontrar os átomos?

1. O objetivo desta questão é levantar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o assunto. Espera-se que eles respondam que o átomo é a unidade básica da matéria e que carrega características específicas de determinado elemento.

O seu corpo, assim como o de qualquer outro ser humano, é composto por diferentes sistemas, órgãos, tecidos e células. E se dissessem a você que os seres humanos, como qualquer outro ser vivo ou elemento não vivo no Universo, são compostos por átomos, você concordaria com essa afirmativa? Incentive os estudantes a responder à questão sugerida no texto.

Tudo aquilo que possui massa e ocupa lugar no espaço é chamado **matéria** e toda matéria é constituída de **átomos**. Então, sim, podemos afirmar que os seres humanos são compostos por um conjunto de átomos, que reagem e interagem uns com os outros.

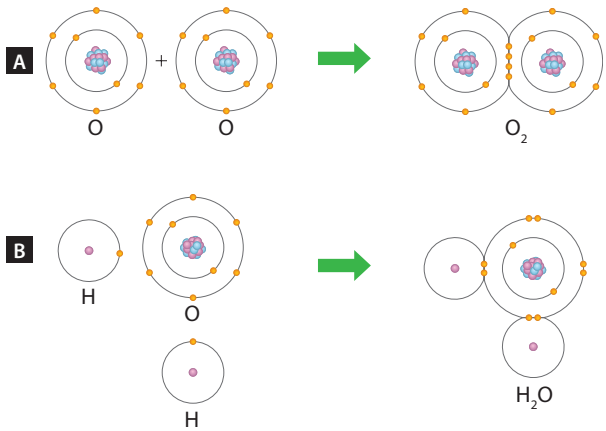
Atualmente, sabe-se que um átomo apresenta uma região central, chamada núcleo, e uma região periférica, chamada eletrosfera. Sabe-se também que ele é composto por estruturas ainda menores, chamadas **partículas subatômicas**, como os prótons, os nêutrons e os elétrons. Veja ao lado.



Representação da estrutura de um átomo de carbono (C). Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Um átomo eletricamente neutro contém o mesmo número de prótons e de elétrons e a maior parte de sua massa está concentrada no núcleo, com a massa dos elétrons sendo praticamente desprezível. Já a eletrosfera concentra o maior volume de um átomo, quando comparada ao núcleo atômico.

Os átomos podem se unir com outros átomos iguais ou diferentes, em proporções variadas, formando substâncias. O gás oxigênio (O_2), por exemplo, é formado pela união de dois átomos de oxigênio (O) (**A**). Já a molécula de água (H_2O) é formada pela união de dois átomos de hidrogênio e um átomo de oxigênio (**B**). Veja a seguir.



Representação da formação da molécula de gás oxigênio (**A**) e da molécula de água (**B**). Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

O volume é a grandeza física que se refere ao espaço ocupado por um corpo. Corpos com maior volume ocupam mais espaço no meio.

3. Observando as imagens, por meio de quais partículas subatômicas os átomos interagem entre si? Por meio dos elétrons.

ILUSTRAÇÕES: SERGIO L. FILHO

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

MODERNA

4. O objetivo desta questão é levar os estudantes a reconhecer que os elementos químicos presentes no Universo fazem parte de toda a matéria existente, inclusive a dos seres humanos. Eles podem citar o ferro presente na hemoglobina, o cálcio dos dentes e dos ossos e o nitrogênio dos ácidos nucleicos.

4. Cite um dos elementos químicos que compõem o corpo humano.

5. O que é a teoria do *Big Bang*? Espera-se que os estudantes comentem que a teoria do *Big Bang* é a teoria mais aceita atualmente para explicar a origem do Universo. De acordo com essa teoria, o Universo teria surgido há cerca de 14 bilhões de anos, quando um acúmulo de energia de altas densidade e temperatura que ocupava um volume muito pequeno se expandiu rapidamente e liberou grande quantidade de luz e calor, dando origem à matéria.

Origem dos elementos químicos

Os átomos com mesmo número de prótons em seu núcleo atômico correspondem a um elemento químico, como o hidrogênio (H, átomos com um próton), o hélio (He, átomos com dois prótons), o oxigênio (O, átomos com oito prótons) e o potássio (K, átomos com 19 prótons). Esses e tantos outros elementos químicos estão presentes em todo o Universo e fazem parte de toda a matéria existente. Você já parou para pensar como surgiram esses e os demais elementos químicos?

Incentive os estudantes a responder à questão sugerida no texto.

Atualmente, a teoria do *Big Bang* é a mais aceita para explicar a origem do Universo. Nesse evento, uma série de processos possibilitou a formação dos primeiros elementos químicos. Veja a seguir.

VECTORMINE/SHUTTERSTOCK

Representação do *Big Bang*. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Logo após o início da expansão do Universo, a temperatura era extremamente alta e havia grande quantidade de energia.

À medida que o Universo se expandia, a temperatura diminuía, possibilitando a formação das primeiras partículas, conhecidas como *quarks*. Alguns segundos depois, formaram-se outras partículas, como os elétrons.*

Conforme a expansão ocorria, diversas partículas atômicas foram sendo formadas. Nesse processo, os *quarks* deixaram de existir isoladamente e passaram a se combinar, formando prótons e nêutrons.

Após cerca de três minutos da grande explosão, a temperatura atingiu valores que possibilitaram a formação de núcleos leves de deutério, pela colisão e fusão de prótons e nêutrons. Esses núcleos se combinaram com outras partículas e deram origem a núcleos de hidrogênio, hélio e lítio (Li), em pequenas quantidades. Essa foi a composição do Universo por milhares de anos.

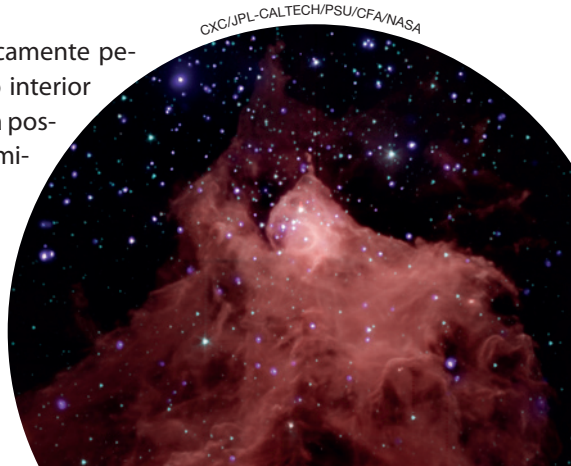
A contínua redução da temperatura possibilitou que os elétrons se combinassem com esses núcleos e formassem os primeiros átomos. Os átomos são a menor porção do elemento químico que carrega suas propriedades.

Ao longo de seu desenvolvimento, o Universo foi se expandindo e resfriando. Isso possibilitou que a matéria existente se condensasse, formando nuvens de gás. Essas nuvens deram origem às primeiras estrelas e, após cerca de um bilhão de anos, formaram-se as primeiras galáxias.

Ilustração produzida com base em: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. *O Big Bang*. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/fis02001/aulas/cosmo3.html>; University of California. *Origin of the Elements*. Disponível em: <https://www2.lbl.gov/abc/wallchart/chapters/10/0.html>. Acessos em: 28 mar. 2020.

*Por questões didáticas, optamos por suprimir algumas partículas e antipartículas envolvidas no processo de formação dos primeiros átomos.
Se achar conveniente, comente com os estudantes que os cientistas acreditam que os átomos de hélio e de hidrogênio se combinaram, formando a primeira molécula do Universo, conhecida como hidreto de hélio (HeH). A partir dessa molécula, recentemente identificada no espaço, diversas outras foram se formando.

As primeiras estrelas eram compostas basicamente pelos elementos químicos hélio e hidrogênio. No interior delas, as condições de pressão e de temperatura possibilitaram a formação de outros elementos químicos que passaram a fazer parte do Universo.



CXC/JPL-CALTECH/PSU/CFA/NASA

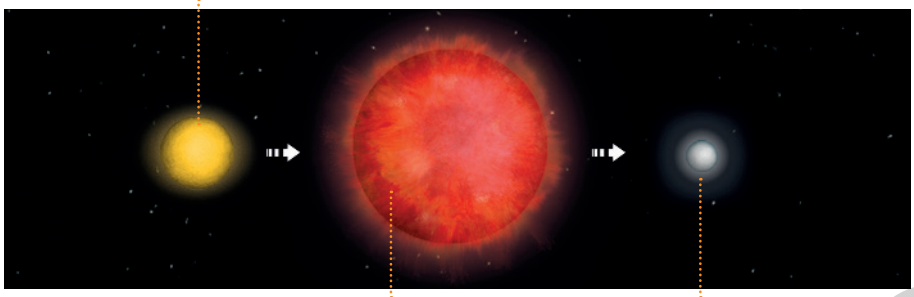
Nuvem densa de gás e poeira Cepheus B, localizada na Via Láctea. Essa nuvem é remanescente da formação da galáxia e rica no elemento químico hidrogênio. Os pontos brilhantes na imagem são estrelas jovens ou em formação.

As estrelas foram e ainda são o principal local de formação de diferentes elementos químicos. Isso porque, ao longo da formação das estrelas, ocorrem variações de temperatura e de pressão, favorecendo o surgimento de diferentes elementos químicos.

O tamanho das estrelas também interfere no elemento químico formado, porque, dependendo de seu tamanho, as condições internas variam. Veja a seguir os elementos químicos formados ao longo da formação de dois tipos de estrela (**A** e **B**).

A

No interior de estrelas com tamanho inferior a oito massas solares, ao longo de bilhões de anos, ocorre a fusão de átomos de hidrogênio, resultando na formação de átomos de hélio.



ALEXANDRE DE SOUZA

Representação de parte da evolução de uma estrela com tamanho inferior a oito massas solares. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

No interior das gigantes vermelhas, as condições de temperatura e de pressão possibilitam que a fusão de átomos de hélio resulte em átomos de carbono e de nitrogênio (N).

Na fase de anã-branca, podem ocorrer explosões que favorecem a formação de átomos dos elementos químicos hélio, carbono, oxigênio, nitrogênio e neônio (Ne). Além disso, também podem se formar os átomos dos elementos químicos níquel (Ni), cobre (Cu) e ferro (Fe).

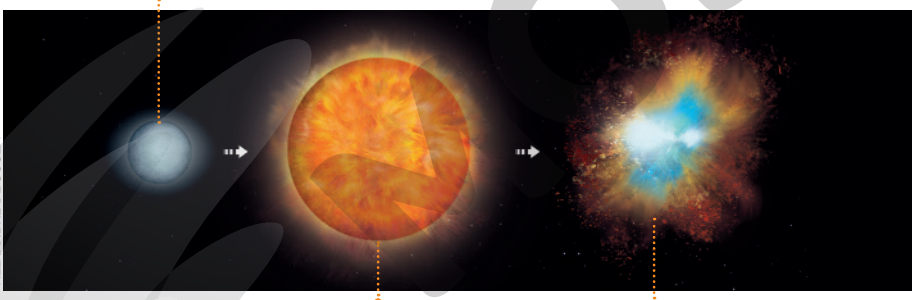
Elemento radioativo: aquele capaz de emitir radiação espontaneamente.

Massa solar: unidade de medida que corresponde à massa do Sol ($1{,}9 \cdot 10^{30}$ kg).

Raio cósmico: composto por partículas, como prótons e elétrons, que se movem no espaço em alta velocidade.

B

Nas estrelas com tamanho superior a oito massas solares, a fusão entre átomos de hidrogênio e hélio ocorre de modo mais rápido, encerrando-se em menos de 1 bilhão de anos.



ALEXANDRE DE SOUZA

Representação de parte da evolução de uma estrela com tamanho superior a oito massas solares. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Nas supergigantes vermelhas, as condições extremas possibilitam que átomos de hélio e de carbono deem origem a átomos de oxigênio. Nessa fase, ocorrem diversos processos, em diferentes camadas das estrelas, que resultam em átomos de uma variedade de elementos químicos, como magnésio (Mg), neônio, silício, nitrogênio, sódio (Na), alumínio (Al), fósforo (P), cloro (Cl), potássio, cálcio (Ca), níquel, titânio (Ti), vanádio (V), argônio (Ar), copernício (Cn) e ferro.

A grande explosão resultante da morte estelar cria condições que possibilitam a formação de átomos dos elementos químicos silício (Si) e níquel. Além disso, formam-se iodo (I), xenônio (Xe), ouro (Au) e platina (Pt), bem como átomos de elementos radioativos.

Além da formação de elementos químicos nas estrelas, é possível que alguns deles sejam formados no espaço, por ação dos raios cósmicos. Esses raios podem se chocar com átomos existentes no espaço entre as estrelas, como átomos de hidrogênio e de hélio, originando átomos de outros elementos químicos, como lítio, berílio (Be) e boro (B).

Ilustrações produzidas com base em: NASA. *What is Your Cosmic Connection to the Elements?* Disponível em: <https://www.nasa.gov/pdf/190387main_Cosmic_Elements.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2020.

6. O objetivo desta questão é fazer com que os estudantes reflitam sobre a dispersão dos elementos químicos no espaço, relacionando-a com a formação das estrelas. Espera-se que eles comentem que esses elementos formados nas estrelas são dispersos pelas nebulosas planetárias, quando a estrela em colapso perde parte de suas camadas mais externas, e quando ocorrem explosões, como a supernova (morte estelar), que lança esses elementos no espaço.

6. Como os elementos químicos formados nas estrelas chegam a diferentes locais do espaço?

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

MODERNA

Distribuição dos elementos químicos

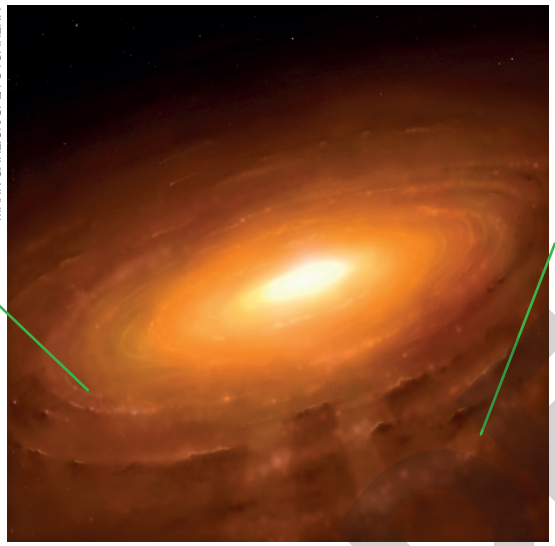
7. Como os elementos químicos formados após o *Big Bang* ou no interior das estrelas, por exemplo, foram incorporados à Terra?

Espera-se que os estudantes comentem que, em determinadas condições, os elementos químicos dispersos no Universo dão origem a nuvens de gás e poeira, as quais resultam na formação dos sistemas planetários, como o Sistema Solar. Nesse processo, o material existente na nuvem sofre condensação, dando origem a uma estrela. O material restante dá origem a protoplanetas, que resultam em planetas, como a Terra.

Ao longo da origem e do desenvolvimento do Universo, diferentes elementos químicos foram formados e espalhados pelo espaço. Os átomos desses elementos foram se unindo uns com os outros, originando as substâncias. Estas também interagiram entre si para originar porções de matéria cada vez maiores, possibilitando a formação de diferentes astros, como estrelas e planetas, e sistemas planetários.

O Sistema Solar se formou há cerca de 4,6 bilhões de anos, a partir de uma nuvem densa de poeira e gás, chamada **nebulosa solar**. Ao entrar em colapso, a matéria dessa nuvem começou a se mover rapidamente, formando um disco. Nesse disco, as partículas microscópicas de matéria começaram a se unir, dando origem a corpos rochosos, que resultaram em planetesimais, os quais deram origem aos planetas.

MARK GARLICK/SPL/FOTOARENA



Representação da nebulosa solar. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Os planetesimais ricos em elementos químicos mais densos, como metais e silicatos, foram mantidos na região mais interna do disco, próximo ao Sol, onde a temperatura era elevada. Esses planetesimais deram origem aos planetas rochosos: Mercúrio, Vênus, Terra e Marte.

Substâncias voláteis, como água e amônia (NH_3), foram empurradas para as porções mais externas do disco. As baixas temperaturas dessa região possibilitaram que essas moléculas se condensassem. Os planetesimais formados nessa região deram origem a planetas com núcleos rochosos e porções externas ricas em líquidos e gases, os chamados planetas gasosos: Júpiter, Saturno, Urano e Netuno.

A distribuição variável dos elementos químicos durante a formação do Sistema Solar interferiu na composição atual dos astros desse sistema planetário. Veja a seguir.

Netuno: sua atmosfera é composta pelos gases hidrogênio, hélio e pequena quantidade de metano (CH_4). Seu núcleo é composto por ferro e níquel e é rodeado por água com amônia e metano dissolvidos.

Urano: seu núcleo é composto por ferro e níquel e é rodeado por água. Já sua atmosfera é composta pelos gases hidrogênio, hélio e uma pequena quantidade de metano, além de traços de água e de amônia.

Saturno: apresenta uma atmosfera composta pelos gases hidrogênio e hélio. Já seu núcleo é composto por ferro e níquel, envolvido por hidrogênio líquido.

Júpiter: sua atmosfera é composta pelos gases hidrogênio, hélio, metano e amônia e por vapor de água. Seu núcleo é formado por ferro e dióxido de silício (SiO_2), envolvido por hidrogênio líquido.

Ilustração produzida com base em: NASA. *Planets*. Disponível em: <https://solarsystem.nasa.gov/planets/overview/>. Acesso em: 28 mar. 2020; COMINS, N. F.; KAUFMANN III, W. J. *Descobrindo o Universo*. 8. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

HELOÍSA PINTARELLI

Representação do Sistema Solar. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

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

MODERNA

A estrutura da Terra

Em determinado momento de sua formação, o material que compunha a Terra estava completamente derretido. Nesse estado, a maior parte dos átomos de ferro e dos átomos de outros elementos químicos mais densos se movimentou em direção ao centro da Terra, enquanto os mais leves se moveram em direção à superfície. Esse processo é chamado **diferenciação planetária** e possibilitou a formação das quatro camadas principais da Terra: núcleo interno, núcleo externo, manto e crosta, com constituições químicas variadas.

Embora existam na Terra mais de 100 elementos químicos, apenas oito deles correspondem a mais de 99% da massa do planeta. Entre eles, destacam-se o ferro, o oxigênio, o silício e o magnésio, que perfazem mais de 90% da massa terrestre.

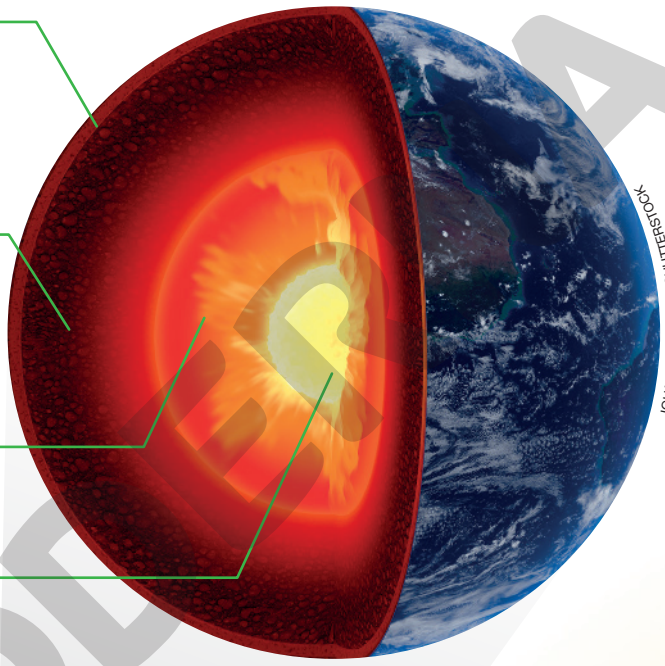
Representação da Terra em corte mostrando suas camadas. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Crosta: camada mais externa da Terra. Nas porções continentais, essa camada apresenta em média 30 km de espessura, enquanto no assoalho dos oceanos o valor médio é de 5 km. Essa camada é formada basicamente pelos elementos químicos oxigênio, silício, alumínio, ferro, cálcio, magnésio, potássio e sódio.

Manto: camada mais espessa da Terra. Apresenta cerca de 2 900 km de espessura e é composta por rochas derretidas ricas em ferro e magnésio. A composição química desta camada abrange principalmente os elementos químicos oxigênio, magnésio, silício e ferro.

Núcleo externo: região de aproximadamente 2 300 km de espessura, composta por ferro e níquel líquidos.

Núcleo interno: esfera sólida composta por ferro e níquel, com aproximadamente 1 220 km de raio.



JOHAN SWANEPOEL/SHUTTERSTOCK

Ilustração produzida com base em: NASA. *Earth*. Disponível em: <https://solarsystem.nasa.gov/planets/earth/in-depth/>. Acesso em: 28 mar. 2020; PRESS, F. et al. *Para entender a Terra*. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. p. 31-32.

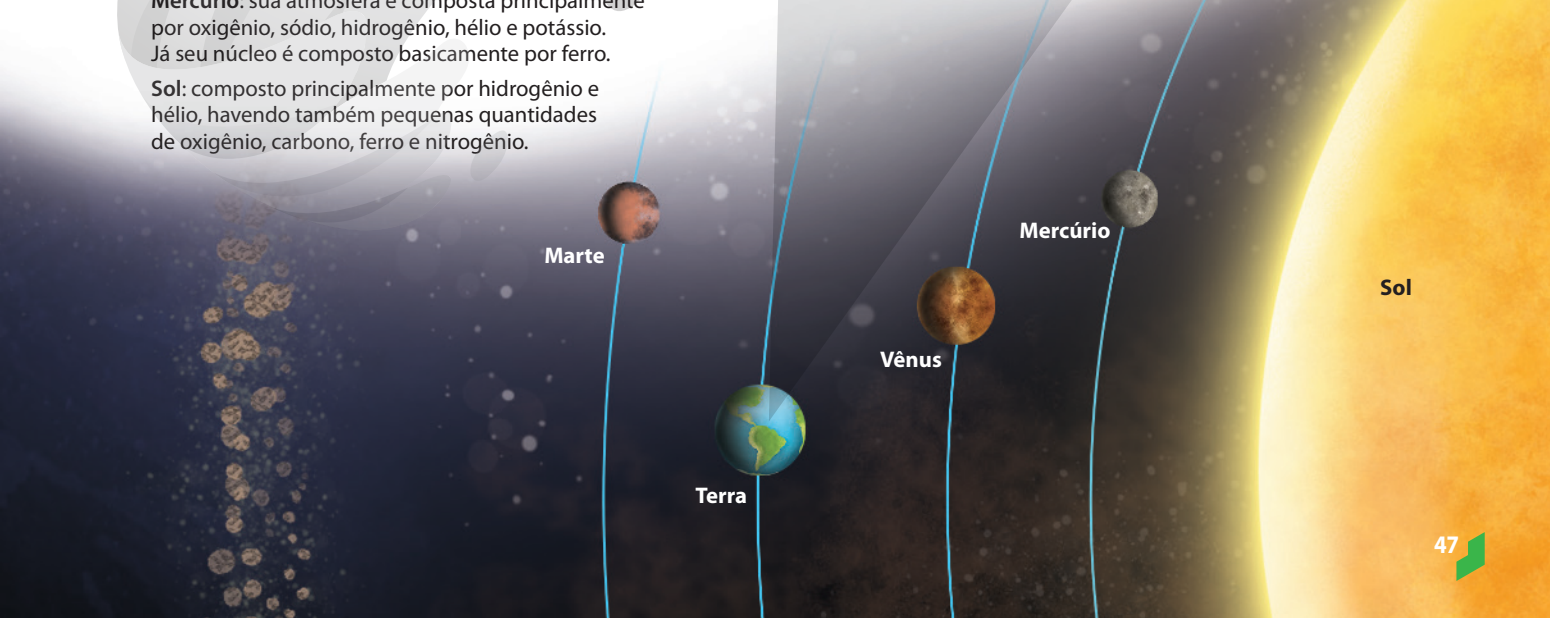
Marte: sua atmosfera é composta pelos gases dióxido de carbono (CO_2), nitrogênio e argônio. Já seu núcleo é composto por ferro e níquel.

Terra: sua atmosfera é composta, principalmente, pelos gases nitrogênio e oxigênio. Além desses, existem outros gases em menor quantidade, como argônio, dióxido de carbono e neônio.

Vênus: apresenta uma atmosfera composta por dióxido de carbono, gás nitrogênio e nuvens contendo gotículas de ácido sulfúrico (H_2SO_4). Seu núcleo é composto por ferro e níquel.

Mercúrio: sua atmosfera é composta principalmente por oxigênio, sódio, hidrogênio, hélio e potássio. Já seu núcleo é composto basicamente por ferro.

Sol: composto principalmente por hidrogênio e hélio, havendo também pequenas quantidades de oxigênio, carbono, ferro e nitrogênio.



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

PROIBIDA

ATIVIDADES

Registre em seu caderno.

Respostas das questões **1** e **3** no **Suplemento para o professor**.

1. Leia o trecho do texto a seguir.

Cerca de 14,5 bilhões de anos atrás, uma grande explosão (em inglês, *big bang*) formou o hidrogênio e o hélio, os elementos mais leves. Posteriores reações nucleares nas estrelas transmutaram estes elementos em outros mais pesados, incluindo o carbono, o nitrogênio, o oxigênio, o enxofre, o fósforo e a maioria dos outros elementos da tabela periódica. Explosões de estrelas com muita massa, chamadas de supernovas, espalharam os elementos pelo universo e, ao longo do tempo, os elementos pesados se juntaram para formar os planetas e os outros corpos celestes. Através de um processo, que ainda não é compreendido e sobre o qual continua a haver muita pesquisa, moléculas simples se formaram, eventualmente incluindo moléculas orgânicas que podem dar suporte à vida — os ácidos nucleicos que formam o DNA e o RNA, os aminoácidos que compõem as proteínas, os carboidratos, como a glicose, e outros tipos de moléculas. É a partir de elegantes blocos de construção moleculares como estes que a incrível riqueza da química e da vida evoluiu. **Portanto, no verdadeiro sentido da palavra, nós, seres vivos, somos feitos de poeira estelar**, e sem as supernovas não haveria a química orgânica e tampouco a vida.

[...]

SOLOMONS, T. W. G.; FRYHLE, C. B. *Química orgânica*. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. v. 1. p. 2.

a) De acordo com o texto, qual é a relação do *Big Bang* e da formação das estrelas com a formação dos elementos químicos?

b) Como os elementos químicos podem ser relacionados à existência de vida na Terra?

c) Explique com suas palavras o trecho destacado no texto.

2. Alguns pesquisadores utilizam o termo "nife" para se referir ao núcleo da Terra. Isso porque essa camada terrestre é constituída basicamente de:

Alternativa **e**.

a) nitrogênio e feldspato.

b) níquel e flúor (F).

c) nitrogênio, iodo, flúor e estanho (Sn).

d) neônio, fósforo e estanho.

e) níquel e ferro.

3. Os quadros abaixo apresentam a composição química, em porcentagem, do planeta Terra (**A**) e de uma de suas camadas (**B**).

A

Elemento químico	Planeta Terra
Ferro	35%
Oxigênio	30%
Silício	15%
Magnésio	13%
Níquel	2,4%
Enxofre	1,9%
Cálcio	1,1%
Alumínio	1,1%
Outros	<1%

B

Elemento químico	Crosta terrestre
Oxigênio	46%
Silício	28%
Alumínio	8%
Ferro	6%
Magnésio	4%
Cálcio	2,4%
Potássio	2,3%
Sódio	2,1%
Outros	<1%

Fonte: PRESS, F. et al. *Para entender a Terra*. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. p. 32.

a) O que você pode dizer a respeito da distribuição dos elementos químicos na Terra?

b) Qual foi a importância do processo de diferenciação planetária na atual composição química das camadas da Terra?

c) Junte-se a um colega e, utilizando uma planilha eletrônica, construam um gráfico de colunas e um gráfico de setores com os dados apresentados nos quadros. Em seguida, avaliem qual tipo de apresentação de dados e informações – quadros, gráfico de colunas ou gráficos de setores – vocês consideram mais fácil de interpretar. Justifique sua escolha.

4. **(UEM-PR)** Escreva em seu caderno a soma dos valores das alternativas corretas sobre a estrutura interna da Terra e sobre suas características. Soma: 01 + 04 + 08 = 13

01) O conhecimento do interior da Terra ocorre por métodos indiretos de investigação, que auxiliam na identificação de suas características físicas.

02) Entre as camadas dos materiais que formam o interior da Terra existem passagens graduais e harmônicas, conforme indicam estudos sismológicos.

04) O núcleo da Terra é dividido em duas partes, uma interna de consistência rígida e a outra externa de consistência pastosa.

08) No manto, encontram-se diversos elementos químicos que, em estado de fusão, formam os minerais.

16) A crosta, composta por ferro e níquel, é a camada intermediária da estrutura interna da Terra, fornecendo a sustentação do planeta devido à sua constituição.

MODERNA

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

Teorias atômicas

Do que a matéria é formada? Qual é a menor porção da matéria? O que a areia, o ser humano e um cometa, por exemplo, têm em comum? Questões semelhantes a essas e inúmeras outras intrigaram os cientistas ao longo do tempo. Para responder, alguns estudiosos desenvolveram modelos científicos.

Os filósofos antigos foram os primeiros a divulgar suas ideias com o intuito de explicar a natureza da matéria que constitui todo o Universo. Por exemplo, os filósofos pré-socráticos, como os gregos Leucipo de Mileto (480 a.C.-420 a.C.) e Demócrito de Abdera (460 a.C.-370 a.C.), defendiam que toda a matéria era constituída por partículas minúsculas e indivisíveis, chamadas átomos (do grego *a*, não, e *tomo*, parte, ou seja, o indivisível). Para esses filósofos, os átomos estavam em constante movimento, possibilitando colisões e reagrupamentos que resultaram na formação da matéria. Os estudiosos que defendiam essas ideias ficaram conhecidos como atomistas.

HISTORIC IMAGES/ALAMY/FOTOARENA – PINACOTECA QUERINI STAMPALIA, VENEZA, ITÁLIA

Leucipo de Mileto

AURELIAN IMAGES/ALAMY/FOTOARENA – MUSEU DE BELAS ARTES DE ROUEN, FRANÇA

Demócrito de Abdera

Outra proposta sobre a constituição da matéria foi formulada pelo filósofo grego Empédocles (490 a.C.-430 a.C.). Esse estudioso defendia que tudo o que existia no Universo era formado por quatro elementos: água, ar, terra e fogo. Empédocles não baseou sua hipótese dos quatro elementos em nenhuma evidência experimental. No entanto, ele conseguiu comprovar por experimentos a existência do ar, um dos elementos formadores da matéria.

REPRODUÇÃO – WELLCOME COLLECTION (CC BY 4.0) ATTRIBUTION 4.0 INTERNATIONAL (CC BY 4.0)

Empédocles

Os filósofos gregos Platão (427 a.C.-347 a.C.) e Aristóteles (384 a.C.-322 a.C.) foram grandes defensores da ideia dos quatro elementos. Além disso, eles incorporaram outras concepções a respeito da constituição da matéria, formulando hipóteses como a da inexistência de partículas indivisíveis, como era defendido por outros estudiosos.

A.SYCH/SHUTTERSTOCK – COLEÇÃO PARTICULAR

Aristóteles

ARCHIVES CHARMET/BRIDGEMAN/EASYPIX – BIBLIOTECA DA FACULDADE DE MEDICINA, PARIS, FRANÇA

Platão

Durante certo tempo, a linha de pensamento dos quatro elementos se sobrepôs à visão atômica da constituição da matéria, exercendo grande influência sobre o pensamento científico, desde a Antiguidade até o século XVII.

Durante o século XVII, a noção de átomo, proposta pelos filósofos Demócrito e Leucipo, foi retomada, substituindo as ideias do filósofo Empédocles. Isso ocorreu porque alguns cientistas perceberam que a água e o ar, por exemplo, não eram elementos fundamentais da matéria, mas sim elementos que se combinavam para formar novas substâncias.

Na tentativa de reconhecer os átomos como componentes básicos da matéria, conhecer suas propriedades e como interagiam para formar substâncias, diferentes teorias e modelos foram desenvolvidos ao longo do tempo por diversos cientistas. A seguir, vamos estudar alguns desses modelos e teorias atômicas.

1. Como você responderia às questões propostas no texto ao lado?

Resposta pessoal. O objetivo desta questão é levantar os conhecimentos prévios dos estudantes a respeito dos átomos e da constituição da matéria.

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

EM MOMENTO

Teoria atômica de Dalton

REPRODUÇÃO – WELLCOME COLLECTION. ATTRIBUTION 4.0 INTERNATIONAL (CC BY 4.0)

John Dalton

Em 1803, o químico e meteorologista inglês John Dalton (1766-1844) retomou a ideia atômica proposta por Demócrito e Leucipo para explicar a composição da matéria.

Embora os filósofos pré-socráticos já houvessem citado a existência de átomos indivisíveis como constituintes da matéria, foi Dalton quem demonstrou experimentalmente que os átomos poderiam existir, provendo um caráter científico para os estudos da constituição da matéria.

Dalton realizou diversos trabalhos que o levaram a formular a teoria atômica e a propor o primeiro modelo atômico experimental conhecido. Com base em seus estudos, John Dalton formulou alguns postulados, que reúnem as informações a seguir.

- Toda matéria é composta por pequenas partículas indivisíveis chamadas átomos.
- Todos os átomos de um mesmo elemento químico são idênticos.
- Os átomos de diferentes elementos químicos diferem entre si e apresentam massas, propriedades físicas e propriedades químicas distintas.
- Durante as reações químicas, os átomos não são criados nem destruídos.
- Os átomos podem combinar entre si, formando substâncias.
- A combinação de átomos de mais de um elemento químico resulta em compostos.
- Um composto é sempre constituído pelo mesmo número e tipo de átomos.

Postulado: pressuposição que não foi testada no trabalho em questão, mas que foi testada e aceita em trabalhos anteriores.

A teoria atômica de Dalton considerava que os átomos eram esféricos, maciços e indivisíveis. Por essa razão, esse cientista associou seu modelo atômico a uma bola de bilhar. Tal modelo foi apresentado à comunidade científica em 1808.

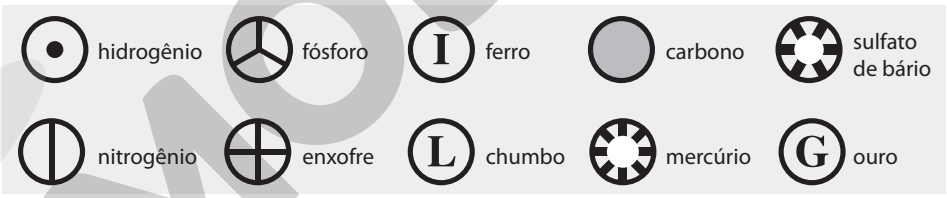
CYNTHIA SEKIGUCHI

Representação do modelo atômico de Dalton. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Além da formulação do modelo atômico, Dalton também elaborou uma representação simbólica de átomos, em que os elementos químicos eram representados por círculos com linhas, pontos e letras.

Os símbolos utilizados por Dalton serviam individualmente para representar os elementos e, em combinação, para representar os compostos.

Veja abaixo alguns exemplos dos símbolos criados por Dalton.

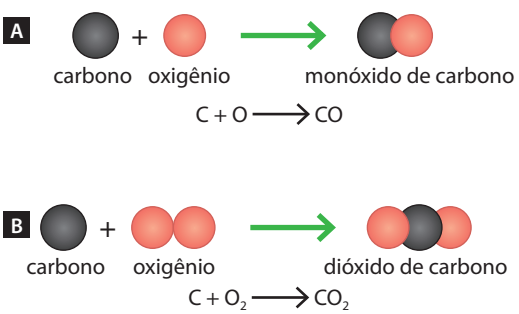


SERGIO L. FILHO

Representação sugerida por John Dalton para os átomos de alguns elementos químicos.

Em seus estudos, Dalton investigou as propriedades da matéria. Ele afirmou, por exemplo, que a massa de determinado composto era igual à soma das massas dos átomos que o compõem. Dessa forma, em uma reação química, a massa total dos materiais antes e depois da reação seria a mesma.

Os postulados de Dalton também explicavam como compostos diferentes podem ser formados pelos mesmos tipos de átomos. Para isso, bastava que as proporções dos átomos fossem diferentes. Veja os exemplos a seguir.



CYNTHIA SEKIGUCHI

Representação da formação de compostos diferentes a partir de átomos dos mesmos elementos químicos. Embora as reações representadas em **A** e em **B** envolvam átomos de carbono e de oxigênio, a proporção deles nas reações químicas é diferente, resultando em compostos distintos: monóxido de carbono (CO), em **A**, e dióxido de carbono, em **B**. Imagens sem proporção e em cores-fantasia.

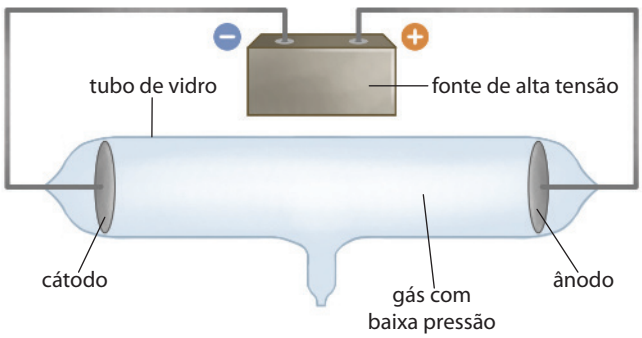
MODERNA

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

Teoria atômica de Thomson

Ao longo do tempo, os avanços na investigação da matéria direcionavam para uma nova visão de átomo, sugerindo uma estrutura mais complexa e constituída por partículas ainda menores, chamadas subatômicas. O desenvolvimento de estudos e experimentos sobre a eletricidade e a radioatividade foi essencial para as primeiras elucidações a respeito da estrutura interna do átomo.

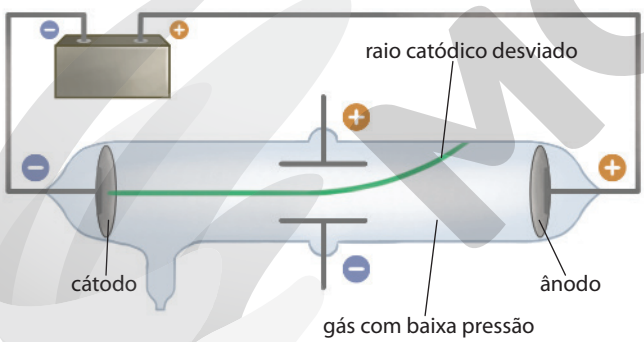
A partir do século XVIII, foram realizados estudos sobre as descargas elétricas. Por meio deles, os cientistas perceberam, por exemplo, que, ao aplicar alta voltagem no tubo contendo gás a baixa pressão, surgia uma radiação em seu interior. Essa radiação não era visível, mas sua movimentação no interior do tubo podia ser percebida devido à emissão de luz. A radiação que surgia no interior do tubo se originava no polo negativo, também chamado cátodo, e, por isso, recebeu o nome de **raios catódicos**.



Representação da ampola de raios catódicos. Esse aparato foi desenvolvido pelo químico inglês William Crookes (1832-1919) e possibilitou a descoberta dos raios catódicos. Nesse modelo de experimento, uma alta tensão elétrica era aplicada em gases com baixa pressão, presentes no interior de um tubo de vidro selado com eletrodos em suas extremidades. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Eletrodo: item produzido com material condutor de corrente elétrica que fornece ou retira corrente elétrica de um sistema.

Em 1897, o físico inglês Joseph John Thomson (1856-1940) realizou experimentos com os raios catódicos, utilizando diferentes gases. Ele observou que esses raios eram provenientes de qualquer tipo de gás e eram desviados em direção à placa de metal carregada positivamente. Com isso, Thomson concluiu que os raios catódicos eram compostos por partículas providas de massa e carregadas negativamente, às quais deu o nome de **elétrons**. Essa foi a primeira partícula subatômica descoberta e a primeira evidência experimental da estrutura interna dos átomos, agora vistos como unidades divisíveis.



Representação do experimento de Thomson. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

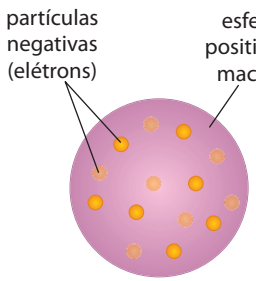
Joseph John Thomson

!

As partículas podem apresentar carga elétrica positiva ou negativa. As que apresentam cargas de mesmo sinal (+/+ ou –/–) se repelem, enquanto as partículas com cargas de sinais opostos (+/–) se atraem.

Posteriormente, Thomson realizou estudos sobre a massa dos elétrons. Ele argumentou que, como essas partículas representavam apenas uma pequena fração da massa de um átomo, elas também seriam pouco responsáveis pelo tamanho do átomo. Além disso, embora os elétrons apresentassem carga negativa, os átomos como um todo tinham carga nula. Sendo assim, os átomos deveriam apresentar carga positiva suficiente para anular a carga negativa.

Em 1903, para abranger suas observações, Thomson propôs um novo modelo de átomo, que consistia em uma esfera maciça e com carga positiva, na qual pequenas partículas negativas, os elétrons, estavam distribuídas em circunferências concêntricas.



CYNTHIA SEKIGUCHI

Representação de uma das possíveis interpretações do modelo atômico de Thomson. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

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

ILUSTRAÇÕES: HELOÍSA PINTARELLI

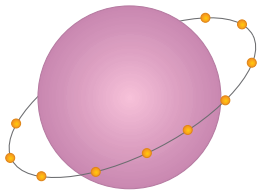
MODERNA

Teoria atômica de Nagaoka

ULLSTEIN BILD DTL/GETTY IMAGES – COLEÇÃO PARTICULAR

Hantaro Nagaoka

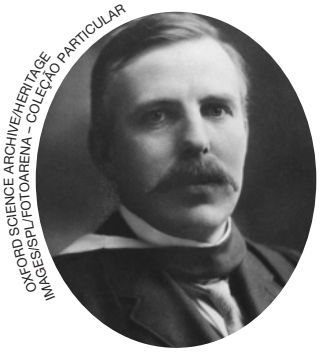
Em 1904, o físico japonês Hantaro Nagaoka (1865-1950) publicou um artigo apresentando à comunidade científica seu modelo atômico. De acordo com Nagaoka, o átomo não era uma esfera maciça que concentrava a maior parte do volume atômico, na qual estavam distribuídos os elétrons. Para ele, o átomo era uma grande região central ao redor da qual os elétrons se moviam em órbita. Mais tarde, essa proposta ficou conhecida como modelo atômico saturniano, pois sua interpretação lembrava o planeta Saturno.



ILUSTRAÇÕES: HELOÍSA PINTARELLI

Representação de uma das possíveis interpretações do modelo atômico de Nagaoka. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Teoria atômica de Rutherford

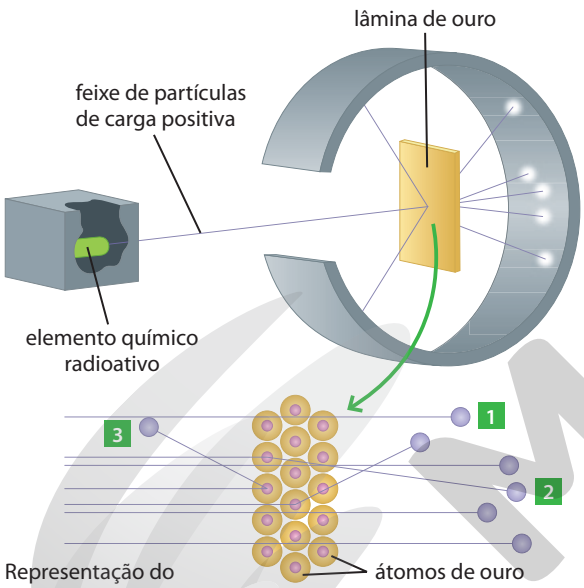


OXFORD SCIENCE ARCHIVE/HERITAGE IMAGES/SPL/FOTOARENA – COLEÇÃO PARTICULAR

Ernest Rutherford

Em 1910, o físico neozelandês Ernest Rutherford (1871-1937) e sua equipe, composta pelo físico alemão Hans Geiger (1882-1945) e o físico inglês Ernest Marsden (1889-1970), propuseram alguns experimentos, baseados no modelo de Nagaoka, que contestavam o modelo atômico proposto por Thomson.

Nos experimentos de Geiger-Marsden, uma lâmina de ouro foi colocada em frente à amostra de um elemento químico radioativo, ou seja, que emite radiação espontaneamente. Essa radiação pode ser de três tipos: alfa (α), beta (β) e gama (γ). As radiações alfa e beta são compostas por partículas com carga positiva e negativa, respectivamente, enquanto a radiação gama é desprovida de carga elétrica.



Representação do experimento de Rutherford, Geiger e Marsden. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

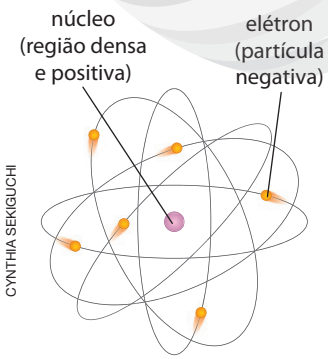
Ao bombardear a lâmina de ouro com partículas alfa, Rutherford e seus colaboradores observaram que a maioria delas atravessou a lâmina de ouro. No entanto, algumas dessas partículas sofreram grandes desvios e outras ricochetearam em direção à fonte. A análise dos resultados desse experimento levou a conclusões que eram incoerentes com o modelo atômico proposto por Thomson.

1 **Observação**: A maioria das partículas α atravessou a fina lâmina de ouro sem sofrer desvio considerável em sua trajetória. **Conclusão**: A maior parte do volume total do átomo é espaço vazio.

2 **Observação**: Algumas partículas α sofreram grandes desvios durante a trajetória. **Conclusão**: A região central do átomo concentra uma porção muito pequena do átomo dotada de carga positiva, à qual foi dado o nome de núcleo.

3 **Observação**: Poucas partículas α ricochetearam e retornaram em direção à fonte radioativa. **Conclusão**: A maior parte da massa do átomo está localizada no núcleo.

Os resultados do experimento descrito acima levaram à elaboração de um novo modelo atômico. Nele, Rutherford propôs que o átomo era formado por uma pequena região central positiva, que concentrava quase toda a massa do átomo – o núcleo –, e era circundada por um grande espaço vazio. Nesse espaço, localizavam-se os elétrons, os quais se movimentavam em torno do núcleo seguindo órbitas específicas.



CYNTHIA SEKIGUCHI

Representação do modelo atômico de Rutherford. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

2. Com base no modelo atômico proposto por Rutherford, explique com suas palavras os resultados do experimento descrito acima. Resposta no **Suplemento para o professor**.

Acesse o simulador Espalhamento de Rutherford, disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/rutherford-scattering>. Acesso em: 28 mar. 2020. Nele, você vai investigar o comportamento das partículas α ao incidirem em um átomo.

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

MODERNA

Rutherford e sua equipe continuaram a realizar experimentos com as partículas α. Em 1919, Rutherford concluiu que o núcleo de todos os átomos continha partículas carregadas positivamente. A essas partículas subatômicas foi dado o nome de **próton**.

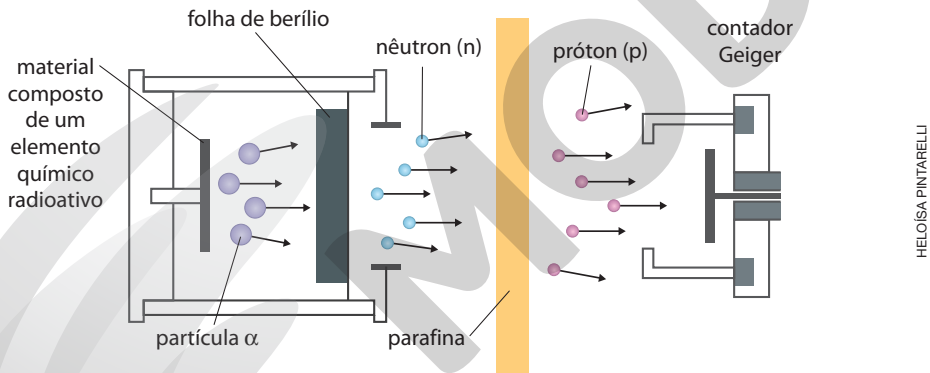
Em 1913, ao realizar experimentos com raios X, o físico inglês Henry Gwyn Jeffreys Moseley (1887-1915), membro da equipe de Rutherford, chegou à conclusão de que as propriedades dos elementos químicos variavam em função do número de prótons existentes no núcleo atômico. Dessa forma, foi possível determinar que cada elemento químico apresenta uma quantidade específica de prótons em seu núcleo.

Embora os átomos apresentem natureza elétrica, uma vez que são formados por partículas com cargas elétricas positivas e negativas, um átomo tem a carga elétrica líquida neutra. Sendo assim, seu número de prótons (carga positiva) deve ser igual a seu número de elétrons (carga negativa).

Experimentos indicavam que a massa do átomo era maior que a massa dos prótons existentes em seu núcleo. Tal fato levou os cientistas a considerar a existência de outra partícula no núcleo atômico, além dos prótons, uma vez que a massa dos elétrons é praticamente desprezível.

Em 1932, o físico nuclear inglês James Chadwick (1891-1974), também membro da equipe de Rutherford, identificou uma nova partícula subatômica, a qual apresentava massa praticamente igual à do próton, porém não possuía carga elétrica. Essa partícula recebeu o nome de **nêutron**. Para identificá-la, Chadwick realizou um experimento que consistia em bombardear uma folha de berílio com partículas α, provenientes de uma amostra de um elemento radioativo. Atrás dessa folha, foi colocada uma placa de parafina e um contador Geiger.

Nesse experimento, a amostra do elemento químico radioativo emitiu partículas α sobre uma folha de berílio, a qual liberava nêutrons. Ao colidirem com a placa de parafina, os nêutrons deslocaram os prótons da placa, os quais foram detectados pelo contador Geiger.



HELOÍSA PINTARELLI

Representação do experimento de Chadwick. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Após o experimento de Chadwick, sabia-se que o átomo era composto por três partículas subatômicas, as quais apresentam diferentes características. Veja a seguir.

Partícula	Região do átomo	Massa (quilograma - kg)	Carga elétrica (Coulomb - C)	Carga
Próton (p)	Núcleo	$1{,}673 \cdot 10^{-27}$	$+ 1{,}602 \cdot 10^{-19}$	+ 1
Nêutron (n)	Núcleo	$1{,}675 \cdot 10^{-27}$	0	0
Elétron (e^-)	Eletrosfera	$9{,}109 \cdot 10^{-31}$	$- 1{,}602 \cdot 10^{-19}$	– 1

Fonte: HAYNES, W. M. *CRC Handbook of chemistry and physics*. 95. ed. Boca Raton: CRC Press, 2014-2015.

3. Analisando a tabela, o que você pode dizer a respeito das diferenças e das semelhanças entre as partículas subatômicas?

NEW YORK PUBLIC LIBRARY/SCIENCE SOURCE/FOTOARENA – BIBLIOTECA PÚBLICA DE NOVA YORK, EUA

Henry Gwyn Jeffreys Moseley

3. Esta questão incentiva os estudantes a analisar as informações do quadro. Espera-se que eles comentem que os prótons e os nêutrons têm praticamente a mesma massa, porém o nêutron não possui carga elétrica. Próton e elétron apresentam a mesma carga elétrica, porém com sinal diferente, o que possibilita ao átomo ser eletricamente neutro. A massa do elétron é extremamente pequena, o que a torna praticamente desprezível.

Contador Geiger: aparelho utilizado para medir radiações α, β e γ.

Coulomb: unidade de carga elétrica.

Registre em seu caderno.

Trocando ideias

A descoberta do nêutron foi fundamental para a compreensão da estrutura atômica e das partículas subatômicas, abrindo caminho para uma nova área de estudo, a da Física Nuclear.

- Junte-se a três colegas e façam uma pesquisa sobre a importância dos estudos da Física Nuclear para a sociedade atual, citando exemplos de aplicação desses conhecimentos. Em seguida, organizem um debate com os demais grupos da turma para analisar e discutir situações controversas sobre a aplicação desse tipo de conhecimento, enfatizando a importância da ética e da responsabilidade em seu uso.

Resposta e orientações no **Suplemento para o professor**.

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

MODERNA

Teoria atômica de Bohr

Max Planck

Niels Bohr

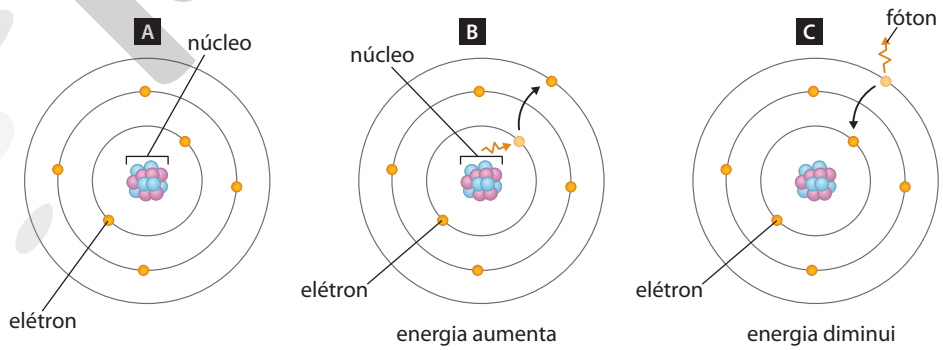
Assim como modelos atômicos propostos anteriormente, o elaborado por Rutherford e seus colaboradores apresentava incoerências. Sabe-se, por exemplo, que corpos com carga elétrica e em movimento emitem radiação. Sendo assim, os elétrons, que se movem rapidamente ao redor do núcleo, de acordo com Rutherford, tenderiam a perder energia, sendo atraídos pelo núcleo. Isso causaria o colapso do átomo, o que na prática impediria a existência de átomos e, consequentemente, de qualquer elemento químico.

Durante muito tempo, considerava-se que a energia era emitida de modo contínuo. No entanto, em 1900, o físico alemão Max Karl Ernst Ludwig Planck (1858-1947) admitiu que a energia era descontínua. De acordo com sua teoria, a quantidade fixa de energia era absorvida ou emitida sob a forma de "pequenos pacotes", chamados "*quantum*" ou, no plural, "*quanta*".

No início do século XX, o físico dinamarquês Niels Bohr (1885-1962) começou a trabalhar no laboratório de Ernest Rutherford. Lá, Bohr desenvolveu diferentes experimentos visando testar o modelo proposto por Rutherford. Com base em suas análises, nas afirmações de Planck e em outros estudos da interação da luz com a matéria, Bohr propôs uma nova visão da estrutura do átomo. Ele sugeriu que os átomos de diferentes elementos químicos teriam determinados estados de energia, uma vez que emitiam radiações em determinados comprimentos de onda.

Em 1913, Bohr apresentou seu modelo atômico com base em três postulados, apresentados a seguir.

- Os elétrons se movem em órbitas circulares ao redor do núcleo atômico. O número de órbitas em um átomo é variável e limitado. Cada uma dessas órbitas é chamada camada eletrônica ou nível de energia (*n*). A energia dessas camadas varia, sendo maior naquelas localizadas mais distantes do núcleo atômico.
- Enquanto se movimentam em uma camada eletrônica específica, os elétrons não emitem energia espontaneamente, mantendo-se no chamado estado estacionário.
- Quando o elétron absorve energia suficiente, proveniente do meio externo, ele se desloca de um nível de menor energia (mais próximo ao núcleo) para um nível de maior energia (mais distante do núcleo), passando do estado estacionário para o estado excitado. O elétron pode retornar ao estado estacionário, emitindo a energia que absorveu previamente e retornando à camada eletrônica de menor energia. Ao retornar à sua órbita original (estado fundamental), o elétron emite, sob a forma de fóton a mesma quantidade de energia que absorveu previamente.



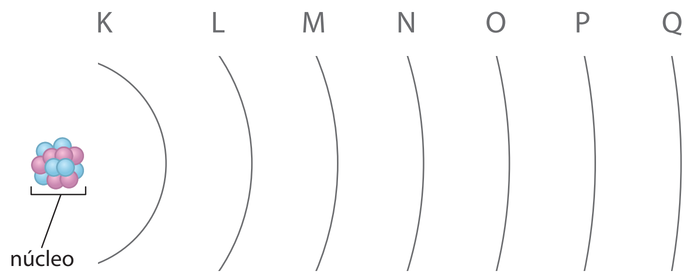
HELOISA PINTARELLI

Representação da estrutura do átomo de carbono em estado estacionário (**A**), em estado excitado (**B**) e em estado estacionário após a emissão de fóton (**C**). Imagens sem proporção e em cores-fantasia.

Em síntese, quando um elétron está em estado estacionário, sua energia total é constante. No entanto, quando ele se encontra em estado excitado, sua energia total varia. Assim, Bohr concluiu que quanto mais próxima for a órbita eletrônica permitida em relação ao núcleo atômico, mais estável será o sistema elétron/núcleo (menor energia total).

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

Considerando-se os 118 elementos químicos conhecidos atualmente e suas respectivas quantidades de elétrons, os átomos podem apresentar no máximo sete níveis de energia, os quais são identificados por números inteiros, de 1 a 7, ou pelas letras K, L, M, N, O, P e Q. Os níveis mais próximos do núcleo contêm os elétrons de menor energia, enquanto os elétrons mais energéticos se encontram nos níveis de energia mais afastados do núcleo.



Representação do modelo atômico de Bohr. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

ILUSTRAÇÕES: HELOÍSA PINTARELLI

Cada nível de energia abriga um número limite de elétrons, como mostra o quadro abaixo.

Nível de energia	K	L	M	N	O	P	Q
Número máximo de elétrons	2	8	18	32	32	18	8

Física Quântica: área do conhecimento que se dedica a estudar e a descrever sistemas microscópicos, como também o comportamento ondulatório e corpuscular da matéria e da radiação.

A teoria atômica atual

Ao longo do tempo, o modelo atômico proposto por Niels Bohr não era capaz de explicar todos os fenômenos observados. Associado a esse fato, avanços na área da Física Quântica levaram alguns cientistas a questionar a natureza do elétron.

Após esses estudos, o físico francês Louis de Broglie (1892-1987) estabeleceu que o elétron apresentava uma dualidade onda-partícula. Assim, ora o comportamento do elétron pode ser explicado como sendo uma partícula, ora seu comportamento é semelhante ao de uma onda, podendo experimentar colisões com obstáculos e realizar movimentos ondulatórios.

OMIKRON/SCIENCE SOURCE/FOTOARENA – COLEÇÃO PARTICULAR

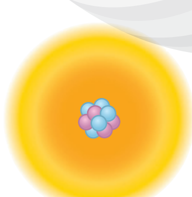
Louis de Broglie

Com base nas observações de Broglie, em 1926, o físico austríaco Erwin Schrödinger (1887-1961) propôs que os elétrons não se movimentavam em órbitas específicas com distâncias fixas do núcleo, como era proposto pelo modelo atômico de Bohr, mas se moviam livremente em uma espécie de nuvem. Assim, foi postulado que nessa nuvem eletrônica existem regiões com maior probabilidade de encontrar o elétron. Essa região é determinada com base em cálculos matemáticos e recebeu o nome de orbital atômico.

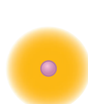
Sendo assim, no atual modelo atômico, o átomo apresenta o núcleo circundado por órbitas atômicas, as quais deixam de ser locais fixos em que os elétrons se movimentam para se tornarem as principais regiões do átomo onde os elétrons podem ser encontrados. Dessa forma, não é possível determinar com exatidão a posição do elétron no átomo, apenas a região mais provável de sua ocorrência.

EMILIO SEGRE VISUAL ARCHIVES/AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS/SPL/FOTOARENA – INSTITUTO AMERICANO DE FÍSICA, MARYLAND, EUA

Erwin Schrödinger



Representação do modelo atômico atual. A região mais escura em torno do núcleo representa o local de maior probabilidade de encontrar os elétrons. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.



Representação da superfície limite do orbital atômico do hidrogênio. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Acesse o simulador Modelos do átomo de hidrogênio, disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/hydrogen-atom>. Acesso em: 28 mar. 2020. Nele, você vai investigar o comportamento dos fótons ao incidir em um átomo, de acordo com os diferentes modelos atômicos.

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

MODERNA

INVESTIGUE

Respostas e orientações no **Suplemento para o professor**.

Fogos de artifício

PHOTOCARIOCA/SHUTTERSTOCK

Fogos de artifício na praia de Copacabana, no município do Rio de Janeiro (2019).

Contextualização

A queima de fogos de artifício em épocas festivas, como o Ano-Novo, é uma prática comum nas cidades do Brasil e do mundo. Nesses eventos, ao acender os fogos de artifícios, surge no céu um lindo espetáculo de luzes, cores e formas.

a) Qual é a relação entre os elementos químicos e os fogos de artifício?

b) O que faz surgirem as diferentes cores dos fogos de artifício?

Orientações

Junte-se a quatro colegas e, utilizando as substâncias listadas a seguir, pesquisem, em livros, revistas ou *sites* confiáveis, métodos que possibilitem identificar os elementos químicos, de acordo com a cor da luz emitida por eles.

- cloreto de sódio ($NaCl$)
- cloreto de cálcio ($CaCl_2$)
- cloreto de potássio (KCl)
- sulfato de cobre ($CuSO_4$)
- cloreto de bário ($BaCl_2$)
- cloreto de estrôncio ($SrCl_2$)
- cloreto de lítio ($LiCl$)

Elaborem um roteiro da investigação, contemplando as questões a seguir.

- Quais aspectos estão relacionados ao funcionamento dos fogos de artifício?
- Quais materiais são necessários para testar as hipóteses?
- Como faremos e o que vamos observar durante a realização do experimento?
- Quais cuidados devemos ter durante a investigação?
- Como vamos organizar os dados observados?
- O que devemos fazer com os materiais após a realização da atividade?

Executem a atividade de investigação procurando soluções para os possíveis problemas que surgirem. Durante a realização da atividade, registrem cada etapa por meio da gravação de um vídeo.

Análise dos dados e divulgação

O vídeo que vocês fizeram será usado para divulgar os procedimentos e os resultados da atividade. Por isso, procurem encontrar explicações para os seguintes questionamentos e incorporem essas informações no final do vídeo, assim como as conclusões a que vocês chegaram após a realização da atividade e a discussão das questões.

1. Quais foram os elementos químicos utilizados e as cores emitidas por eles durante a execução da atividade investigativa que vocês realizaram?
2. Qual modelo atômico explica o fato observado neste experimento? Por quê?
3. Qual é a relação entre a atividade investigativa que vocês desenvolveram e os fogos de artifício?
4. Pesquisem técnicas que se baseiam nas propriedades que vocês investigaram nessa atividade.

Apresentem para os colegas de outras turmas o vídeo produzido. Ao final da apresentação, reservem alguns minutos para responder às questões ou dúvidas que os colegas possam apresentar.

MODERNA

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

ATIVIDADES

Registre em seu caderno.

Respostas da questão **3** no **Suplemento para o professor**.

1. **(UEM-PR)** Sobre modelos atômicos, escreva em seu caderno a soma dos valores da(s) alternativa(s) que forem **corretas**.

01) O modelo atômico de Rutherford foi desenvolvido a partir de experimentos em que foram utilizados um material radioativo emissor de partículas alfa e uma finíssima lâmina de ouro.

02) No modelo atômico de Rutherford o átomo é semelhante a um sistema solar, onde o núcleo (o Sol) é composto de nêutrons, e nas órbitas (os planetas) estão os prótons.

04) No modelo de Bohr os elétrons se movem ao redor do núcleo do átomo em órbitas definidas, havendo absorção ou emissão de energia somente quando o elétron muda de uma órbita para outra.

08) Orbital é uma região no núcleo do átomo onde é máxima a probabilidade de se encontrar próton.

16) Atualmente, sofisticados equipamentos de microscopia permitem definir, com precisão e ao mesmo tempo, a posição e a velocidade de um elétron em um átomo.

Soma: 01 + 04 = 05

2. **(IFBA-BA)** Os modelos atômicos evoluíram historicamente com a contribuição de vários cientistas, na busca de explicar o comportamento da matéria. As características de alguns modelos são apresentados no quadro a seguir.

Modelos	Características
I	Núcleo atômico denso, com carga positiva. Elétrons em órbitas circulares.
II	Átomos maciços, indestrutíveis e indivisíveis. Os átomos de um mesmo elemento seriam todos iguais, em massa e tamanho.
III	Núcleo atômico denso com carga positiva. Elétrons em órbitas circulares de energia quantizada.

Identifique a alternativa que apresenta a associação correta modelo/cientista: Alternativa **b**.

a) I Bohr; II Dalton; III Rutherford.
b) I Rutherford; II Dalton; III Bohr.
c) I Dalton; II Rutherford; III Bohr.
d) I Rutherford; II Bohr; III Dalton.
e) I Dalton; II Bohr; III Rutherford

3. Adesivos que brilham no escuro são muito utilizados na decoração de quartos e objetos. A emissão desse brilho é possível graças à presença de uma substância, chamada sulfeto de zinco (ZnS), na superfície desses objetos. Após ser exposta à luz, o ZnS é capaz de emitir um brilho esverdeado no escuro. Isso ocorre porque, ao ser exposta à luz, tal substância absorve a energia luminosa. No escuro, essa energia é liberada, emitindo o brilho característico.

FOTOHELIN/SHUTTERSTOCK

Adesivos que brilham no escuro.

a) O modelo atômico que explica o fenômeno citado acima foi proposto por:

A Demócrito. **B** Dalton. **C** Thomson. **D** Rutherford. **E** Bohr.

b) Explique, com suas palavras, o funcionamento dos adesivos citados acima, relacionando-o ao modelo atômico identificado no item anterior.

c) Utilizando um *software* para criação de animação, elaborem uma animação que mostre o funcionamento desse tipo de adesivo. Essa explicação deve conter informações referentes ao modelo atômico identificado no item anterior.

d) O funcionamento dos adesivos poderia ser prejudicado caso eles fossem mantidos apenas no escuro? Justifique sua resposta.

e) Cite exemplo de outro objeto presente no dia a dia que utiliza o mesmo princípio da fosforescência dos adesivos em seu funcionamento.

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

MODERNA

CAPÍTULO 3

Organização dos elementos químicos

Desenvolvimento da tabela periódica

Imagine que você está se arrumando para sair, já tomou banho e decidiu a roupa que vai usar. Mas, ao abrir seu guarda-roupa percebe que ele está bagunçado, com calças misturadas com camisetas, camisas, meias e roupas íntimas. Nessa situação, certamente é difícil e demorado encontrar a roupa escolhida.

KOODON/SHUTTERSTOCK

Guarda-roupa bagunçado.

1. Como você organizaria esse guarda-roupa?
2. Em que outras situações de seu cotidiano você sente a necessidade de organizar elementos?

Se esse mesmo guarda-roupa estivesse organizado por peças de vestuário, uma gaveta para as camisetas, outra para as meias, e assim por diante, certamente seria mais fácil encontrar a roupa desejada.

Situações semelhantes a essa ocorreram com os elementos químicos no início do século XIX. Com mais de 30 elementos conhecidos, os cientistas da época sentiram que havia a necessidade de organizá-los, a fim de facilitar a compreensão de suas propriedades e características.

Vários cientistas se dedicaram à elaboração de um modelo que agrupasse os elementos químicos com propriedades semelhantes, contribuindo assim para a criação da tabela periódica que conhecemos atualmente.

1. Resposta pessoal. O objetivo desta questão é levar os estudantes a encontrar critérios para organizar as roupas e conversar com seus colegas sobre esses critérios. Com isso, eles perceberão que há diferentes maneiras de organizar um guarda-roupa.
2. Resposta pessoal. O objetivo desta questão é fazer os estudantes perceberem que há diversas situações em que devemos organizar elementos e que isso facilita a realização de tarefas cotidianas.

As primeiras tabelas periódicas

A primeira tentativa de classificar os elementos químicos foi proposta em 1789, pelo químico francês Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794). Ele agrupou os elementos até então conhecidos com base em suas propriedades, classificando-os em gases, metais, não metais e terras.

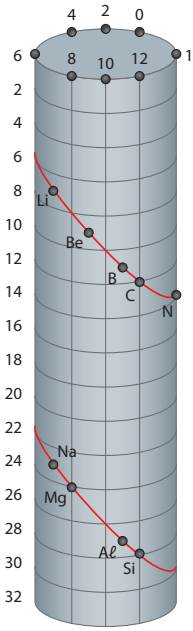
Em 1829, o químico alemão Johann Wolfgang Döbereiner (1780-1849) observou que os elementos com propriedades semelhantes podiam ser organizados em grupos três a três (tríades), de acordo com as semelhanças de suas massas atômicas. Veja no quadro ao lado.

Os elementos de uma mesma tríade apresentavam propriedades químicas semelhantes e a massa do elemento central era, aproximadamente, igual à média aritmética dos outros dois elementos da tríade. Essa organização foi considerada ineficaz, pois era restrita e só atendia a poucos elementos.

Exemplos das tríades de Döbereiner
Lítio (Li), sódio (Na) e potássio (K).
Cálcio (Ca), estrôncio (Sr) e bário (Ba).
Cloro (Cl), bromo (Br) e iodo (I).
Ferro (Fe), cobalto (Co) e níquel (Ni).

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

Em 1862, o geólogo francês Alexandre-Émile Béguyer de Chancourtois (1820-1886) propôs a organização dos elementos químicos da seguinte maneira: inicialmente, dividiu a superfície de um cilindro em 16 colunas e várias linhas horizontais; em seguida, atribuiu ao oxigênio (O) a massa 16 u; traçou uma linha helicoidal (com 45° de inclinação) que começava pelo oxigênio (que denominou ponto zero) e terminava no décimo sexto elemento de maior massa, até onde a linha alcançava. Repetiu esse procedimento até que todos os elementos fossem alocados nas linhas divisórias.

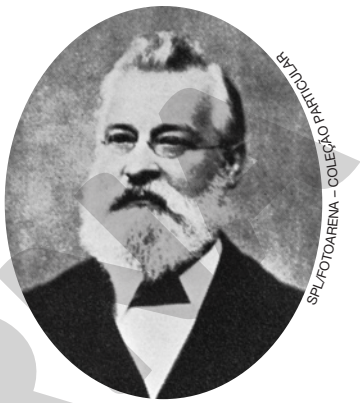


Representação do parafuso telúrico de Chancourtois. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

HELOÍSA PINTARELLI

Dessa maneira, os elementos com propriedades semelhantes ficavam em uma mesma linha vertical. A aceitação desse modelo foi pequena, pois os valores das massas atômicas eram, em grande parte, errôneos e imprecisos.

Em 1864, o químico inglês John Alexander Reina Newlands (1837-1898) idealizou a classificação dos elementos químicos, conhecidos pela ordem crescente de massa atômica, em sete colunas (grupos) dispostas lado a lado. Newlands observou que, se olhássemos da esquerda para a direita, as propriedades dos elementos eram semelhantes do primeiro ao oitavo elemento da coluna, como as notas musicais, que se repetem a cada oitava. Para Newlands, os elementos que ficavam em uma mesma coluna apresentavam propriedades semelhantes. É por essa razão que temos a Lei das Oitavas de Newlands.



SPL/FOTOARENA – COLEÇÃO PARTICULAR

John Alexander Reina Newlands

Assim como aconteceu com as tentativas de organização anteriores, a Lei das Oitavas de Newlands também foi posteriormente descartada pela comunidade científica, pois apresentava problemas com os valores das massas atômicas.

Em 1866, o químico alemão Julius Lothar Meyer (1830-1895) montou uma tabela em que os elementos se distribuíam em grupos, de acordo com suas valências. Meyer montou ainda uma relação entre as massas atômicas e seus volumes, contribuindo de forma significativa para o desenvolvimento da tabela periódica atual: ele foi o primeiro a reconhecer a periodicidade dos elementos em função de suas massas atômicas.

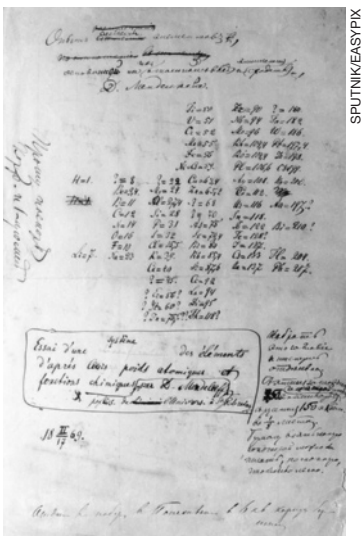
AKG/ALBUM/FOTOARENA – COLEÇÃO PARTICULAR

Julius Lothar Meyer

Em 1869, já eram conhecidos 62 elementos químicos. Nessa época, o químico russo Dmitri Ivanovich Mendeleev (1834-1907) desenvolveu o trabalho mais bem-sucedido no desenvolvimento da tabela periódica.

Mendeleev escreveu as propriedades dos elementos químicos em cartões e, ao tentar organizá-los, percebeu que, colocando-os em ordem crescente de massa atômica, certos tipos de elementos ocorriam regularmente. Inicialmente, os elementos semelhantes estavam dispostos em linhas horizontais, mas ele fez uma alteração nessa disposição dos elementos químicos para que coubessem em colunas verticais, como vemos hoje.

Mendeleev não apenas organizou os elementos de uma maneira eficaz, mas também deixou lacunas em sua tabela, prevendo as propriedades de cinco elementos químicos que ainda não haviam sido descobertos. Nos 15 anos seguintes, três desses elementos foram descobertos e as previsões de Mendeleev mostraram-se incrivelmente precisas.



SPUTNIK/EASYPIX

Tabela periódica proposta por Mendeleev em 1869.

Em 1913, o físico inglês Henry Gwyn Jeffreys Moseley (1887-1915), por meio de experimentos com raios X, chegou à conclusão de que as propriedades dos elementos químicos variam periodicamente em função de sua carga nuclear, ou seja, de seu número de prótons (número atômico). Moseley foi quem formulou a lei periódica atual.

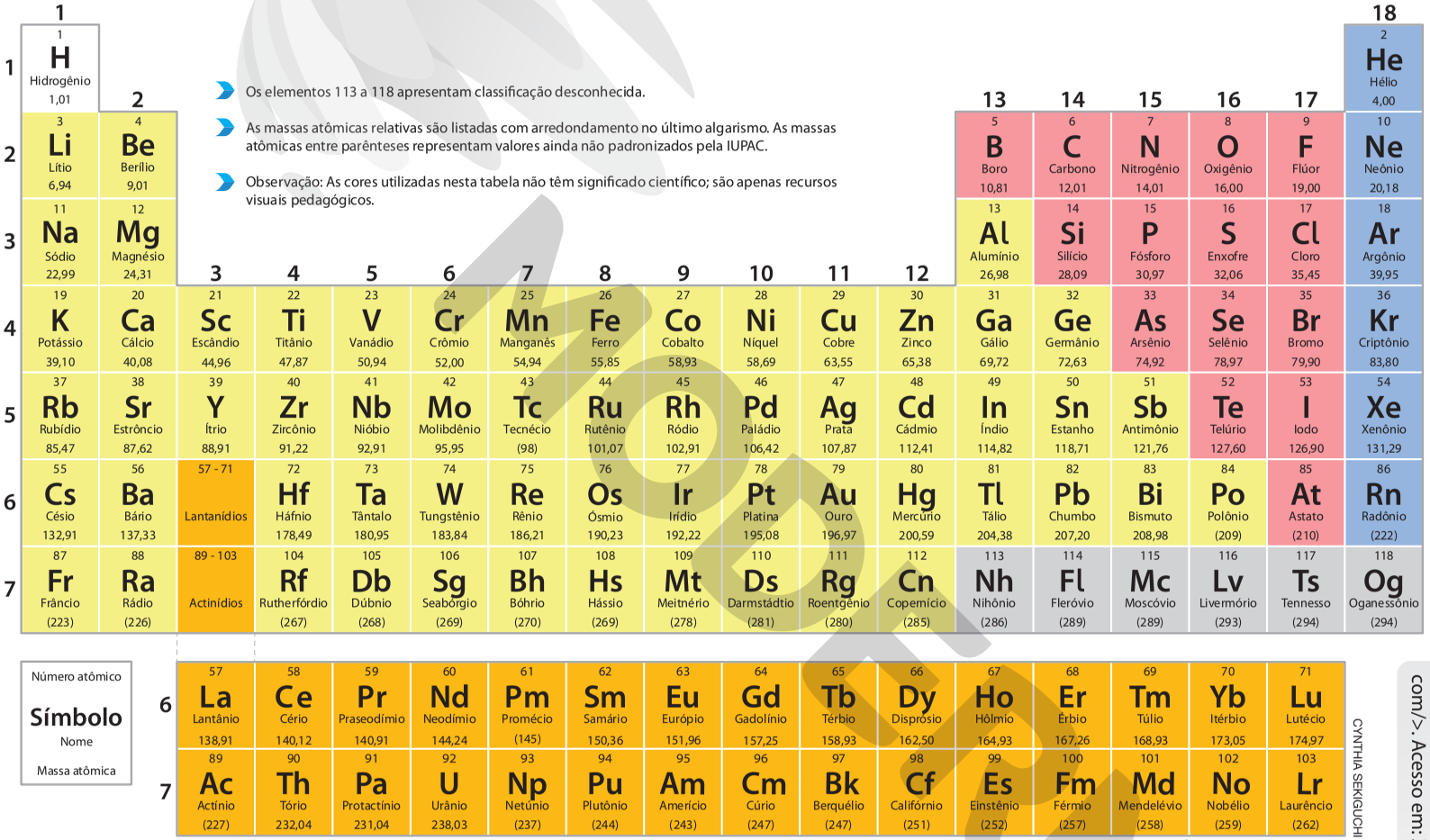
Periodicidade: que apresenta regularidade, que ocorre em intervalos regulares.

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

MODERNA

Tabela periódica dos elementos

Com massas atômicas referidas ao isótopo 12 do carbono



CYNTHIA SEKIGUCHI

Tabela periódica atual: períodos e grupos.

Os dados contidos nesta tabela periódica estão de acordo com as recomendações de 01 de dezembro de 2018 da IUPAC e da RSC (International Union of Pure and Applied Chemistry/Royal Society of Chemistry ou, em português, União Internacional de Química Pura e Aplicada/Sociedade Real de Química, respectivamente).

A tabela periódica atual

A tabela periódica atual baseia-se na Lei da Periodicidade de Moseley. Nela, os elementos químicos estão dispostos em ordem crescente de seus números atômicos, distribuídos em 7 períodos (linhas) e em 18 grupos (colunas).

Você pode utilizar tabelas periódicas digitais para consulta e também para verificar como se comportam os elementos químicos, quando alguns parâmetros são alterados. Um exemplo dessa tabela encontra-se disponível em: <https://www.ptable.com/>. Acesso em: 31 mar. 2020.

MODERNA

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

Estrutura da tabela periódica dos elementos químicos

Como pôde ser observado na tabela periódica da página anterior, os 118 elementos químicos conhecidos atualmente estão distribuídos em **períodos** e **grupos**.

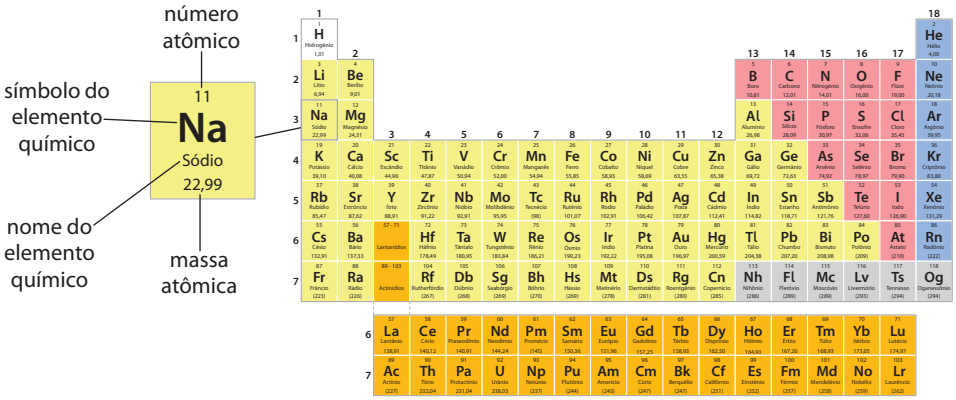


Tabela periódica com destaque para o elemento químico sódio (Na) e suas respectivas informações.

CYNTHIA SEKIGUCHI

Número atômico

Representado por (*Z*), o número atômico indica o número de prótons (p) existentes no núcleo do átomo do elemento químico. Os átomos de um mesmo elemento químico possuem o mesmo número de prótons em seu núcleo.

Símbolo e nome do elemento químico

Cada elemento químico é representado por uma ou duas letras, sendo a primeira sempre maiúscula e a segunda, minúscula. Atualmente, existem 118 elementos químicos reconhecidos oficialmente, dos quais 94 ocorrem naturalmente na Terra e 24 são sintéticos, ou seja, produzidos em laboratório.

Massa atômica

Representada por (*A*), a massa atômica refere-se à soma das quantidades de prótons (p) e de nêutrons (n) existentes no núcleo do átomo, ou seja:

$$A = p + n$$

em que:

A é a massa atômica;

p é a quantidade de prótons do átomo;

n é a quantidade de nêutrons do átomo.

A massa dos elétrons é tão pequena em relação ao núcleo que, geralmente, não é considerada.

Na tabela periódica, o valor apresentado representa a massa atômica média, determinada a partir da massa dos isótopos do elemento químico e sua abundância relativa na natureza.

Isótopo: átomo de um mesmo elemento químico que apresenta número de nêutrons diferente.

Períodos

As sete linhas horizontais existentes na tabela periódica representam os períodos. O número de cada período corresponde à quantidade de níveis eletrônicos que o átomo do elemento químico apresenta. Átomos de elementos químicos de um mesmo período apresentam igual quantidade de níveis eletrônicos. Veja o quadro ao lado.

Período	Número de níveis eletrônicos
1º	1 (K)
2º	2: (K, L)
3º	3: (K, L, M)
4º	4: (K, L, M, N)
5º	5: (K, L, M, N, O)
6º	6: (K, L, M, N, O, P)
7º	7: (K, L, M, N, O, P, Q)

Logo abaixo da tabela, são apresentadas duas séries de elementos químicos. A série dos **lantanídios** (sexto período) e a série dos **actinídios** (sétimo período). Essa organização é feita para evitar que a tabela periódica fique com linhas extensas.

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

MODERNA

Grupos

As 18 colunas da tabela periódica representam os grupos de elementos químicos.

Os elementos químicos contidos nos grupos 1, 2, 13, 14, 15, 16, 17 e 18 são conhecidos como **elementos representativos**.

Os **elementos de transição** estão contidos nos grupos 3 a 12 da tabela periódica e podem ser divididos em dois grupos: **elementos de transição interna**, que abrange os elementos contidos nas séries dos lantanídios e actinídios, e **elementos de transição externa**, que inclui os demais elementos.

Os elementos químicos de um mesmo grupo têm propriedades químicas semelhantes, pois apresentam a mesma configuração eletrônica em seu nível de valência.

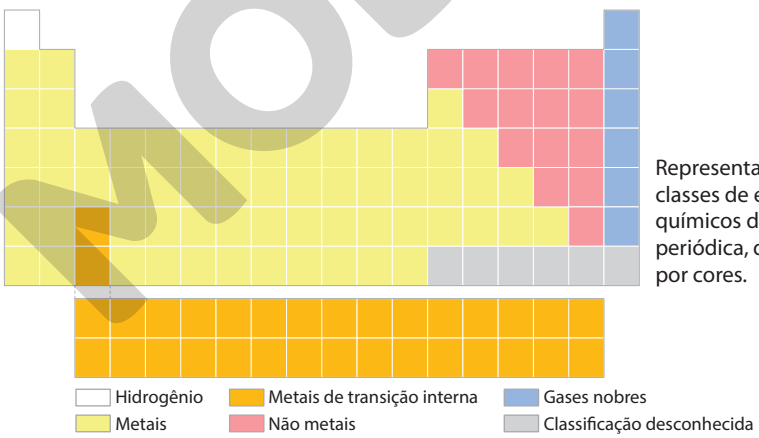
Orientações sobre como trabalhar a configuração eletrônica do nível de valência no **Suplemento para o professor**.

Grupo	Nome	Configuração eletrônica do nível de valência
1	Metais alcalinos	ns^1 (com $n \neq 1$)
2	Metais alcalinos terrosos	ns^2 (com $n \neq 1$)
3-12	Elementos de transição externa	$(n-1)\,d^{(1\text{ a }10)}$
	Elementos de transição interna	$(n-2)\,f^{(1\text{ a }14)}$
13	Grupo do boro	$ns^2\,np^1$
14	Grupo do carbono	$ns^2\,np^2$
15	Grupo do nitrogênio	$ns^2\,np^3$
16	Calcogênios	$ns^2\,np^4$
17	Halogênios	$ns^2\,np^5$
18	Gases nobres	$ns^2\,np^6$ (com $n > 1$)

Apesar de o elemento químico hidrogênio (H) apresentar configuração eletrônica $1s^1$, ele não é um metal alcalino. Trata-se de um elemento representativo classificado à parte dos outros elementos.

Classificação dos elementos químicos

De acordo com suas propriedades químicas, os elementos químicos podem ser classificados em hidrogênio, metais, ametais (ou não metais) e gases nobres.



CYNTHIA SEKIGUCHI

Representação das classes de elementos químicos da tabela periódica, diferenciadas por cores.

Ônibus movido a gás hidrogênio (H_2) em Berlim, Alemanha (2018). O hidrogênio pode ser utilizado como combustível em veículos. Ao entrar em combustão, esse gás libera como produto apenas vapor de água.

PACE MAN/SHUTTERSTOCK

Hidrogênio

Hidrogênio é o elemento mais simples e abundante do Universo. Ele pode ser encontrado no Sol e na maioria das estrelas e possui a propriedade de se combinar com metais e ametais. Nas condições ambientais de temperatura e pressão (CATP, 25 °C e 1 atm), é um gás inflamável e apresenta comportamento químico semelhante ao dos ametais. Na tabela periódica, pode ser alocado no grupo 1 por apresentar apenas 1 elétron de valência ou então destacado isoladamente no topo da tabela, por não pertencer ao grupo dos metais alcalinos.

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

MODERNA

Trocando ideias

Registre em seu caderno.

Você estudou anteriormente que há veículos que utilizam o gás hidrogênio como combustível, sendo uma opção na substituição dos combustíveis fósseis.

- Junte-se a dois colegas e pesquisem outras fontes alternativas aos combustíveis fósseis que estão sendo utilizadas em veículos. Procurem coletar informações sobre as vantagens e desvantagens de cada item pesquisado. Em seguida, conversem sobre as informações pesquisadas, escolham uma fonte alternativa e elaborem um *workshop* sobre ela, que posteriormente será exposto à comunidade escolar.

Resposta e orientações no **Suplemento para o professor**.

Metais

Os metais correspondem à maior parte dos elementos químicos. Suas substâncias simples apresentam como principal característica química a tendência de perder elétrons, formando íons positivos (cátions).

Entre outras características, os metais apresentam brilho metálico, são bons condutores de calor e corrente elétrica e são facilmente transformados em fios (ductilidade) e lâminas (maleabilidade). Tendem a ser sólidos nas CATP, com exceção do mercúrio (Hg), que é líquido.

Em geral, metais são encontrados na natureza associados a outros elementos, na forma de minérios. Alguns metais, como ferro, cobalto e níquel são atraídos por ímãs.

Hematita (Fe_2O_3). Esse é o principal minério do qual se extrai o ferro.

BJ PHOTO GRAPHS/SHUTTERSTOCK

Imagens sem proporção.

SEBASTIAN JANICKI/SHUTTERSTOCK

Enxofre sólido. O enxofre (S) é um ametal muito utilizado na fabricação do ácido sulfúrico (H_2SO_4), um dos compostos mais aplicados na indústria.

Ametais ou não metais

Os ametais, em geral, apresentam como principal característica química a tendência em atrair elétrons, formando íons negativos (ânions). Suas substâncias simples são más condutoras de calor e de corrente elétrica, com exceção do carbono grafite (C), não são maleáveis, nem dúcteis, ou seja, apresentam propriedades opostas aos metais. Nas CATP, alguns ametais são gasosos, como nitrogênio (N), oxigênio, flúor (F) e cloro, o bromo é líquido e os demais ametais são sólidos.

Gases nobres

Os gases nobres são pouco reativos, ou seja, têm pequena capacidade de se combinar com outros elementos. Nas CATP, encontram-se na fase gasosa em pequenas porções na atmosfera, sendo o argônio o mais abundante. Eles são utilizados em diversas aplicações, como mostra o quadro abaixo.

Gás nobre	Aplicação
Hélio (He)	Enchimento de balões de festas e balões-sondas, usados para as previsões meteorológicas.
Neônio (Ne)	Letreiros luminosos e alguns tipos de *laser*.
Argônio (Ar)	Lâmpadas fluorescentes e conservação de materiais oxidáveis; também é aplicado em peças de museus para melhorar a conservação das relíquias.
Criptônio (Kr)	Iluminação das pistas dos aeroportos.
Xenônio (Xe)	Sistemas de visão noturna.
Radônio (Rn)	Tratamento de alguns tipos de câncer.

EAST OF SUEZ/SHUTTERSTOCK

Painel de neon em Hong Kong, China (2019). A luz vermelha presente nos letreiros de neon é resultado da presença do gás neônio.

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

MODERNA

ATIVIDADES

2. c) Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes respondam que as próteses têm por finalidade suprir as necessidades e funções de membros do corpo danificados. Além de auxiliar na qualidade de vida da pessoa, sua importância estética influencia no tratamento psicológico e social do indivíduo.

Registre em seu caderno.

3. c) Espera-se que os estudantes respondam que o cobre é um ótimo condutor de eletricidade e de calor e apresenta alta ductilidade e maleabilidade.

1. a) Grupo 1 dos metais alcalinos e grupo 2 dos metais alcalinos terrosos.

1. Veja o recorte de uma parte da tabela periódica e responda às questões a seguir.

3 Li Lítio 6,94	4 Be Berílio 9,01
11 Na Sódio 22,99	12 Mg Magnésio 24,31
19 K Potássio 39,10	20 Ca Cálcio 40,08
37 Rb Rubídio 85,47	38 Sr Estrôncio 87,62

CYNTHIA SEKIGUCHI

Recorte da tabela periódica.

a) O recorte apresenta elementos de quais grupos?

b) Como é a configuração eletrônica do nível de valência desses elementos químicos? O grupo 1 apresenta configuração ns^1 e o grupo 2, configuração ns^2.

c) Em seu caderno escreva qual(is) dos pares de elementos a seguir tem (têm) propriedades químicas semelhantes aos elementos químicos do recorte. II e III.

I) Li e Be
II) Ca e Be
III) K e Rb
IV) Rb e Be
V) Na e Ca

d) Qual o critério utilizado para determinar se os elementos têm propriedades semelhantes? Pertencimento ao mesmo grupo.

2. Leia a manchete abaixo.

> **Próteses ortopédicas feitas com nióbio-titânio começam a ser produzidas**
>
> Próteses ortopédicas feitas com nióbio-titânio começam a ser produzidas. *ABM-Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração*, 18 fev. 2019. Disponível em: <https://www.abmbrasil.com.br/por/noticia/proteses-ortopedicas-feitas-com-niobio-titanio-comecam-a-ser-produzidas>. Acesso em: 30 mar. 2020.

a) Quais são o símbolo e o número atômico dos elementos químicos citados na manchete? Nb, $Z = 41$; Ti, $Z = 22$.

b) Qual dos dois elementos químicos apresenta maior massa atômica? Nióbio.

c) Qual é a importância da produção de próteses ortopédicas?

3. O cobre (Cu), ao ser misturado com estanho (Sn), forma uma liga rígida conhecida como bronze. Atualmente, a maior parte do cobre é utilizada em equipamentos elétricos e na fabricação de fios da rede elétrica. A respeito do elemento químico cobre, responda às questões a seguir.

DEYAN GEORGIEV/SHUTTERSTOCK

Fio elétrico.

a) O cobre é um metal ou um ametal? Em qual período e grupo da tabela periódica ele se encontra? Metal. Quarto período, grupo 11.

b) Em que estado de agregação (sólido, líquido, gasoso) se encontra o cobre à temperatura ambiente? Sólido.

c) Cite duas características que esse elemento químico apresenta que justifiquem sua ampla utilização em equipamentos elétricos.

d) Em sua opinião, seria possível utilizar outro elemento químico do grupo do cobre para a aplicação apresentada na imagem? Justifique. Espera-se que os estudantes respondam sim, pois os metais são bons condutores de eletricidade e são dúcteis.

4. Marguerite Perey (1909-1975), física francesa, anunciou a descoberta do elemento 87 em 1939. Ela propôs chamá-lo de frâncio, em referência a seu país natal, com o símbolo Fa. Em 1949, a União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC) confirmou o nome que ela propôs, mas o símbolo foi mudado para Fr em 1951.

SCIENCE SOURCE/FOTOARENA

Marguerite Perey, a primeira cientista a determinar as propriedades químicas do elemento frâncio.

4. a) Seu número atômico é 87, e representa a quantidade de prótons existentes no núcleo do átomo desse elemento químico.

a) Qual é o número atômico desse elemento e o que ele representa?

b) De acordo com sua localização na tabela periódica, a qual período e a qual grupo ele pertence? O elemento frâncio pertence ao 7º período e ao grupo dos metais alcalinos.

5. Associe os elementos químicos abaixo a seu grupo correto na tabela periódica. Alternativa **d**.

1 Lítio (Li).
2 Berílio (Be).
3 Flúor (F).
4 Neônio (Ne).

( ) Halogênio.
( ) Gases nobres.
( ) Metal alcalino terroso.
( ) Metal alcalino.

A sequência que preenche os parênteses corretamente, de cima para baixo, é:

a) 1 – 2 – 3 – 4.
b) 2 – 4 – 1 – 3.
c) 2 – 4 – 3 – 1.
d) 3 – 4 – 2 – 1.
e) 4 – 2 – 1 – 3.

6. O sódio é o sexto elemento químico mais comum na Terra e compõe cerca de 2,6% da crosta terrestre. Trata-se de um metal macio, que reage vigorosamente com a água e que, por causa dessa alta reatividade, não é encontrado de forma isolada na natureza. O metal de sódio é produzido por eletrólise do cloreto de sódio (NaCl) fundido seco. Sobre o elemento químico sódio ($Z = 11$), identifique e escreva em seu caderno a opção incorreta. Alternativa **d**.

a) Apresenta 11 prótons em seu núcleo atômico.
b) É sólido à temperatura ambiente.
c) Está localizado no terceiro período da tabela periódica.
d) Pertence ao grupo dos metais alcalino terrosos.
e) Apresenta 1 elétron no seu nível de valência.

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

SOBRA

7. **(IFSUL-RS)** Uma das ligas metálicas mais usadas é a amálgama. Empregada em obturações nos dentes, é formada pela mistura de 70% de prata, 18% de estanho, 10% de cobre e 2% de mercúrio. Ela é bastante resistente à oxidação (corrosão) e é bem maleável, podendo ser moldada no dente do paciente.

Dos elementos acima citados, aquele que possui o mesmo número de níveis de energia que o ferro e é considerado metal de transição externa é o:

Alternativa **c**.

a) Ag.
b) Sn.
c) Cu.
d) Hg.

8. **(Enem)**

Na mitologia grega, Nióbia era a filha de Tântalo, dois personagens conhecidos pelo sofrimento. O elemento químico de número atômico (*Z*) igual a 41 tem propriedades químicas e físicas tão parecidas com as do elemento de número atômico 73 que chegaram a ser confundidos. Por isso, em homenagem a esses dois personagens da mitologia grega, foi conferido a esses elementos os nomes de nióbio (*Z* = 41) e tântalo (*Z* = 73). Esses dois elementos químicos adquiriram grande importância econômica na metalurgia, na produção de supercondutores e em outras aplicações na indústria de ponta, exatamente pelas propriedades químicas e físicas comuns aos dois.

KEAN, S. *A colher que desaparece*: e outras histórias reais de loucura, amor e morte a partir dos elementos químicos. Rio de Janeiro: Zahar, 2011 (adaptado).

A importância econômica e tecnológica desses elementos, pela similaridade de suas propriedades químicas e físicas, deve-se a:

a) terem elétrons no subnível f.
b) serem elementos de transição interna.
c) pertencerem ao mesmo grupo na tabela periódica.
d) terem seus elétrons mais externos nos níveis 4 e 5, respectivamente.
e) estarem localizados na família dos alcalinos terrosos e alcalinos, respectivamente.

Alternativa **c**.

9. Identifique as sentenças que apresentam informações corretas referentes à classificação periódica do elemento químico com número atômico 38. Em seguida, escreva no seu caderno a soma dessas sentenças.

01) Pertence ao grupo 2.
02) Encontra-se no sexto período.
04) É um metal alcalino.
08) Apresenta 2 elétrons em seu nível de valência.

Soma: 01 + 08 = 09

10. A física polonesa Marie Curie (1867-1934) foi a primeira mulher a ganhar o prêmio Nobel, destacando-se por, junto ao marido, o físico Pierre Curie (1859-1906), realizar importantes pesquisas sobre a radioatividade e descobrir três elementos químicos: o rádio (Ra), o polônio (Po) e o tório (Th).

REPRODUÇÃO – WELLCOME COLLECTION. ATTRIBUTION 4.0 INTERNATIONAL (CC BY 4.0)

Marie Curie

10. a) Incorreto, pois o polônio pertence ao sexto período da tabela periódica e não ao sétimo, como o rádio.

Quais dos itens abaixo apresentam informações incorretas sobre os três elementos químicos citados anteriormente? Justifique cada um dos itens marcados como incorretos.

a) Rádio e polônio apresentam, respectivamente, a massa atômica de 226 e 209 e pertencem ao sétimo período da tabela periódica.
b) Rádio e polônio são representados pelos símbolos Ra e Po, respectivamente. Correto.
c) O tório é um elemento químico pertencente ao grupo dos actinídios. Correto.
d) O polônio possui número atômico 84 e pertence ao grupo 15. Incorreto, pois o polônio pertence ao grupo 16, e não ao 15.
e) O rádio pertence ao grupo metais alcalinos terrosos, grupo 2 da tabela periódica. Correto.

11. **(IFSUL-RS)** O carbono (C) é um elemento químico de grande importância para os seres vivos, pois participa da composição química de todos os componentes orgânicos e de uma parcela dos compostos inorgânicos também. O carbono é vital em diversos processos associados à vida, como a respiração, onde o carbono presente em diversos compostos é transformado em dióxido de carbono.

Em relação ao átomo do elemento químico carbono, no estado fundamental, é correto afirmar que apresenta:

a) quatro (4) elétrons na camada de valência (última camada).
b) comportamento químico semelhante ao do nitrogênio.
c) elétrons apenas nos níveis eletrônicos K, L e M.
d) comportamento metálico.

Alternativa **a**.

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

MODELO

CAPÍTULO

4

A Terra no Universo

Imagens sem proporção. Cores-fantasia.

HELOÍSA PINTARELLI

Estrutura do Universo

Após o *Big Bang*, a matéria presente no Universo sofreu um processo de organização. A partir desse evento, surgiram os sistemas planetários, como o Sistema Solar, e outros corpos celestes.

Com a compreensão das propriedades da luz e com o desenvolvimento de instrumentos de observação astronômica, como os telescópios, foi possível conhecer mais sobre o Universo e sua organização. Veja a seguir.

*Comente com os estudantes que a velocidade da luz no vácuo é de, aproximadamente, 300 000 000 m/s.

A O Universo se iniciou no *Big Bang* e continua a se expandir em todas as direções. Sua velocidade de expansão é de, aproximadamente 270 000 km/s, ou seja, 90% da velocidade da luz.*

B **C** O Universo é formado por superaglomerados de galáxias, que, por sua vez, são formados por aglomerados de galáxias.

OBRA

Observando além do Sistema Solar

Registre em seu caderno.

Qual é o tamanho do Universo? Essa é uma questão ainda sem resposta. No entanto, uma informação é certa: somos apenas uma minúscula porção de uma imensidão ainda imensurável.

A Via Láctea é somente uma de outras bilhões de galáxias existentes no Universo. Nela, o Sol é uma estrela entre, pelo menos, outras 100 bilhões na Via Láctea. Além disso, os astrônomos acreditam que cada uma dessas estrelas pode apresentar pelo menos um planeta em sua órbita, os chamados exoplanetas.

ESO/S. BRUNIER

Parte da Via Láctea vista da superfície da Terra. Entre as inúmeras estrelas da Via Láctea, há inúmeros planetas.

- O que você pode dizer em relação à possibilidade de existência de outros sistemas planetários?

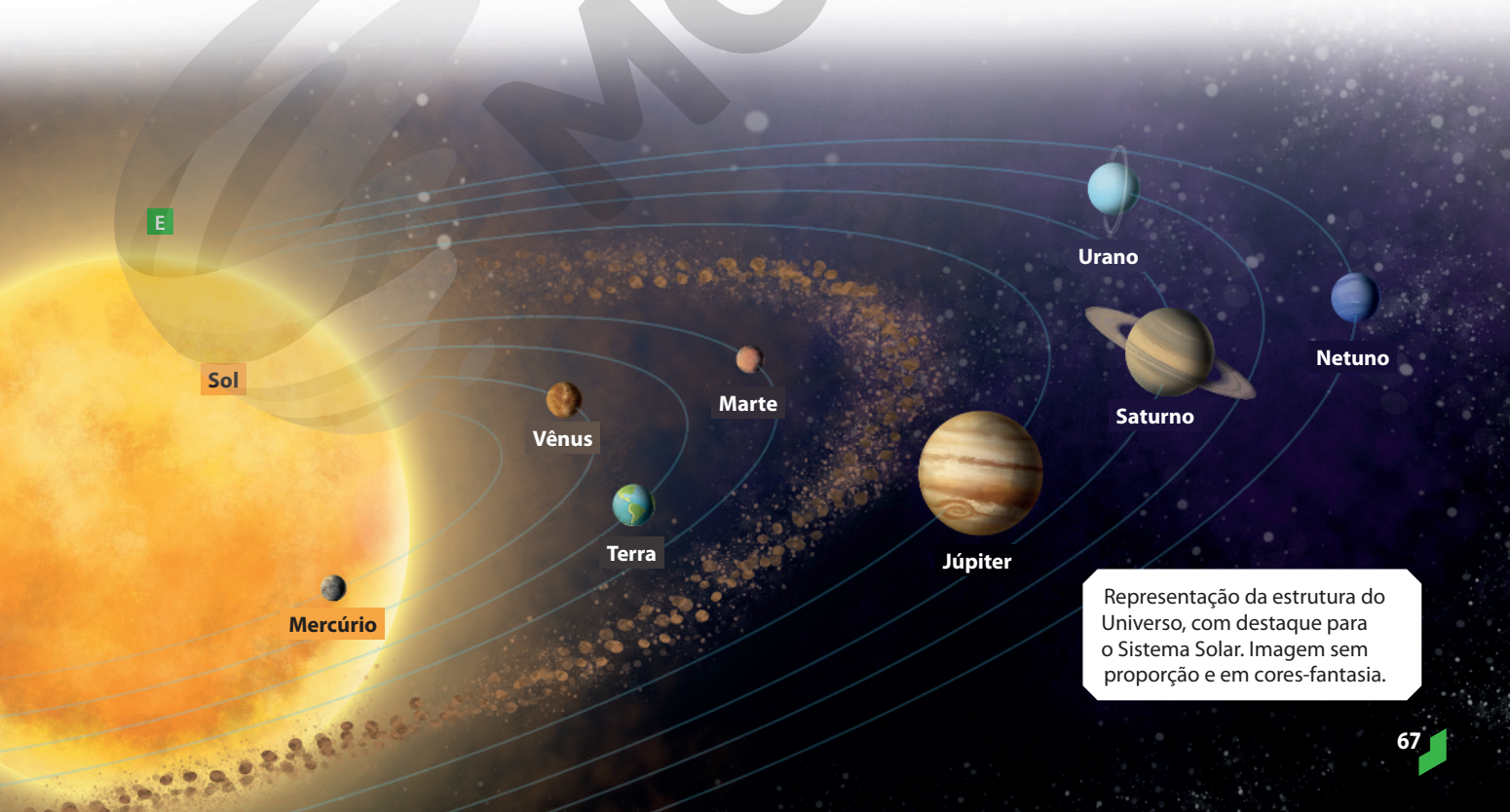
Resposta no **Suplemento para o professor**.

D Uma galáxia pode ser formada por milhões, bilhões ou até trilhões de estrelas. Seu formato é variável e mantido pela ação da gravidade entre as estrelas que a formam. A gravidade também impede que as estrelas de uma mesma galáxia se distanciem. Dessa maneira, o afastamento dos elementos do Universo fica restrito a aglomerados e superaglomerados.

A Via Láctea é a galáxia onde se encontra o Sistema Solar. Ela está agrupada com mais de 30 outras galáxias, formando o chamado aglomerado local.

E No Universo, os corpos celestes tendem a se agrupar. Alguns agrupamentos são os sistemas planetários, como o Sistema Solar. Nesses sistemas, astros como planetas, satélites naturais e asteroides orbitam uma estrela. Existem também sistemas estelares, conjuntos de estrelas binárias, triplas, entre outros. Também são encontrados aglomerados de estrelas nas galáxias.

Ilustração produzida com base em: COMINS, N. F.; KAUFMANN III, W. J. *Descobrindo o Universo*. 8. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010. p. 480-482.



Representação da estrutura do Universo, com destaque para o Sistema Solar. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

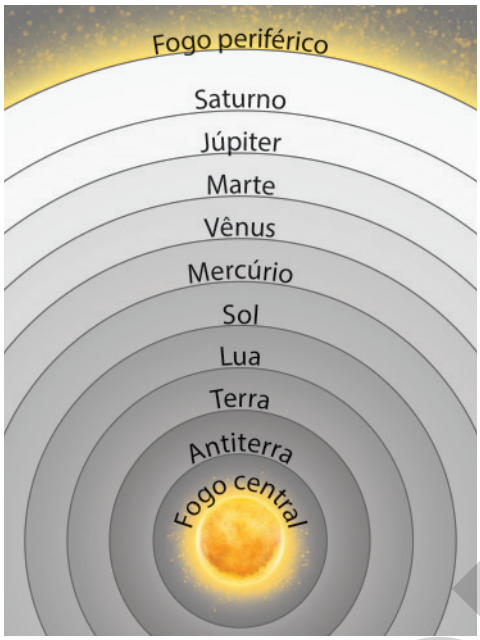
MODERNA

Sistema Solar

A observação do movimento aparente dos astros no céu levou o ser humano a se questionar sobre a posição da Terra e dos demais astros no Universo, levando ao desenvolvimento de diferentes explicações e modelos ao longo do tempo.

Alguns estudiosos propuseram modelos para explicar cientificamente a posição dos astros no Universo.

HELOÍSA PINTARELLI



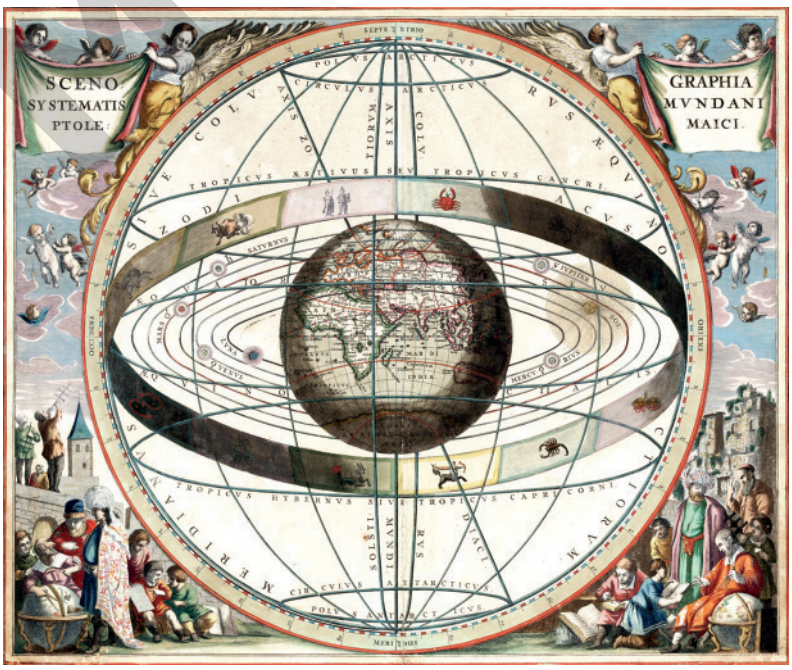
Representação do modelo do Sistema Solar elaborado por Filolau de Crotona. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Filolau de Crotona (470 a.C.-385 a.C.) foi um filósofo grego e acredita-se que tenha sido um dos primeiros a propor o movimento da Terra. De acordo com seu modelo, esse planeta não era o centro do Universo. Ela e outros astros, como o Sol, a Lua e outros planetas, giravam em torno de um fogo central, que era a fonte de luz e energia no Universo. Nesse modelo, Crotona admitiu a existência de outro planeta, chamado Antiterra, que se posicionava entre a Terra e o fogo central.

Ilustração produzida com base em: SILVA, M. V. *Olhando para o céu*: uma proposta para uma educação libertadora. 2007. 89 f. Monografia (Licenciatura em Física) — Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/8233/1/MVSilva.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2020.

Entre os filósofos que estudaram a organização dos astros no Universo, destaca-se o grego Cláudio Ptolomeu (100-170). Em sua obra *Almagesto*, ele registra diversas conclusões sobre o movimento dos astros e afirma que a Terra seria imóvel e estaria situada no centro do Universo.

Para Ptolomeu, Lua, Mercúrio, Vênus, Sol, Marte, Júpiter, Saturno e as estrelas giravam ao redor da Terra. Esse modelo ficou conhecido como **Sistema Geocêntrico** e foi referência para os astrônomos durante centenas de anos.



REPRODUÇÃO – BIBLIOTECA NACIONAL DA FRANÇA, PARIS

Representação do modelo do Sistema Geocêntrico.

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

Outro estudioso que merece destaque é o astrônomo e médico polonês Nicolau Copérnico (1473-1543).

Em seu livro *As revoluções dos corpos celestes,* publicado em 1543, Copérnico sugere que o Sol está no centro do Universo e que a Terra e os demais astros orbitam ao seu redor. Esse modelo ficou conhecido como **Sistema Heliocêntrico**.

REPRODUÇÃO – BIBLIOTECA NACIONAL DA FRANÇA, PARIS

Representação do modelo do Sistema Heliocêntrico.

Acesse o vídeo disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=my1euFQHH-o>, acesso em: 23 mar. 2020. Esse vídeo apresenta a inclinação do eixo de rotação, a direção desse movimento e o período de rotação dos planetas do Sistema Solar.

No século XVI, o astrônomo dinamarquês Tycho Brahe (1546-1601) fundou um observatório astronômico e realizou medidas diárias da posição dos astros durante décadas, mapeando-os. Após sua morte, o astrônomo e matemático alemão Johannes Kepler (1571-1630), que era seu assistente, elaborou leis para descrever o movimento orbital dos planetas em torno do Sol.

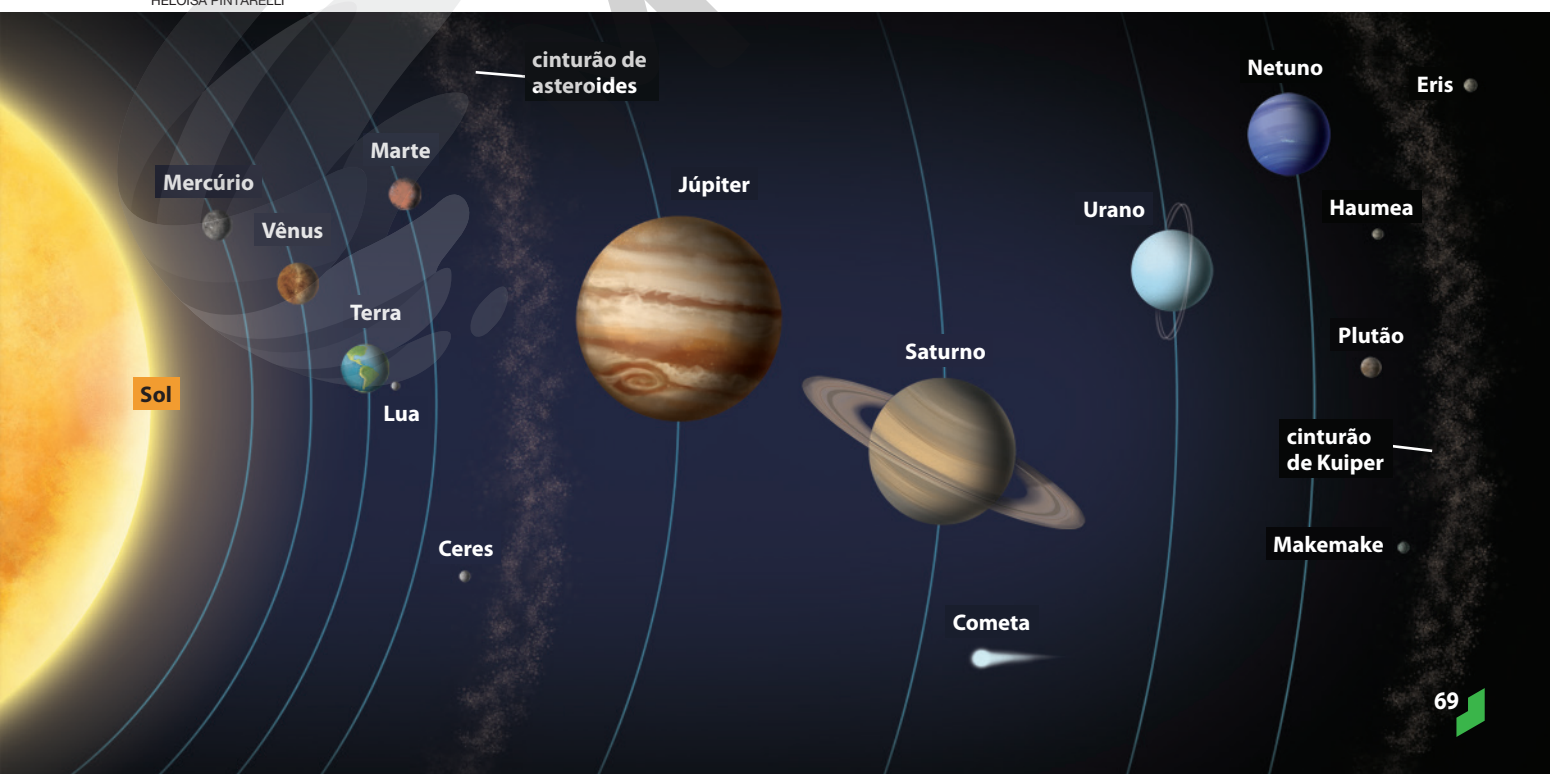
Diversos outros estudiosos contribuíram para a compreensão da estrutura do Sistema Solar e do Universo. Atualmente, aceita-se que o Sistema Solar é formado por uma estrela, oito planetas, cinco planetas-anões, luas, asteroides, meteoroides e cometas. Alguns desses astros giram ao redor do próprio eixo, no chamado **movimento de rotação**. Além disso, esses astros realizam um movimento em torno do Sol, o chamado **movimento de translação**.

Os cinco planetas-anões são Plutão, Ceres, Eris, Haumea e Makemake. Entre as órbitas de Marte e Júpiter, encontram-se milhares de asteroides, que formam o cinturão de asteroides. Ao se chocarem, esses asteroides podem liberar diversos fragmentos de rocha menores que ficam vagando no Sistema Solar, os chamados meteoroides.

ASTROS (DIMENSÕES)
Júpiter: aproximadamente 142 984 km de diâmetro.
Marte: aproximadamente 6 794 km de diâmetro.
Mercúrio: aproximadamente 4 879 km de diâmetro.
Netuno: aproximadamente 49 492 km de diâmetro.
Saturno: aproximadamente 120 536 km de diâmetro.
Terra: aproximadamente 12 756 km de diâmetro.
Urano: aproximadamente 51 118 km de diâmetro.
Vênus: aproximadamente 12 103 km de diâmetro.

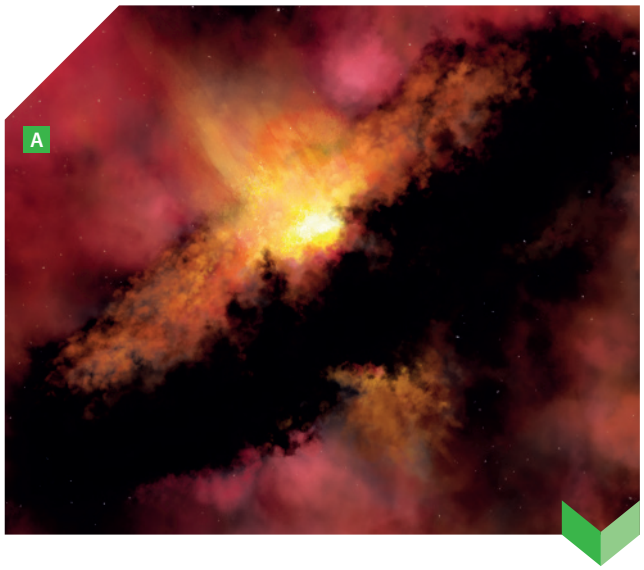
Representação do Sistema Solar. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

HELOÍSA PINTARELLI

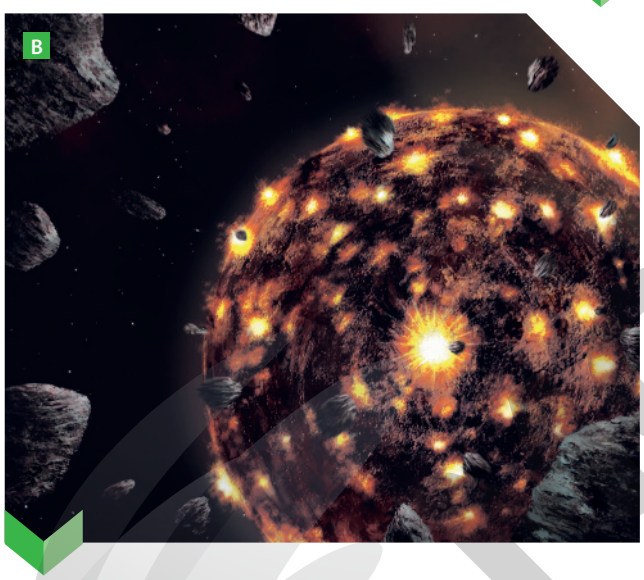


Terra primitiva

A Terra se originou há aproximadamente 4,6 bilhões de anos, durante a formação do Sistema Solar. Ao longo desse processo, o planeta passou por diferentes etapas. Veja, a seguir, algumas delas.



A Após a morte de uma estrela, iniciou-se a formação do Sistema Solar. A maior parte do material resultante desse evento passou a fazer parte do Sol. A poeira e os gases remanescentes permaneceram em torno dessa estrela em formação e deram origem aos demais astros desse sistema planetário. Pequenas partículas da poeira estelar colidiram e deram origem aos planetesimais.

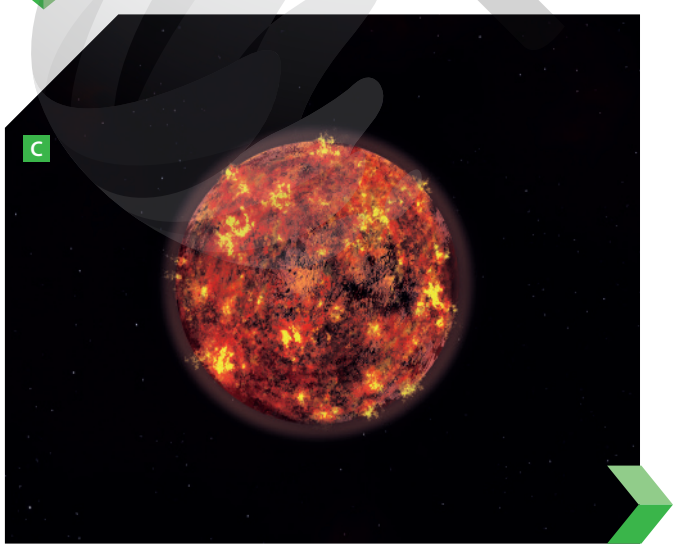


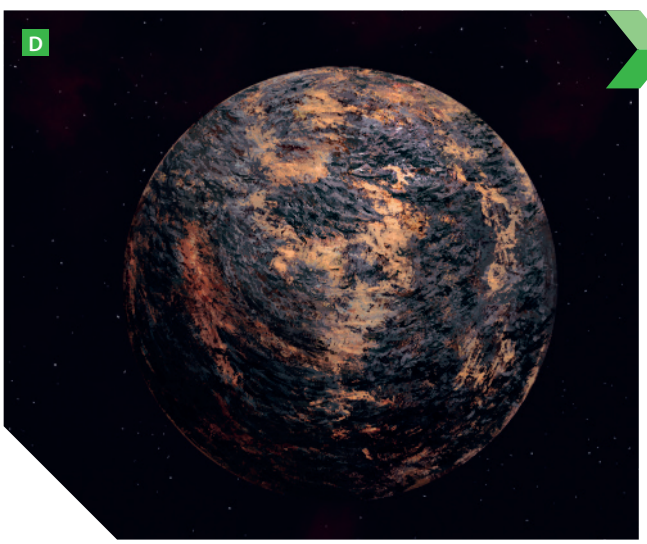
B À medida que mais material era adicionado aos planetesimais, esses objetos se tornaram maiores e passaram a se atrair mutuamente, dando origem aos protoplanetas.

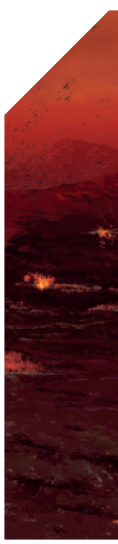
C A adição de material e as colisões com outros objetos, por exemplo, fizeram com que a pressão e a temperatura desse protoplaneta ou Terra primordial aumentassem. Como resultado, o material componente derreteu.

D Com o passar do tempo, há cerca de 4 bilhões de anos, as colisões com outros objetos se tornaram menos frequentes, possibilitando que o planeta em formação iniciasse um processo de resfriamento. Como resultado, ocorreram diversas modificações na Terra, incluindo a formação de suas camadas: núcleo, manto e crosta.

E À medida que a Terra resfriou, outras transformações foram ocorrendo, tanto em seu interior como na superfície.
A atividade vulcânica era intensa e liberava vapor de água (H_2O) e gases no ambiente, como o dióxido de carbono (CO_2). Esses e outros materiais eram mantidos próximos à superfície da Terra por ação da gravidade terrestre, iniciando a formação da atmosfera primitiva.







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

PODEINA

A atmosfera terrestre primitiva foi propícia para o efeito estufa natural, responsável pela retenção de parte do calor proveniente da superfície e do interior da Terra e também dos raios do Sol, reduzindo, assim, sua dissipação para o espaço. Nesse ambiente, a precipitação do vapor de água presente na atmosfera primitiva possibilitou a formação dos primeiros mares e oceanos. Essa precipitação também auxiliou no resfriamento da superfície terrestre, fazendo as temperaturas se tornarem mais amenas.

Conforme a superfície terrestre sofria modificações, sua atmosfera também se alterava. Ao longo de milhões de anos, a constituição da camada de ar em torno da Terra foi se alterando. Em determinado momento de sua história evolutiva, acredita-se que a atmosfera terrestre era composta principalmente por dióxido de carbono, gás nitrogênio (N_2), vapor de água e gás hidrogênio (H_2) em menor quantidade.

Nessa atmosfera, as descargas elétricas resultantes das constantes tempestades contribuíram para a formação de moléculas orgânicas que originaram as primeiras formas de vida, há cerca de 3,5 bilhões de anos, as quais também modificaram a Terra. A atmosfera terrestre, por exemplo, passou a receber grande quantidade de gás oxigênio, essencial à maioria das formas de vida observadas no planeta atualmente.

A origem da vida na Terra será abordada com mais detalhes no próximo capítulo.

Representação da formação dos primeiros oceanos há 4 bilhões de anos.

1. Resposta pessoal. O objetivo desta questão é levar os estudantes a refletir sobre a origem da vida na Terra, considerando as condições apresentadas. Eles podem comentar que essas moléculas provavelmente se combinaram, formando moléculas mais complexas, que possibilitaram a formação das primeiras células.

1. Levando em conta a existência de moléculas simples e compostas na Terra primitiva, elabore hipóteses de como a vida possa ter surgido em nosso planeta.

Representação da formação da Terra e algumas das transformações observadas durante esse processo, desde o protoplaneta até a Terra primitiva. Imagens sem proporção e em cores-fantasia.

Ilustrações produzidas com base em: NASA. Disponível em: <https://www.nasa.gov/images/content/149890main_BetaPictDiskbMac.jpg>. Acesso em: 23 mar. 2020. *O mundo em que vivemos*. São Paulo: Abril, [s. d.]. v. 1. p. 44.

ILUSTRAÇÕES: ALEXANDRE DE SOUZA

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

ATIVIDADES

Registre em seu caderno.

1. Resposta pessoal. O objetivo desta questão é levar os estudantes a refletir sobre seu lugar no Universo e perceber que somos apenas uma ínfima parcela de uma imensidão ainda imensurável. Eles podem elaborar um esquema que represente um nível crescente de organização: nome da rua, nome do município, nome do estado, planeta Terra, Sistema Solar, Via Láctea, aglomerado de galáxias, superaglomerado de galáxias e Universo.

1. Qual seu lugar no Universo? Elabore um esquema que responda a essa pergunta, incluindo informações que vão desde o endereço do local onde você vive até o nível mais elevado de organização do Universo, os superaglomerados de galáxias.

2. Considerando o processo de formação da Terra, qual foi a importância do resfriamento do planeta? Espera-se que os estudantes comentem que o resfriamento foi essencial para possibilitar a formação das camadas da Terra, como a crosta, e, consequentemente, dos continentes. Além disso, a redução de temperatura possibilitou a formação de água líquida, com consequente formação dos primeiros mares e oceanos e de condições para o surgimento da vida.

3. Leia a manchete a seguir.

Formação do Sistema Solar é semelhante a de outros sistemas planetários

Estudo comparou dados e concluiu que o modo como o Sistema Solar foi formado serve como regra para criação de outros sistemas

Formação do Sistema Solar é semelhante a de outros sistemas planetários. *Veja*, 11 abr. 2012. Ciência. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/ciencia/formacao-do-sistema-solar-e-semelhante-a-de-outros-sistemas-planetarios/>. Acesso em: 23 mar. 2020.

- Com base na manchete acima, como ocorre a formação de outros sistemas planetários no Universo? Espera-se que os estudantes comentem que, como eles se formam de modo semelhante ao Sistema Solar, pode-se afirmar que essa formação se inicia com a morte de uma estrela. Esse evento espalha gases e poeira no espaço. Ao longo do tempo, forma-se uma estrela e, em diferentes pontos do material restante da nuvem de gases e poeira, as partículas colidem umas com as outras e aumentam de tamanho. Ao se tornarem maiores, passam a atrair outros materiais, resultando na formação de protoplanetas, que darão origem aos planetas do sistema.

4. Leia a manchete a seguir.

Terra primitiva era coberta por uma só camada rochosa, diz estudo

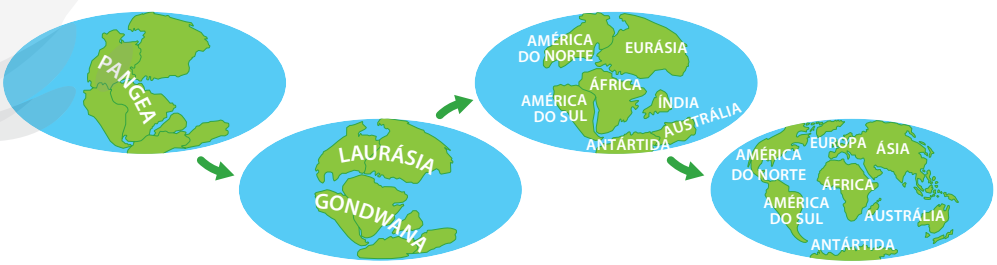
Nova pesquisa aponta que as placas tectônicas não estariam presentes desde a formação do planeta – elas teriam surgido ao menos 1 bilhão de anos depois

ELER, G. Terra primitiva era coberta por uma só camada rochosa, diz estudo. *Superinteressante*, 1º mar. 2017. Ciência. Disponível em: <https://super.abril.com.br/ciencia/terra-primitiva-era-coberta-por-uma-so-camada-rochosa-diz-estudo/>. Acesso em: 23 mar. 2020.

a) Cite uma característica da Terra primitiva diferente da citada na manchete.

b) Proponha um modelo que represente como seria a Terra atualmente, caso não tivesse ocorrido a fragmentação da crosta terrestre, com consequente formação das placas tectônicas.

c) A imagem a seguir representa as mudanças que ocorreram na organização dos continentes ao longo do tempo em razão da movimentação das placas tectônicas.



HELOÍSA PINTARELLI

Representação da mudança na organização dos continentes ao longo de milhões de anos. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

- Analisando essa imagem, o que se pode esperar a respeito da atual organização dos continentes, ao longo dos próximos milhões de anos?

4. a) Os estudantes podem citar a intensa atividade vulcânica, as temperaturas médias elevadas e a composição atmosférica diferente da atual, sendo a atmosfera da Terra primitiva rica em dióxido de carbono, gás hidrogênio, gás nitrogênio e vapor de água.
b) O objetivo desta questão é levar os estudantes a refletir sobre as transformações que ocorreram na Terra ao longo do tempo, como elas interferem na atual formação do planeta, bem como sobre o papel das placas tectônicas. Espera-se que eles elaborem um modelo da Terra com uma aparência bastante diferente da atual. Na ausência de placas tectônicas, a aparência e a conformação dos continentes seriam diferentes da atual e o relevo, possivelmente, seria plano, sem formações montanhosas, por exemplo. Além disso, não haveria atividade vulcânica nem terremotos, uma vez que esses fenômenos estão diretamente relacionados com a dinâmica das placas tectônicas.
c) O objetivo desta questão é levar os estudantes a reconhecer a Terra como um sistema dinâmico e que continua se alterando. Espera-se que eles comentem que, possivelmente, a organização dos continentes vai se alterar, afastando alguns continentes enquanto aproxima outros. Alguns estudiosos afirmam que ocorrerá a formação de um novo supercontinente.

Ilustração produzida com base em: TEIXEIRA, W. et al. (Org.). *Decifrando a Terra*. São Paulo: Oficina de textos, 2000. p. 98-99.
PRESS, F. et al. *Para entender a Terra*. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. p. 66-67.

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

MODERNA

5. **(Enem)** Na linha de uma tradição antiga, o astrônomo grego Ptolomeu (100-170 d.C.) afirmou a tese do geocentrismo, segundo a qual a Terra seria o centro do universo, sendo que o Sol, a Lua e os planetas girariam em seu redor em órbitas circulares. A teoria de Ptolomeu resolvia de modo razoável os problemas astronômicos da sua época. Vários séculos mais tarde, o clérigo e astrônomo polonês Nicolau Copérnico (1473-1543), ao encontrar inexatidões na teoria de Ptolomeu, formulou a teoria do heliocentrismo, segundo a qual o Sol deveria ser considerado o centro do universo, com a Terra, a Lua e os planetas girando circularmente em torno dele. Por fim, o astrônomo e matemático alemão Johannes Kepler (1571-1630), depois de estudar o planeta Marte por cerca de trinta anos, verificou que a sua órbita é elíptica. Esse resultado generalizou-se para os demais planetas.

A respeito dos estudiosos citados no texto, é correto afirmar que Alternativa **e**.

a) Ptolomeu apresentou as ideias mais valiosas, por serem mais antigas e tradicionais.

b) Copérnico desenvolveu a teoria do heliocentrismo inspirado no contexto político do Rei Sol.

c) Copérnico viveu em uma época em que a pesquisa científica era livre e amplamente incentivada pelas autoridades.

d) Kepler estudou o planeta Marte para atender às necessidades de expansão econômica e científica da Alemanha.

e) Kepler apresentou uma teoria científica que, graças aos métodos aplicados, pôde ser testada e generalizada.

6. **(Enem)**

> **Mais *big* do que *bang***
>
> A comunidade científica mundial recebeu, na semana passada, a confirmação oficial de uma descoberta sobre a qual se falava com enorme expectativa há alguns meses. Pesquisadores do Centro de Astrofísica Harvard-Smithsonian revelaram ter obtido a mais forte evidência até agora de que o universo em que vivemos começou mesmo pelo *Big Bang*, mas este não foi explosão, e sim uma súbita expansão de matéria e energia infinitas concentradas em um ponto microscópico que, sem muitas opções semânticas, os cientistas chamam de "singularidade". Essa semente cósmica permanecia em estado latente e, sem que exista ainda uma explicação definitiva, começou a inchar rapidamente [...]. No intervalo de um piscar de olhos, por exemplo, seria possível, portanto, que ocorressem mais de 10 trilhões de *Big Bangs*.
>
> ALLEGRETTI F. *Veja*, 26 mar. 2014 (adaptado).

No título proposto para esse texto de divulgação científica, ao dissociar os elementos da expressão *Big Bang*, a autora revela a intenção de Alternativa **c**.

a) evidenciar a descoberta recente que comprova a explosão de matéria e energia.

b) resumir os resultados de uma pesquisa que trouxe evidências para a teoria do *Big Bang*.

c) sintetizar a ideia de que a teoria da expansão de matéria e energia substitui a teoria da explosão.

d) destacar a experiência que confirma uma investigação anterior sobre a teoria de matéria e energia.

e) condensar a conclusão de que a explosão de matéria e energia ocorre em um ponto microscópico.

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

MODERNA

CAPÍTULO

5

Teorias sobre a origem da vida

1. O objetivo desta questão é levar os estudantes a refletir sobre os estudos que abordam a origem da vida, bem como a relatar seus conhecimentos prévios sobre o assunto.
2. Resposta pessoal. O objetivo desta questão é levantar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o assunto.

Origem e geração da vida na Terra

1. Como as imagens apresentadas nesta página podem ser relacionadas com os estudos sobre a origem da vida na Terra?
2. Para você, como seriam as primeiras formas de vida?

Ao longo do processo de formação do planeta Terra, ocorreram diversas mudanças que possibilitaram o surgimento das primeiras formas de vida. Até o momento, não se sabe exatamente quando surgiu a vida no planeta. No entanto, é consenso na comunidade científica que os primeiros seres vivos a habitar a Terra eram seres microscópicos e unicelulares heterótrofos, precursores das bactérias.

Algumas evidências das primeiras formas de vida na Terra podem ser encontradas, por exemplo, nos chamados estromatólitos. Internamente, o estromatólito é formado por camadas intercaladas, formadas pelo depósito de detritos rochosos sobre microrganismos, cianobactérias em sua maioria. Uma camada de cianobactérias se forma acima da anterior e isso favorece o processo de fossilização.

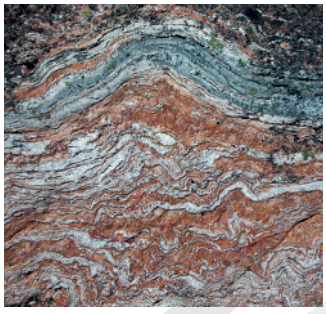
Os estromatólitos mais antigos datam de 3,5 bilhões de anos atrás. Outras evidências, no entanto, sugerem que os microrganismos existem há pelo menos 3,8 bilhões de anos.

Embora os estromatólitos sejam considerados um dos registros fósseis mais antigos de vida na Terra, os seres vivos que os compõem são complexos e, portanto, acredita-se que deve ter havido seres vivos mais simples anteriormente. Estudos recentes analisaram rochas e microfósseis de uma região ao norte do Canadá, conhecida como Cinturão de Nuvvuagittuq. Os materiais analisados indicam a presença de seres vivos nessas formações rochosas, cuja datação está entre 3,8 e 4,2 bilhões de anos. Ainda há controvérsias entre os cientistas quanto à datação do material e à veracidade dos registros de atividade biológica. No entanto, esses estudos indicam que a vida na Terra pode ter se originado milhões de anos antes do registrado nos estromatólitos.

O ser humano sempre se interessou em descobrir como a vida surgiu na Terra e como os seres vivos foram gerados. Por isso, ao longo do tempo, foram formuladas diferentes teorias sobre a origem dos seres vivos, tendo como base observações e conhecimentos de cada época. A seguir, estudaremos algumas delas.

Imagens sem proporção.

DAVID HUTT/ALAMY/FOTOARENA



Rochas localizadas no chamado Cinturão de Nuvvuagittuq, ao norte de Quebec, Canadá (2009).

ROB BAYER/SHUTTERSTOCK

Estromatólitos em Shark Bay, Austrália (2019).

! Os fósseis são remanescentes de seres vivos ou evidências de sua existência, preservados ao longo do tempo e considerados importantes ferramentas para o estudo da origem e da evolução da vida na Terra.

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

MODERNA

Teoria da geração espontânea

O filósofo grego Aristóteles (384 a.C.-322 a.C.) defendia a geração espontânea, segundo a qual os seres vivos poderiam se originar da matéria inanimada, ou seja, sem vida. Esse pensamento foi aceito durante muito tempo pelos estudiosos.

A teoria da geração espontânea foi testada pelo médico belga Jean Baptiste van Helmont (1577-1644), que realizou um ensaio sobre o tema. Para isso, ele colocou camisas sujas de suor e espigas de milho no interior de uma caixa. Após certo tempo, foram encontrados ratos nessa caixa, levando Helmont a concluir que esses animais tinham surgido espontaneamente na caixa, a partir das camisas e das espigas de milho.

Com o passar do tempo, no entanto, alguns estudiosos questionaram a geração espontânea. Entre eles, o médico italiano Francesco Redi (1626-1697), que defendia que um ser vivo se originava apenas a partir de outro. Veja o experimento que ele realizou a fim de testar sua ideia.

Registre em seu caderno.

Trocando ideias

As teorias científicas não são verdades absolutas e, portanto, podem ser reformuladas ou refutadas ao longo do tempo.

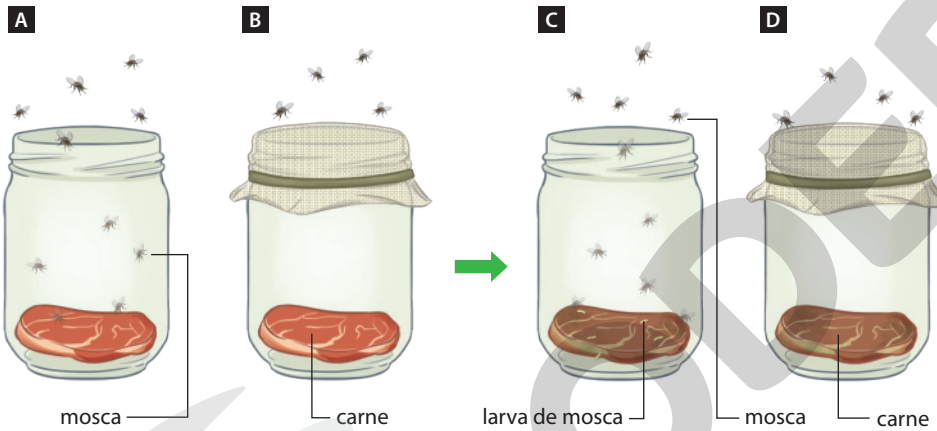
- Explique por que os resultados do experimento de Helmont e, consequentemente, suas conclusões são inconsistentes.

Resposta e orientações no **Suplemento para o professor**.

Redi colocou pedaços de carne em recipientes de vidro. Ele deixou alguns desses recipientes descobertos (**A**) e cobriu outros com gaze (**B**).

Após alguns dias, Redi observou que sobre a carne nos recipientes abertos apareceram larvas de moscas (**C**). Já na carne dos recipientes com a gaze não foi observada a presença de larvas (**D**).

ILUSTRAÇÕES: HELOÍSA PINTARELLI



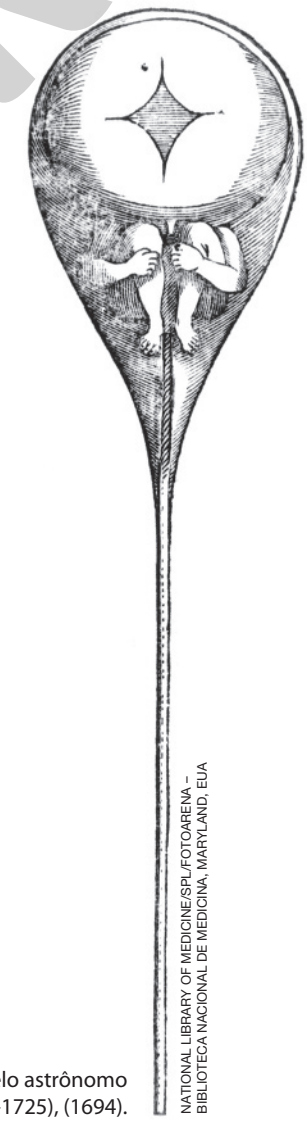
Representação do experimento realizado por Francesco Redi. Imagens sem proporção e em cores-fantasia.

Ilustração produzida com base em: Vida e Educação em Ciências: a origem da vida na Terra. *Universidade de São Paulo*. p. 23. Disponível em: <https://midia.atp.usp.br/impressos/redefor/EnsinoCiencias/VidEd_2011_2012/VidEd_v2_Semana_03.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2020.

O experimento mostrado acima foi uma contestação da teoria da geração espontânea e levou Redi a concluir que moscas adultas colocaram os ovos sobre a carne, dos quais eclodiram as larvas. Assim, os seres vivos só poderiam se originar a partir de outros seres vivos pela reprodução.

Outros cientistas defendiam as mesmas ideias de Redi. Entre eles, destacam-se o médico inglês William Harvey (1578-1657) e o cientista holandês Anton van Leeuwenhoek (1632-1723). Harvey acreditava que os seres vivos já estavam pré-formados no interior de ovos. Aqueles que não realizavam a postura de ovos mantinham-nos no interior do corpo da fêmea.

Leeuwenhoek também era pré-formista e realizou diversas observações microscópicas do sêmen masculino. Ele encontrou o que denominou "pequenos animais" nesse material, os quais poderiam ser miniaturas de seres humanos. Assim, surgiu a ideia de que os seres vivos seriam formados no sêmen de animais machos, e não a partir dos ovos.



NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE/SPL/FOTOARENA – BIBLIOTECA NACIONAL DE MEDICINA, MARYLAND, EUA

Homúnculo no interior de um espermatozoide. Desenho feito pelo astrônomo e naturalista holandês Nicolaas Hartsoeker (1656-1725), (1694).

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

MODERNA

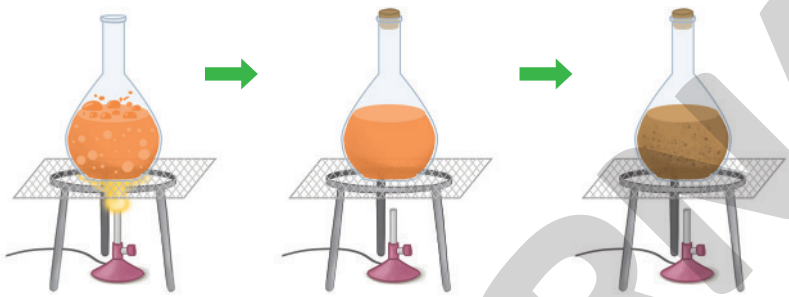
Needham e Spallanzani

Apesar do resultado do experimento de Redi, a teoria da geração espontânea continuou sendo defendida por alguns estudiosos.

Um dos defensores da abiogênese foi o cientista inglês John Tuberville Needham (1713-1781), que realizou um experimento buscando demonstrar a geração espontânea em microrganismos. Needham colocou caldo de carne em um recipiente e deixou levantar fervura, eliminando os microrganismos presentes no líquido e no ar. Em seguida, vedou o recipiente com uma rolha, para evitar que microrganismos entrassem no frasco.

Abiogênese: hipótese segundo a qual os seres vivos se formam espontaneamente a partir de matéria não viva.

Alguns dias após o experimento, apareceram microrganismos no caldo de carne. Com base nesse ensaio, Needham concluiu que os seres microscópicos surgiram a partir da geração espontânea.



Representação do experimento de John Tuberville Needham. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Ilustração produzida com base em: TEIXEIRA, L. A.; PALMA, A. O mistério de geração 2: o debate pega fogo. *Fiocruz*. Ciência. Disponível em: <http://www.invivo.fiocruz.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=1028&sid=9>. Acesso em: 16 mar. 2020.

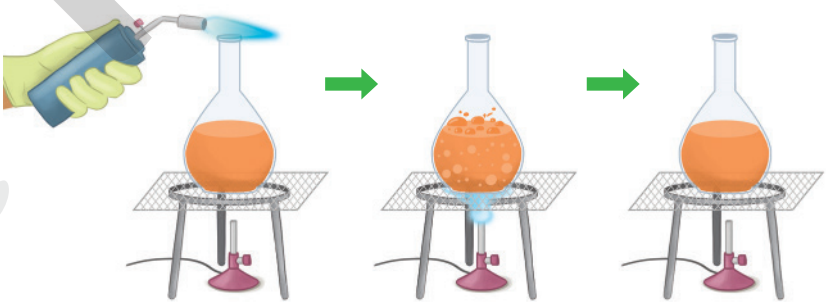
3. Que argumentos você utilizaria para contestar os resultados de Needham, contrapondo a abiogênese?

3. Resposta pessoal. O objetivo desta questão é que os estudantes reflitam e identifiquem possíveis falhas no experimento de Needham, visando incentivar o senso de investigação deles, que podem citar que a rolha não vedou completamente os recipientes ou a fervura não foi suficiente para eliminar os microrganismos.

Esses resultados foram rejeitados pelos defensores do pré-formismo. A fim de contestar as conclusões de Needham, o naturalista italiano Lazzaro Spallanzani (1729-1799) repetiu o experimento do cientista inglês em 1785, fazendo duas alterações:

- a abertura do recipiente foi derretida para ficar completamente lacrada, impedindo a entrada de ar;
- o caldo de carne e o ar foram aquecidos em temperaturas maiores e por mais tempo do que no experimento de Needham.

Após alguns dias do início do experimento, não houve aparecimento de microrganismos no interior dos recipientes. Isso levou Spallanzani a concluir que, no experimento de Needham, o ar presente no recipiente não havia sido aquecido na temperatura ideal e pelo tempo suficiente para eliminar os microrganismos. Ele também constatou que o inglês não havia vedado o recipiente, o que permitiu que o ar, contendo microrganismos, entrasse no interior do recipiente contendo o caldo de carne.



Representação do experimento de Spallanzani. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Ilustração produzida com base em: TEIXEIRA, L. A.; PALMA, A. O mistério de geração 2: o debate pega fogo. *Fiocruz*. Ciência. Disponível em: <http://www.invivo.fiocruz.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=1028&sid=9>. Acesso em: 16 mar. 2020.

Needham rebateu as conclusões de Spallanzani, afirmando que, ao aquecer demais o caldo de carne, ele estaria destruindo a "força vital" responsável pela existência de vida, impedindo, assim, a formação de microrganismos. O italiano, por sua vez, tentou provar que a "força vital" não existia. Apesar de não terem conclusões definitivas, o embate entre Needham e Spallanzani foi primordial para o avanço da Ciência.

ILUSTRAÇÕES: HELOÍSA PINTARELLI

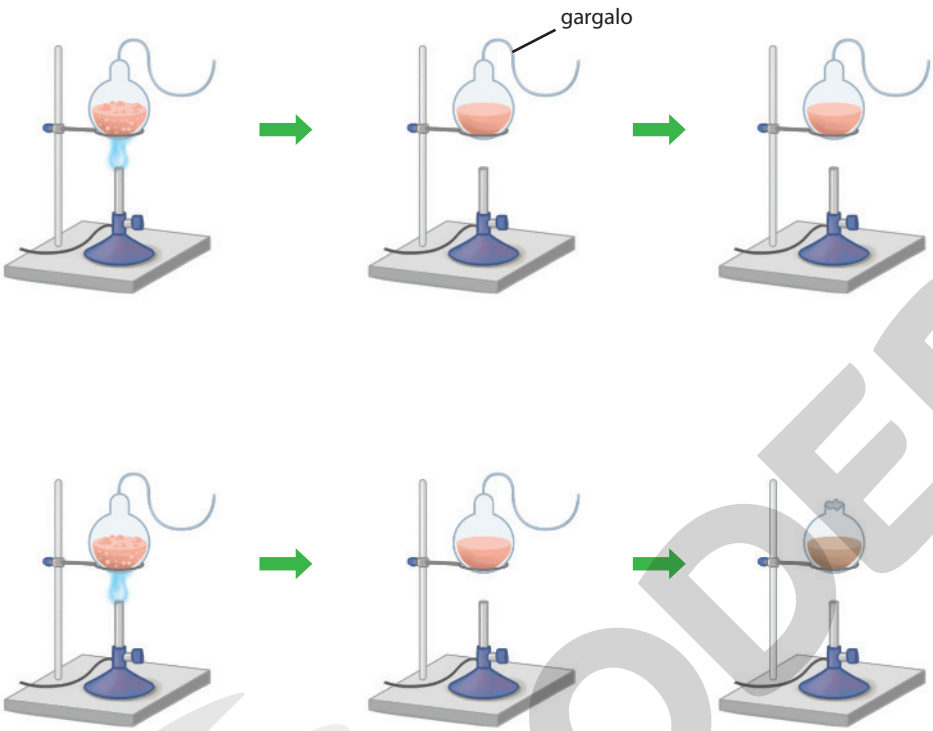
Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Pasteur

Durante o século XIX, os cientistas defendiam que os animais surgiam a partir de reprodução. Entretanto, quando a discussão envolvia o surgimento dos microrganismos, muitos estudiosos ainda defendiam que esses seres vivos se originavam por geração espontânea.

O químico francês Louis Pasteur (1822-1895) fez alguns experimentos que contribuíram para defender que os microrganismos só se originavam a partir de outros. Em 1862, enquanto analisava o crescimento de microrganismos em uma empresa de fermentação onde trabalhava, Pasteur realizou o experimento descrito a seguir.

ILUSTRAÇÕES: HELOÍSA PINTARELLI



Representação do experimento de Louis Pasteur. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Ilustração produzida com base em: PURVES, W. K. et al. *Vida*: a ciência da biologia. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2002. p. 456.

Pasteur colocou líquidos contendo nutrientes em frascos de vidro. Em seguida, ele modificou o gargalo desses frascos e ferveu os líquidos, a fim de eliminar microrganismos do ar e do líquido. Depois de alguns dias, o francês observou que não houve o desenvolvimento de microrganismos no interior dos frascos. O gargalo modificado permitia que o ar entrasse no frasco, mas impedia a entrada desses microrganismos.

Pasteur repetiu o experimento, quebrando o gargalo de um dos frascos. Depois de alguns dias, ele observou que havia microrganismos no interior do frasco com o gargalo quebrado. Assim, constatou que a barreira formada pelo gargalo foi retirada, o que permitiu que os microrganismos que estavam no ar entrassem em contato com o líquido e lá se multiplicassem.

Com seu experimento, Pasteur verificou que em uma solução estéril não ocorre o desenvolvimento de microrganismos. Eles só se desenvolvem se entrarem em contato com a solução. Assim, Pasteur conseguiu comprovar a teoria da biogênese, a qual defende que um ser vivo surge somente a partir de outro, inclusive para os microrganismos.

Ao longo da história da Ciência, observa-se uma mudança de visão dos cientistas sobre a validade da biogênese e da abiogênese. Veja a seguir.

Séc. XVII

Jean Baptiste van Helmont

Acreditava que a partir de espigas de milho e camisas suadas fosse possível gerar seres vivos.

Séc. XVII

Francesco Redi

Realizou experimentos que comprovaram a teoria da biogênese.

Séc. XVIII

John Needham

Acreditava em uma força vital capaz de originar novos seres vivos.

Lazzaro Spallanzani

Refutou as ideias de Needham e defendia a teoria da biogênese.

Séc. XIX

Louis Pasteur

Realizou experimentos comprovando a teoria da biogênese.

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

MODERNA

Pasteurização

A Embalagem de leite.

ANDRÉ L. SILVA/ASC IMAGENS

B Embalagem de suco.

JANAINA OLIVEIRA/ASC IMAGENS

Observe as imagens ao lado.

Na embalagem dos dois produtos apresentados ao lado é possível identificar uma informação referente ao processo de fabricação, a pasteurização. Afinal, o que significa dizer que um alimento é pasteurizado?

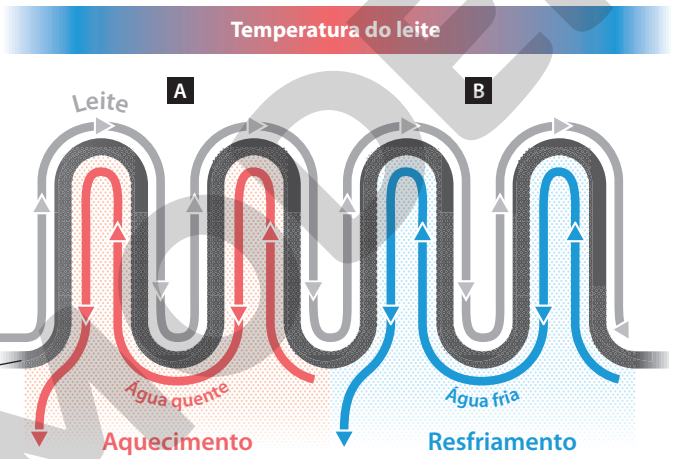
Os alimentos pasteurizados são aqueles que foram submetidos à pasteurização, uma técnica de eliminação de microrganismos e que é utilizada em diferentes tipos de alimentos.

A pasteurização foi desenvolvida em 1864 pelo cientista Louis Pasteur e consiste em aquecer determinado material por certo tempo e, em seguida, resfriá-lo. Essa variação de temperatura provoca a morte de microrganismos.

No caso do leite, por exemplo, a pasteurização pode ser realizada de diferentes maneiras, que variam a temperatura e o tempo de aquecimento. Uma delas consiste em aquecer o leite até, aproximadamente, 63 °C por 30 minutos. A outra consiste no aquecimento à 72 °C durante 15 segundos. Atualmente, também é comum o aquecimento do leite até, aproximadamente, 150 °C por 4 segundos, a chamada *Ultra High Temperature* (UHT).

Além da aplicação da técnica de pasteurização, para garantir a segurança alimentícia, é necessário que os recipientes estejam estéreis, ou seja, sem microrganismos, e fiquem completamente vedados.

A pasteurização é um tipo de tratamento térmico que não altera o gosto do alimento e ajuda a eliminar os seres vivos que possam estragar o leite, por exemplo, ou causar doenças ao consumidor. Isso também possibilita que os alimentos sejam mantidos sem refrigeração por certo tempo, antes da abertura das embalagens, e amplia o prazo de validade.



HELOÍSA PINTARELLI

Representação das principais etapas de pasteurização. Em **A** o leite é aquecido até atingir a temperatura adequada. Em **B** o leite é rapidamente resfriado.

Jovem tomando leite pasteurizado. O leite é uma importante fonte de proteínas e sais minerais, como o cálcio, essenciais ao crescimento e ao desenvolvimento do corpo.

KUMRUEN JITTIMA/SHUTTERSTOCK

Respostas no **Suplemento para o professor**.

a) Qual é a importância de vedar corretamente os recipientes que contêm o alimento pasteurizado?

b) Caso um consumidor não tenha acesso ao leite pasteurizado, que medida caseira poderia ser aplicada por ele nesse alimento antes de consumi-lo?

c) Faça uma pesquisa sobre outras técnicas aplicadas nas indústrias alimentícias que auxiliam na conservação dos alimentos por meio da eliminação de microrganismos.

d) Visite um supermercado com dois colegas e façam o levantamento de quais produtos passam pelo processo de pasteurização, observando os rótulos. Anotem a data de fabricação e de vencimento desses produtos e depois comparem os dados obtidos. Em seguida, conversem sobre quais desses produtos vocês costumam consumir. Compartilhe suas conclusões com os outros colegas.

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

Teoria de Oparin e Haldane

O experimento de Pasteur foi essencial para a consolidação da teoria da biogênese. A partir de então, os cientistas passaram a se questionar sobre como teria surgido o primeiro ser vivo e, consequentemente, a vida na Terra.

Nas décadas posteriores ao experimento de Pasteur, estudos indicavam que a vida teria surgido a partir do rearranjo de moléculas orgânicas simples, descartando a ideia da existência de forças vitais nesse processo.

Segundo o bioquímico russo Aleksandr Ivanovich Oparin (1894-1980) e o biólogo inglês John. B. S. Haldane (1892-1964), a vida teria surgido a partir de uma modificação gradual de sistemas químicos. Eles levantaram a hipótese de que a atmosfera primitiva da Terra poderia ser composta pelos gases metano (CH_4), hidrogênio (H_2) e nitrogênio (N_2), além de amônia (NH_3) e vapor de água (H_2O).

Na atmosfera primitiva não havia gás oxigênio e, consequentemente, nem a camada de ozônio que protege os seres vivos e o planeta da ação nociva dos raios ultravioleta (UV) do Sol. Na inexistência dessa camada, a superfície terrestre estava exposta a toda a radiação ultravioleta que, com as descargas elétricas, frequentes na atmosfera primitiva, geravam energia suficiente para possibilitar a síntese de moléculas orgânicas.

Oparin e Haldane propuseram a existência de um oceano primitivo, que foi essencial para a formação das primeiras formas de vida na Terra. Esse oceano seria um tipo de sopa primordial, sob agitação, em que as moléculas simples reagiam quimicamente umas com as outras, formando moléculas mais complexas, que também podiam interagir entre si.

NASA

Representação da Terra primitiva. As condições desse ambiente, possivelmente, foram essenciais para a origem da vida.

De acordo com essa teoria, a partir dessas interações químicas houve a formação dos chamados **coacervados** ou **protobiontes**.

Os coacervados eram considerados agrupamentos de moléculas de proteínas isolados do meio externo por uma dupla camada de lipídios, similar a uma membrana celular. Esse arranjo, no entanto, não era considerado uma célula e não teria capacidade de se reproduzir.

4. Em que ambiente você considera que surgiram os primeiros seres vivos?

Resposta pessoal. O objetivo desta questão é levantar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o assunto e levá-los a refletir sobre as condições em que surgiram os primeiros seres vivos, algo que ainda hoje instiga as pesquisas científicas.

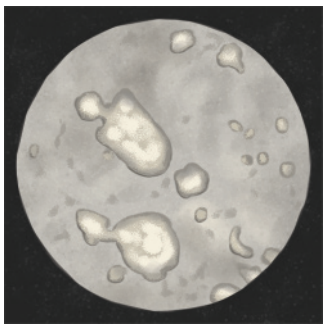
!

A camada de ozônio é composta pelo gás ozônio (O_3), produzido pela combinação de uma molécula de gás oxigênio (O_2) com um átomo de oxigênio (O). O gás ozônio absorve grande parte da radiação ultravioleta proveniente do Sol, impedindo que ela atinja a superfície terrestre.

Imagens sem proporção e em cores-fantasia.

Ilustração produzida com base em: Origem da vida. *Universidade Federal do Ceará*. Disponível em: <https://seara.ufc.br/pt/secoes-especiais-de-ciencia-e-tecnologia/secoes-especiais-biologia/origem-da-vida/>. Acesso em: 4 ago. 2020.

Representação de coacervado. Imagem sem proporção.



HELOÍSA PINTARELLI

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

MODELO

Veja a seguir uma representação do experimento realizado por Miller e Urey.

5. Relacione o experimento realizado por Miller e Urey às condições existentes na Terra primitiva.

Espera-se que os estudantes identifiquem os gases e o vapor de água como componentes da atmosfera primitiva, as descargas elétricas, como os raios que assolavam a Terra, o condensador como o processo natural de formação das chuvas e o recipiente coletor como os oceanos primitivos.

HELOÍSA PINTARELLI

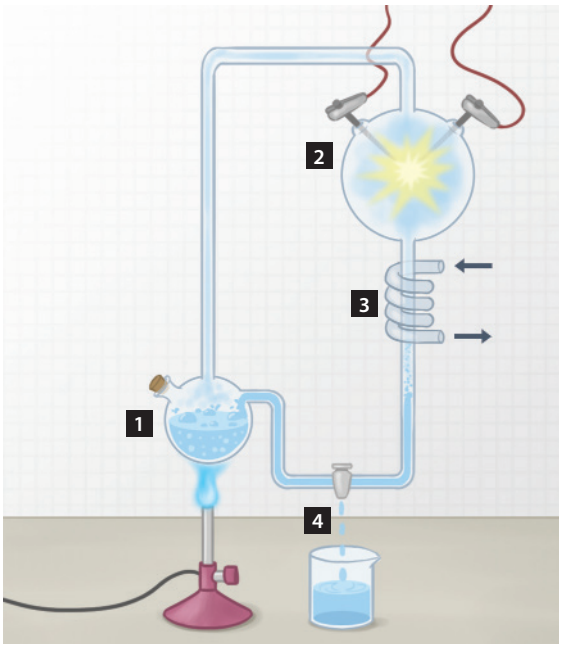


Ilustração produzida com base em: PURVES, W. K. et al. *Vida*: a ciência da Biologia. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2002. p. 452.

Imagens sem proporção.

Representação do experimento de Miller-Urey. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

1 Uma solução química foi aquecida, liberando vapor de água e gases, como amônia, metano e hidrogênio.

2 Os gases e vapor de água produzidos foram encaminhados a outro recipiente, onde receberam descargas elétricas.

3 Os componentes foram encaminhados a um condensador, onde foram resfriados e passaram para o estado físico líquido.

4 O líquido formado foi recolhido e analisado. Nessa análise, Miller verificou a formação de moléculas orgânicas.

Embora as condições da atmosfera primitiva sugerida por Miller não sejam as mesmas consideradas pelos cientistas atualmente, seu experimento tem uma importância histórica. Antes, acreditava-se que essas moléculas só poderiam ser produzidas por células vivas. Assim, os resultados da análise de Urey e Miller contribuíram para a aceitação das ideias de Oparin e Haldane.

Panspermia

Meteoroide: fragmento de material que se move sem rumo no espaço.

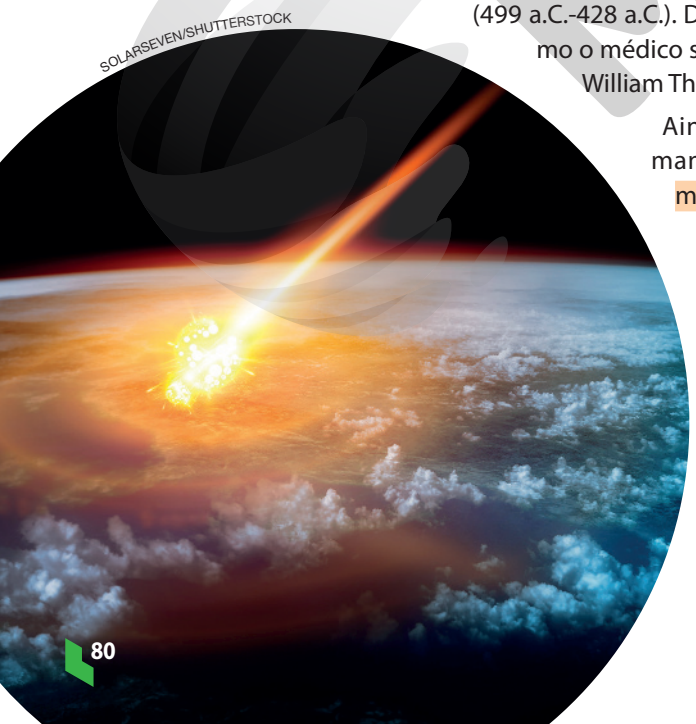
O termo "panspermia" tem origem grega e significa "sementes por todos os lados". De acordo com essa teoria, a vida na Terra teria se originado a partir de compostos orgânicos provenientes do espaço e que aqui se desenvolveram em diferentes formas de vida.

Uma das primeiras citações dessa teoria foi feita pelo filósofo grego Anaxágoras (499 a.C.-428 a.C.). Durante o século XIX, ela foi resgatada por alguns cientistas, como o médico sueco Jöns Jacob Berzelius (1779-1848) e o matemático irlandês William Thomson (1824-1907).

Ainda hoje, há cientistas que defendem essa ideia. Eles afirmam que a matéria orgânica teria chegado ao planeta Terra em meteoroides vindos de outros planetas.

Descobertas recentes contribuem com essa teoria. Os astrônomos Fred Hoyle (1915-2001), inglês, e o cingalês Nalin Chandra Wickramasinghe (1939-) detectaram evidências de matéria orgânica no espaço, sobretudo em cometas. Assim, eles acreditam que esses astros poderiam carregar consigo formas de vida microscópicas pelo espaço.

SOLARSEVEN/SHUTTERSTOCK



Representação da teoria da panspermia. Nessa imagem, um meteoroide atingindo a Terra e a povoando com microrganismos de outros locais do espaço.

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

MODERNA

As primeiras células

Atualmente, sabe-se que todo ser vivo é composto de células, unidade básica da vida. No entanto, ainda hoje, não se sabe ao certo como surgiu a primeira célula.

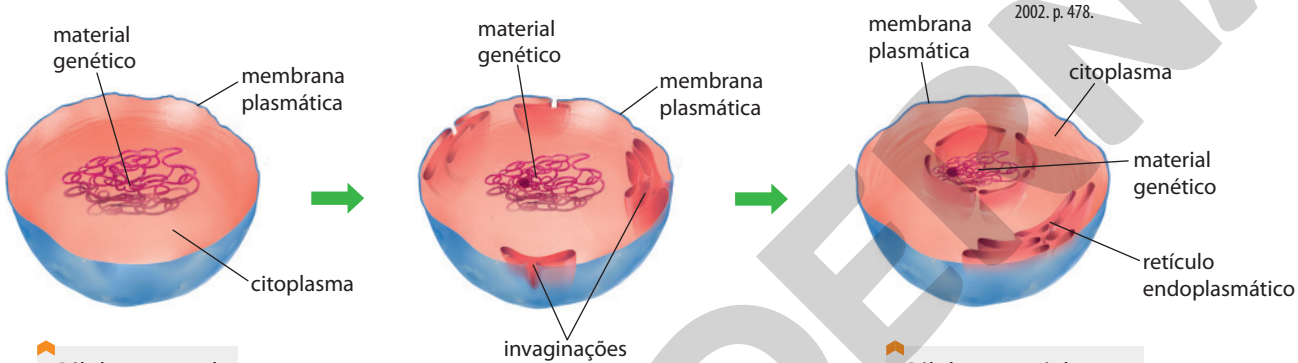
Graças aos avanços nas pesquisas científicas, surgiram indícios de que as primeiras formas celulares teriam se formado por meio de rearranjos moleculares durante milhões de anos. A partir desses rearranjos, as moléculas teriam se tornado maiores, mais complexas e estáveis.

A interação entre algumas dessas moléculas resultou na formação da membrana plasmática, uma estrutura celular que, entre outras funções, controla a entrada e a saída de materiais do interior das células.

Acredita-se que as primeiras células eram procarióticas e similares às bactérias e arqueas atuais. Agora, cabe outro questionamento: como se formaram as células eucarióticas? Alguns estudos apontam que esse tipo de célula se formou pela invaginação da membrana plasmática das células procarióticas, levando à formação de algumas organelas. Veja a seguir.

6. Diferencie célula eucariótica de célula procariótica.

Arquea: organismo unicelular procarionte, semelhante estruturalmente às bactérias, mas com algumas características genéticas e bioquímicas semelhantes às dos organismos eucariontes.



Célula ancestral procariótica.

Célula com núcleo e membranas internas.

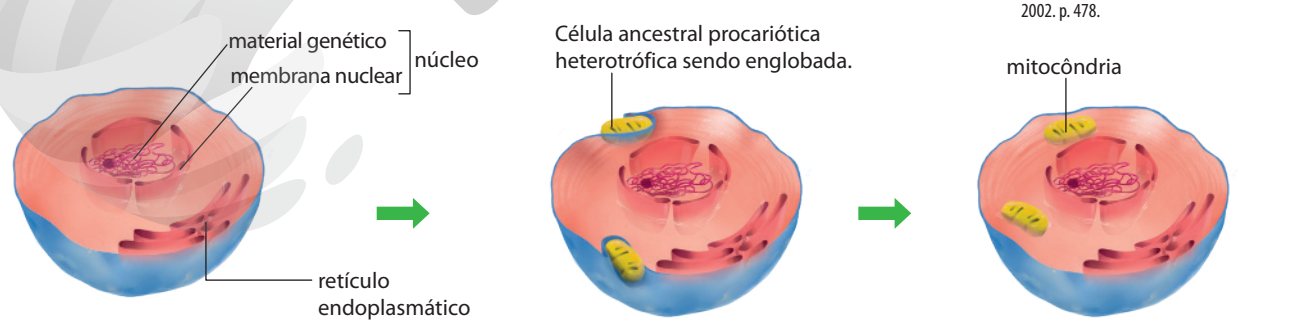
Ilustração produzida com base em: PURVES, W. K. et al. *Vida*: a ciência da biologia. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2002. p. 478.

Representação da origem das células eucarióticas. Imagens sem proporção e em cores-fantasia.

6. Espera-se que os estudantes comentem que as células procarióticas não apresentam núcleo individualizado nem organelas envoltas por membrana. Já as células eucarióticas possuem núcleo e diversas organelas envoltas por membrana, ou seja, estruturas delimitadas por membranas e que realizam papéis específicos na célula.

Seguindo esse raciocínio, em 1970, a bióloga estadunidense Lynn Margulis (1938-2011) elaborou a teoria da endossimbiose, para explicar a origem da mitocôndria e do cloroplasto na célula eucariótica.

De acordo com essa teoria, a mitocôndria teria se formado quando uma célula procariótica, capaz de utilizar o oxigênio em seu metabolismo, foi capturada por uma célula eucariótica. A célula capturada teria escapado do mecanismo de digestão celular, diferenciando-se em uma mitocôndria.



Célula com núcleo e sistema de membranas internas.

Célula ancestral eucariótica heterotrófica.

Ilustração produzida com base em: PURVES, W. K. et al. *Vida*: a ciência da biologia. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2002. p. 478.

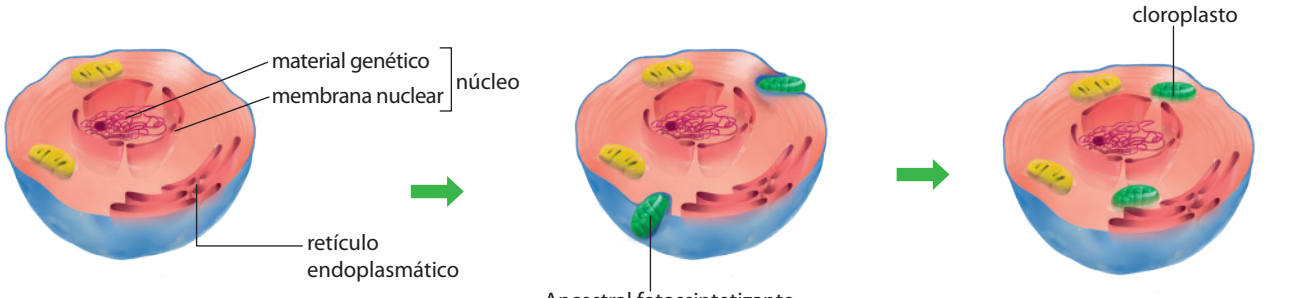
Representação da origem da mitocôndria na célula eucariótica. Imagens sem proporção e em cores-fantasia.

ILUSTRAÇÕES: ALEXANDRE DE SOUZA

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

MODERNA

No caso do cloroplasto, uma célula eucariótica, que já possuía uma mitocôndria, englobou uma cianobactéria, que se diferenciou e formou o cloroplasto, originando uma célula ancestral eucariótica autotrófica.



ALEXANDRE DE SOUZA

Ilustração produzida com base em: PURVES, W. K. et al. *Vida*: a ciência da Biologia. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2002. p. 478.

Representação da origem do cloroplasto na célula eucariótica. Imagens sem proporção e em cores-fantasia.

Algumas evidências sustentam a teoria da endossimbiose.

- As mitocôndrias e os cloroplastos das células eucarióticas atuais possuem ribossomos em seu interior e também seu próprio material genético.
- Os ribossomos e o material genético dessas organelas e de algumas bactérias são similares.
- Mitocôndrias e cloroplastos possuem membranas e a mais interna é similar à dos procariontes.

Além da presença de células, há outra característica inerente aos seres vivos: o metabolismo. Seriam os primeiros organismos capazes de produzir seu próprio alimento?

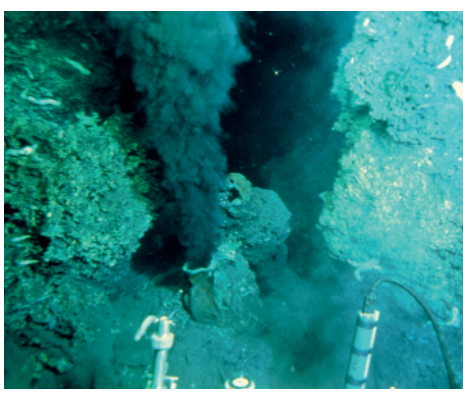
A **teoria heterotrófica** defende que os primeiros organismos teriam metabolismo heterotrófico, ou seja, não eram capazes de produzir os nutrientes de que necessitavam, sendo necessário obtê-los do ambiente. Conforme o tempo passou, houve aumento de organismos heterotróficos e a concentração de moléculas orgânicas diminuiu. Ao mesmo tempo, iniciou-se a evolução dos organismos autotróficos, ou seja, aqueles capazes de produzir compostos orgânicos a partir de moléculas inorgânicas.

Já a **teoria autotrófica** afirma que os primeiros organismos eram autotróficos, sendo capazes de produzir seus próprios nutrientes. Eles, no entanto, não eram fotossintetizantes, mas quimiolitoautotróficos, isto é, que utilizam moléculas inorgânicas, como o sulfeto de hidrogênio (H_2S), como fonte de energia.

Com o tempo, surgiram os primeiros organismos fotossintetizantes, que utilizavam a energia proveniente da luz solar na conversão de energia química em suas células. O gás oxigênio, proveniente da fotossíntese, contribuiu para modificar a composição atmosférica e favoreceu o surgimento do metabolismo aeróbico, comum a muitos seres vivos existentes na atualidade.

A teoria autotrófica foi reforçada com a descoberta de fontes termais no fundo dos oceanos. Esses locais se encontram em áreas de vulcanismo ativo e liberam gases superaquecidos com alta concentração de sulfeto de hidrogênio, utilizado por muitas bactérias atuais como fonte de energia.

Nas fontes hidrotermais, além de microrganismos, são encontrados diversos seres vivos, como os vermes de fogo.



DR KEN MACDONALD/SPL/FOTOARENA

Fonte hidrotermal no oceano Pacífico. Nesses locais a temperatura pode ser superior a 300 °C.

7. Resposta pessoal. Os estudantes podem citar a maioria dos animais, fungos, protozoários e grande parte das bactérias atuais.

7. Cite um exemplo de ser vivo heterotrófico.

8. Cite um exemplo de ser vivo autotrófico.

Resposta pessoal. Os estudantes podem citar a maioria das plantas, as algas e algumas bactérias.

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

MODERNA

ATIVIDADES

Registre em seu caderno.

Respostas das questões **1** a **4** e **7** no **Suplemento para o professor**.

1. Diferencie as teorias da abiogênese e da biogênese.

2. Por que o resultado do experimento de Francesco Redi contestou a teoria da abiogênese?

3. Como o experimento de Louis Pasteur sobre a geração de microrganismos fortaleceu a teoria da biogênese?

4. Explique as diferenças entre a teoria heterotrófica e a teoria autotrófica.

5. **(Enem)** Se compararmos a idade do planeta Terra, avaliada em quatro e meio bilhões de anos ($4{,}5 \times 10^9$ anos), com a de uma pessoa de 45 anos, então, quando começaram a florescer os primeiros vegetais, a Terra já teria 42 anos. Ela só conviveu com o homem moderno nas últimas quatro horas e, há cerca de uma hora, viu-o começar a plantar e a colher. Há menos de um minuto percebeu o ruído de máquinas e de indústrias e, como denuncia uma ONG de defesa do meio ambiente, foi nesses últimos sessenta segundos que se produziu todo o lixo do planeta!

O texto acima, ao estabelecer um paralelo entre a idade da Terra e a de uma pessoa, pretende mostrar que:

a) a agricultura surgiu logo em seguida aos vegetais, perturbando desde então seu desenvolvimento.

b) o ser humano só se tornou moderno ao dominar a agricultura e a indústria, em suma, ao poluir.

c) desde o surgimento da Terra, são devidas ao ser humano todas as transformações e perturbações.

d) o surgimento do ser humano e da poluição é cerca de dez vezes mais recente que o do nosso planeta.

e) a industrialização tem sido um processo vertiginoso, sem precedentes em termos de dano ambiental.

Alternativa **e**.

O texto permite concluir que a agricultura começou a ser praticada há cerca de:

a) 365 anos.

b) 460 anos.

c) 900 anos.

d) 10 000 anos.

e) 460 000 anos.

Alternativa **d**.

Na teoria do Big Bang, o Universo surgiu há cerca de 15 bilhões de anos, a partir da explosão e expansão de uma densíssima gota. De acordo com a escala proposta no texto, essa teoria situaria o início do Universo há cerca de:

a) 100 anos.

b) 150 anos.

c) 1 000 anos.

d) 1 500 anos.

e) 2 000 anos.

Alternativa **b**.

6. **(Unifal-MG)** Do início da vida na Terra até o aparecimento dos seres vivos atuais aconteceram vários eventos, como por exemplo:

I) formação das primeiras células;

II) formação de moléculas orgânicas complexas;

III) aparecimento de organismos capazes de produzir alimentos pela fotossíntese;

IV) surgimento dos primeiros organismos aeróbicos.

Escreva em seu caderno a alternativa que indica a ordem mais aceita, atualmente, para o acontecimento desses eventos.

a) I, II, IV, III

b) II, III, V, I

c) I, IV, III, II

d) II, I, III, IV

Alternativa **d**.

7. Leia o trecho da reportagem a seguir e responda às questões propostas.

[...]

Não há dúvidas de que o material das superfícies planetárias é continuamente trocado entre planetas rochosos e luas de nosso sistema solar. Ejetados por impactos de alta energia de cometas ou asteroides, pedaços de coisas seguem diferentes trajetórias orbitais. Seguindo essas trajetórias, podem retornar à origem ou atingir a superfície de outros mundos.

Evidências cada vez mais numerosas sugerem que vários organismos (normalmente microbianos) poderiam ser transportados por grandes distâncias pois são capazes de suportar extremos de pressão e de aceleração e sobreviver por milhares de milhões de anos no espaço interplanetário. [...]

Paradoxo da Panspermia: quais são os limites para a vida? *Scientific American Brasil*. Disponível em: <https://sciam.com.br/paradoxo-da-panspermia/>. Acesso em: 4 ago. 2020.

a) O texto cita que a troca de materiais ocorre entre planetas rochosos do Sistema Solar. Sendo assim, com quais planetas desse sistema a Terra poderia trocar material?

b) A qual teoria da origem da vida na Terra o texto pode ser relacionado? Justifique sua resposta.

c) Quem foram os primeiros adeptos dessa teoria?

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

MODERNA

Resposta no **Suplemento para o professor**.

8. Leia o trecho da reportagem a seguir e responda às questões.

A origem da vida na Terra é uma questão ainda em aberto. A formação da crosta terrestre, segundo estudos geológicos recentes, ocorreu há cerca de 4,4 bilhões de anos [...].

No entanto, sabemos que, há cerca de 3,5 bilhões de anos, já havia na Terra primitiva atividade de organismos celulares (cianobactérias), como atestam estruturas sedimentares de origem orgânica (os chamados estromatólitos) encontradas, por exemplo, na Austrália.

[...]

A transição entre etapas puramente químicas e o surgimento de uma estrutura molecular complexa com capacidade de replicação – e, posteriormente, a seres unicelulares – foi um processo complexo cujas etapas são ainda desconhecidas.

Uma primeira resposta sugere que aminoácidos poderiam ter sido criados a partir de moléculas presentes na atmosfera terrestre expostas à radiação ultravioleta e a descargas elétricas, como sugeriu um experimento clássico na década de 1950. Mais recentemente, tem-se especulado que as fontes geotermais submarinas poderiam ter sido a origem desses processos químicos.

Outra possibilidade, no entanto, é a origem extraterrestre desses componentes. [...] Essa teoria – inicialmente abandonada – foi retomada por dois astrofísicos, o britânico Fred Hoyle (1915-2001) e o cingalês Nalin Wickramasinghe, na década de 1970, que passaram a defender que compostos orgânicos necessários para o aparecimento da vida foram trazidos para a Terra por cometas que colidiram com nosso planeta.

Em 2004, a sonda espacial Stardust coletou material da cauda do cometa P/Wild, e sua análise mostrou a presença de glicina (aminoácido presente em proteínas), bem como compostos à base de dois elementos essenciais à vida como a conhecemos, nitrogênio e carbono. O meteorito Murchison, que caiu na Austrália em 28 de setembro de 1969, apresentou, em sua análise química, um conteúdo orgânico ainda mais surpreendente: cerca de 70 tipos de moléculas, [...] essenciais para a constituição de duas moléculas do material genético, o RNA e o DNA. [...]

Podemos, então, imaginar que as moléculas orgânicas [...] estivessem presentes na composição química dos cometas e asteroides que colidiram com a Terra. Com condições físicas adequadas, essas moléculas poderiam ter dado origem a compostos mais complexos que estão na base da formação das duas moléculas da vida, o RNA e o DNA. [...]

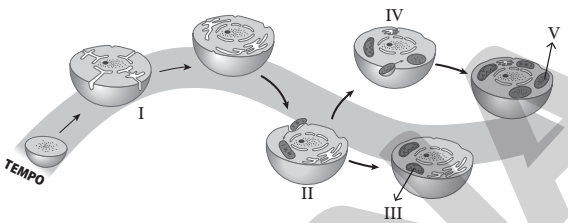
PACHECO, J. A. de F. Quando a vida surgiu no Universo? *Ciência Hoje*, Rio de Janeiro, Instituto Ciência Hoje, n. 318, set. 2014. p. 35-37.

a) O texto cita duas possibilidades sobre o início da vida na Terra. Descreva-as com suas palavras.

b) Quais cientistas realizaram o experimento clássico citado no texto e qual era seu objetivo?

c) Com base no que você estudou neste capítulo, qual seria o nome da teoria citada pelo autor no quinto parágrafo do texto e quais evidências a sustentam atualmente?

9. **(Unicentro-PR)** Observe a figura a seguir.



SERGIO L. FILHO

Com base na figura e nos conhecimentos sobre a origem das células eucarióticas pela hipótese endossimbiótica, escreva em seu caderno a alternativa correta.

a) (I) representa uma célula eucariótica e (II) representa a origem de cloroplasto por endossimbiose.

b) (I) representa a formação dos compartimentos membranosos internos por invaginação da membrana plasmática e (V) representa um cloroplasto.

c) (II) representa a formação de compartimentos membranosos internos por invaginação da membrana plasmática.

d) (III) representa um procarionte ancestral fotossintético e (IV) representa a formação de compartimentos membranosos internos por endossimbiose.

e) (III) representa um cloroplasto e (V) representa uma mitocôndria.

Alternativa **b**.

10. **(UEL-PR)** Teorias a respeito da evolução celular indicam que as primeiras células surgiram em um ambiente inóspito, pobre em oxigênio, conhecido como sopa pré-biótica, onde ocorria síntese espontânea de biomoléculas complexas. Considerando a baixa complexidade das primeiras células, é correto afirmar que elas caracterizavam-se como:

a) Procariontes autotróficas, por serem capazes de produzir seu próprio alimento.

b) Eucariontes heterotróficas, por se alimentarem de compostos orgânicos do meio.

c) Eucariontes autotróficas, por conseguirem energia do Sol por meio da fotossíntese.

d) Procariontes heterotróficas, por se alimentarem de compostos orgânicos do meio.

e) Procariontes heterotróficas, por se alimentarem de outros organismos.

Alternativa **d**.

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

MODERNA

11. **(UEL-PR)** Analise o esquema a seguir.

Com base no esquema e nos conhecimentos sobre a origem da vida, considere as afirmativas a seguir.

I) O esquema representa a origem abiótica da vida, em conformidade com a teoria de Oparin-Haldane.

II) Os organismos primitivos – microrganismos – foram precedidos, em nosso planeta, por uma longa evolução dos compostos químicos.

III) Os organismos mais complexos portam em seu DNA muitas informações dos organismos que lhes antecederam na Terra.

IV) As moléculas de proteínas e de ácidos nucleicos dos organismos atuais são estruturalmente distintas daquelas presentes em organismos primitivos.

Estão corretas apenas as afirmativas:

a) I e III. **c)** II e IV. **e)** II, III e IV.

b) I e IV. **d)** I, II e III.

Alternativa **d**.

12. **(UFSC-SC)** Evidências indicam que a Terra tem aproximadamente 4,5 bilhões de anos de idade. A partir de sua formação até o aparecimento de condições propícias ao desenvolvimento de formas vivas, milhões de anos se passaram. Sobre a origem da vida e suas hipóteses, escreva em seu caderno a(s) proposição(ões) CORRETA(S).

01. O aparecimento da fotossíntese foi muito importante, pois através deste fenômeno alguns seres vivos passaram a ter capacidade de formar moléculas energéticas.

02. Segundo a hipótese heterotrófica, os primeiros seres vivos obtinham energia através de processos químicos bem simples como a respiração aeróbica.

04. As hipóteses heterotrófica e autotrófica foram baseadas em fatos comprovados que levaram à formulação da Lei da Evolução Química.

08. Os processos químicos nos seres vivos ocorrem dentro de compartimentos isolados do meio externo, em função da existência de uma membrana citoplasmática.

16. Em 1953, Stanley L. Miller, simulando as prováveis condições ambientais da Terra no passado, comprovou a possibilidade da formação de moléculas complexas como proteínas e glicídios.

32. Há um consenso entre os cientistas quanto à impossibilidade de serem formadas moléculas orgânicas fora do ambiente terrestre.

64. A capacidade de duplicar moléculas orgânicas foi uma etapa crucial na origem dos seres vivos.

Soma: 01 + 08 + 64 = 73

13. Ao cortar uma goiaba, observou-se a situação apresentada ao lado.

Resposta no **Suplemento para o professor**.

FABIO COLOMBINI

Larva encontrada no interior de uma goiaba. Essa larva pode atingir aproximadamente 3 cm de comprimento.

a) Elabore duas hipóteses para a presença da larva na goiaba. Uma delas deve ter como base a teoria da abiogênese e a outra, a teoria da biogênese.

b) Elabore uma explicação baseada na teoria da biogênese para essa situação.

c) Proponha um experimento para verificar suas hipóteses elaboradas no item **a**. Para isso, elabore um esquema com descrição das etapas a serem realizadas. Por fim, comente sobre os resultados esperados, justificando sua resposta.

Para elaborar o experimento, no item **c**, oriente os estudantes a se basear naquele realizado pelo médico italiano Francesco Redi, utilizado para rejeitar a teoria da abiogênese.

RETOMANDO O QUE ESTUDEI

Respostas no **Suplemento para o professor**.

Refletindo sobre o que estudou nesta unidade, responda às questões a seguir.

1. Explique por que o Sol não se transformará em uma supernova durante seu ciclo.

2. Elabore um esquema que representa a teoria do *Big Bang*. Utilize textos e imagens em seu esquema.

3. Comente sobre as contribuições do experimento de Rutherford para a compreensão da estrutura do átomo e explique o modelo atômico de Rutherford.

4. A tabela periódica dos elementos é dividida em metais, ametais, gases nobres e hidrogênio. Descreva as principais características dos elementos químicos que se encontram em cada uma dessas divisões da tabela periódica.

5. Analisando as mudanças e avanços nos modelos atômicos, apresentados nesta unidade, o que você pode perceber a respeito dos estudos científicos? E a respeito dos possíveis rumos do estudo da estrutura atômica?

6. Em um pedaço de papel, escreva o nome de uma teoria a respeito da origem da vida. Em seguida, troque o pedaço de papel com um colega. Depois, cada um vai explicar brevemente a teoria citada no papel, levando em consideração os experimentos realizados para confirmá-la ou contrapô-la.

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

MODERNA

SER CONSCIENTE

Origem do Universo em diferentes culturas

Ao longo da história da humanidade, compreender a origem do Universo tem sido uma tarefa que desperta o interesse do ser humano. Podemos perceber esse fato ao conhecer as diferentes explicações sobre a origem do Universo e de alguns astros que o compõem, desenvolvidas ao longo do tempo em diferentes culturas. Essas explicações exercem uma grande influência na vida das pessoas, pois estão relacionadas a muitos hábitos e crenças. Para muitos povos, a explicação para a origem do Universo estava no caos.

Vamos conhecer alguns mitos e lendas contados pelos povos.

Mitologia grega

[...]

A palavra caos vem do grego antigo e alude ao estado vazio, informe do início do universo. De acordo com a Teogonia, de Hesíodo, escrita por volta de 700 a.C., Caos gerou Gaia (a Terra), Eros (o desejo), Érebo (as trevas), nix (a noite) e Tártaro (o mundo subterrâneo). Estes, por sua vez, conceberam outros elementos fundamentais do universo, incluindo Urano (o firmamento), Éter ("o céu superior") e o dia. Outra versão da história da criação conta que uma deusa, nascida espontaneamente de Caos, botou um ovo do qual tudo se originou. Na Mesopotâmia, Marduk vence a monstruosa Tiamat – uma personificação de caos – para estabelecer a ordem e a sociedade humana. [...]

DELL, C. *Mitologia*: um guia dos mundos imaginários. Trad. André Luiz Alvarenga. São Paulo: Edições Sesc, 2016. p. 20.

PROVISÓRIA

Povos indígenas brasileiros

Alguns povos indígenas buscaram explicar a origem do Universo por meio de lendas relacionadas a manifestações sagradas. De acordo com uma lenda indígena Suruí, o mundo era frio e escuro, até que um curumim muito curioso abriu uma cabaça sagrada.

> [...] De dentro saíram o Fogo e o Vento com tanta violência, que mataram o indiozinho. O vento se soltou e se espalhou pelo Universo. O fogo, quando saiu, se dividiu em dois: Kwarahy (Sol) e Sahy (Lua). Durante o dia aquece a Terra. À noite ele ilumina a noite escura. [...]
>
> CLARO, R. O curumim curioso e a cabaça sagrada (Suruí). In: *Encontros de histórias*: do arco-íris à Lua, do Brasil à África. São Paulo: Hedra Educação, 2014. p. 20.

Mitologia chinesa

No começo, só havia o caos, do qual surgiu Panku, primeiro ser com consciência.

Com um machado, ele dividiu o mundo entre o céu e terra. Ao morrer, seus olhos viraram o Sol e a Lua, o hálito se tornou vento e até os parasitas que viviam nele se transformaram nos animais que conhecemos.

SALI, F. Como é a mitologia chinesa? In: *O grande livro das mitologias*. São Paulo: Abril, 2018. p. 64. (Coleção Mundo Estranho).

ALEXANDRE DE SOUZA

Respostas no **Suplemento para o professor**.

A Converse com um colega sobre as diferenças entre o desenvolvimento das explicações míticas sobre a origem do Universo e a teoria do *Big Bang*.

B Como estudamos, a teoria do *Big Bang* é a mais aceita pelos cientistas, no entanto, conhecemos vários mitos de diferentes povos que tentam explicar a origem do Universo. Em sua opinião, qual é a importância desses mitos para esses povos?

C Junte-se a quatro colegas e pesquisem em livros e na internet outro mito a respeito da origem do Universo, dos astros ou de elementos da Terra. Em seguida, utilizando um editor de apresentações, montem uma apresentação com textos e imagens explicativos sobre esse mito e a importância dessa narrativa para os povos.

Por fim, com ajuda do professor, providenciem um projetor e apresentem os resultados da pesquisa aos colegas da turma e à comunidade escolar.

MODERNA

UNIDADE

3

A Terra e o Universo

A Terra é o terceiro planeta do Sistema Solar e, considerando a ordem crescente de distâncias em relação ao Sol, está a cerca de 150 milhões de quilômetros distante dele. Também conhecida como Planeta Azul, grande parte de sua superfície é coberta por água. A distância em relação ao Sol, a presença de água na fase líquida, sua composição atmosférica, entre outras características, são condições favoráveis para a existência de vida em nosso planeta.

Respostas no **Suplemento para o professor**.

A Além da Terra, que outros astros fazem parte do Sistema Solar?

B Essa fotografia foi registrada por astronautas que estão na Estação Espacial Internacional, que orbita a Terra. Por que essa estação não se perde no espaço?

C De que maneira a tecnologia desenvolvida para o estudo do Universo contribui para a evolução nas diversas áreas do conhecimento científico?

D Em sua opinião, existem outras formas de vida no Universo?

NASA

Imagem de parte da Terra, registrada pela tripulação da Estação Espacial Internacional, em abril de 2015.

SOU NA

CAPÍTULO

1

Os astros no Universo

1. O objetivo desta questão é levar os estudantes a perceber que as linhas curvas da fotografia representam o movimento dos astros no céu por causa do movimento de rotação da Terra.

Movimento dos astros

1. Observe a fotografia abaixo. O que representam as linhas curvas?

Algumas pessoas têm interesse em registrar astros do Universo por meio de fotografias. Dependendo do que se quer registrar no céu, podem ser utilizadas máquinas fotográficas convencionais ou telescópios com sensores fotográficos. Essa tarefa exige experiência do fotógrafo, um local apropriado para registrar as imagens e o uso de algumas técnicas de fotografia.

CHRISTINA SIOW/SHUTTERSTOCK

Foto de longa exposição registrando o céu noturno na Indonésia (2017).

A fotografia ao lado, por exemplo, registrou o movimento aparente de alguns astros no céu em uma noite com poucas nuvens, sem visibilidade da Lua. Para conseguir registrar a movimentação aparente dos astros, o fotógrafo utilizou a máquina fotográfica em um local fixo e uma técnica na qual registra a imagem por algumas horas.

O movimento aparente dos astros obtido na fotografia é consequência do movimento de rotação realizado pela Terra em torno do próprio eixo.

Além da Terra, outros astros do Universo estão em constante movimento, e até mesmo galáxias distantes, como verificado pelo astrônomo estadunidense Edwin Powell Hubble (1889-1953). Ao estudar a luz emitida pelas galáxias, Hubble percebeu que elas se afastam umas das outras e que a velocidade de afastamento aumenta quanto maior for a distância entre elas.

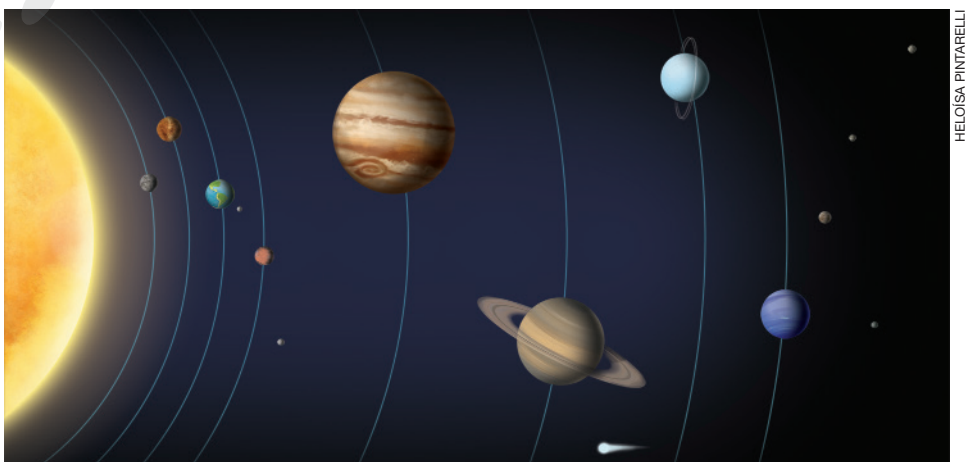
Os corpos celestes que fazem parte do Sistema Solar também estão em constante movimento em relação ao Sol ou em relação ao centro da Via Láctea, por exemplo. Os planetas se movimentam ao redor do Sol e de si mesmos, com os satélites naturais orbitando a seu redor.

O movimento de **rotação** da Terra, no qual o planeta gira em torno de seu próprio eixo, é responsável pelo ciclo dia-noite, que tem duração de 23 horas, 56 minutos e 4 segundos, aproximadamente 24 horas.

Já o movimento de **translação**, que a Terra realiza descrevendo uma órbita elíptica em torno do Sol, ocorre em aproximadamente 365 dias e 6 horas e está relacionado à marcação dos anos.

O movimento de translação da Terra em relação ao Sol e a inclinação de seu eixo em relação ao plano de sua órbita estão relacionados, entre outros fatores, à ocorrência das estações do ano.

Com o professor e os colegas, providenciem um globo terrestre e uma lanterna e simulem a ocorrência dos dias e das noites. Para isso, em um local com pouca luminosidade (se for na sala de aula, apaguem as luzes), liguem a lanterna e apontem-na em direção ao globo. Vagarosamente, girem o globo e observem os locais que recebem luz da lanterna diretamente (dia) e os que não recebem (noite). Lembre-se de que a Terra gira no sentido de oeste para leste.



HELOÍSA PINTARELLI

Representação do Sistema Solar. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

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

Movimento e repouso

Agora, leia a tirinha a seguir.

SCHULZ, C. M. Minduim. *Estadão*, 11 nov. 2019. Disponível em: <https://cultura.estadao.com.br/quadrinhos/m-schulz,minduim-charles,1052148>. Acesso em: 20 abr. 2020.

2. Espera-se que os estudantes respondam que é o movimento de rotação da Terra.

2. Qual movimento da Terra pode ser associado ao nascer do Sol, citado na tirinha?

3. De que maneira a personagem conseguiria perceber a movimentação da Terra em relação ao Sol?

Os estudantes podem comentar que a personagem deve levantar cedo e observar o movimento aparente do Sol no céu, que se refere ao movimento de rotação da Terra.

Anteriormente, você estudou que a Terra e outros astros estão em movimento em relação ao Sol. Note que, nessa frase, descrevemos o movimento da Terra em relação a outro astro, no caso, o Sol.

Para verificar se um corpo está em movimento ou em repouso, é necessário definir um **referencial**. Um corpo em **movimento** é aquele que varia suas posições no decorrer do tempo em relação ao referencial adotado. No entanto, se o corpo mantém sua posição em relação ao referencial, dizemos que ele se encontra em **repouso**.

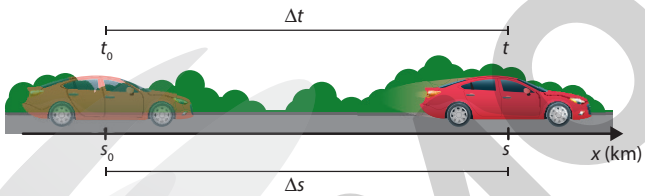
A **posição** $(\vec{s})$ de um corpo é uma grandeza vetorial, cujo módulo indica a distância a que ele está da origem $(s = 0)$ do referencial escolhido, em determinado instante.

A variação das posições de um móvel ou seu **deslocamento** em relação a um referencial é dado pela diferença entre sua posição final $(\vec{s})$ e sua posição inicial $(\vec{s}_0)$. Assim:

$$\Delta\vec{s} = \vec{s} - \vec{s}_0$$

Para movimentos unidimensionais, podemos representar o deslocamento, sem a notação vetorial, da seguinte forma:

$$\Delta s = s - s_0$$



CARLOS BORIN

Representação de um veículo se deslocando em uma estrada. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Nesse caso, o valor Δs equivale ao módulo do vetor deslocamento e o sinal indica o sentido do deslocamento. Por exemplo, para um movimento na horizontal (representado pelo eixo x), o sinal indicaria se o movimento está ocorrendo no sentido para a direita ou para a esquerda.

Analisando o tempo gasto para que um corpo realize certo deslocamento, podemos determinar a velocidade média $(\vec{v}_m)$ do corpo pela razão entre o deslocamento $(\Delta\vec{s})$ e o intervalo de tempo (Δt):

$$\vec{v}_m = \frac{\Delta\vec{s}}{\Delta t} \Rightarrow \vec{v}_m = \frac{\vec{s} - \vec{s}_0}{t - t_0}$$

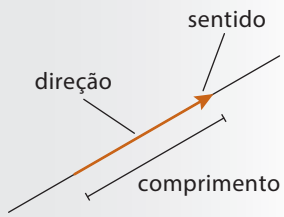
Caso o corpo se mova em linha reta e com velocidade constante, podemos escrever a velocidade média da seguinte maneira:

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \frac{s - s_0}{t - t_0}$$

No entanto, na maioria das situações do cotidiano, os corpos não apresentam velocidade constante durante todo o trajeto. A velocidade média do percurso será a mesma, mas a velocidade na qual ele se encontra em dado instante é chamada **velocidade instantânea** $(\vec{v})$.

!

Os vetores são segmentos de reta orientados, caracterizados por um comprimento (magnitude), uma direção e um sentido. Veja a seguir.



SERGIO L. FILHO

!

A conversão entre as unidades de medida da velocidade pode ser realizada da seguinte maneira:

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

MODERNA

No Sistema Internacional de Unidades (SI), os valores numéricos para ambos os tipos de velocidade são expressos na unidade de medida metros por segundo (m/s). Entretanto, outras unidades podem ser utilizadas no dia a dia, como km/h (quilômetro por hora).

Da mesma forma que as variações das posições de um móvel no tempo permitem obter sua velocidade, as variações de sua velocidade durante determinado intervalo de tempo tornam possível o cálculo de outra grandeza física, a **aceleração**. A **aceleração média** $(\vec{a}_m)$ depende apenas da velocidade inicial $(\vec{v}_0)$ e da velocidade final $(\vec{v})$, desenvolvidas por um corpo durante um intervalo de tempo, e é dada por:

$$\vec{a}_m = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} \Rightarrow \vec{a}_m = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t - t_0}$$

A unidade padrão para a aceleração no Sistema Internacional de Unidades (SI) é o metro por segundo ao quadrado (m/s^2), mas outras unidades podem ser utilizadas, como o km/h^2 (quilômetro por hora ao quadrado).

Para os movimentos retilíneos nos quais a aceleração tem mesma direção que a velocidade, a aceleração média pode ser escrita como:

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow a_m = \frac{v - v_0}{t - t_0}$$

ATIVIDADE RESOLVIDA

R1 Considere um veículo andando em linha reta em uma via pública com velocidade de 30 km/h, quando o motorista avista o sinal vermelho e aciona o pedal do freio, parando em 5 s.

A aceleração média desse veículo pode ser obtida da seguinte forma:

Resolução

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t - t_0} = \frac{0 - 30}{5 - 0} = \frac{-30}{5} \therefore a_m = -6\ \frac{km}{h \cdot s} \simeq -1{,}7\ m/s^2$$

Nesse caso, como a aceleração é negativa, a velocidade do veículo diminui e o movimento é conhecido como **retardado**.

R2 Agora, considere que, quando o semáforo mostra sinal verde, o motorista acelera seu veículo movendo-se em linha reta, e após 4 s o velocímetro marca 20 km/h.

A aceleração média, agora, é dada por:

Resolução:

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t - t_0} = \frac{20 - 0}{4 - 0} = \frac{20}{4} \therefore a_m = 5\ \frac{km}{h \cdot s} \simeq 1{,}4\ m/s^2$$

Nesse caso, como a aceleração é positiva, a velocidade do veículo aumenta e o movimento é conhecido como **acelerado**.

Leis de Kepler

Diversos cientistas tentaram explicar o movimento dos astros, especialmente os do Sistema Solar. Entre esses estudiosos, destaca-se o astrônomo alemão Johannes Kepler.

Kepler realizou descobertas importantes a respeito do movimento dos planetas. Até sua época, os modelos assumiam que os corpos celestes se moviam uniformemente em trajetórias circulares, o que não permitia reproduzir, de forma precisa, as posições dos planetas. Assim, durante muitos anos, o astrônomo alemão tentou encontrar um modelo que descrevesse de forma correta as órbitas dos planetas. Em 1605, ele concluiu que essas órbitas deveriam ser elípticas em torno do Sol, o qual estaria localizado em um dos focos da elipse. Essa teoria foi publicada em 1609 na obra *A nova astronomia*.

As conclusões de seus estudos sobre os movimentos dos astros podem ser organizadas em três leis principais.

REPRODUÇÃO – COLEÇÃO PARTICULAR

Imagem ilustrada de Johannes Kepler, cópia de um original de 1610.

MODERNA

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

Primeira lei de Kepler

A primeira lei de Kepler, ou lei das órbitas elípticas para o movimento planetário, define a trajetória descrita pelos planetas ao redor do Sol.

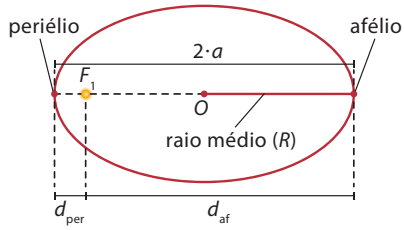
Todos os planetas se movem em órbitas elípticas ao redor do Sol, com o Sol em um dos focos da elipse.

Como consequência desse movimento, a distância do Sol ao planeta varia ao longo de sua órbita. Quando o astro está mais próximo do Sol, ele encontra-se em um ponto chamado **periélio**, e quando está mais distante, esse ponto é chamado **afélio**. A média aritmética entre as distâncias do afélio e do periélio representa a distância média do planeta ao Sol, chamada **raio médio** (R).

$$R = \frac{d_{per} + d_{af}}{2}$$

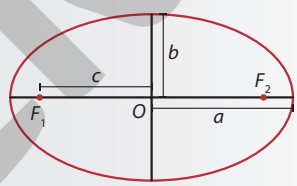
Quando a Terra está no periélio, sua distância ao Sol é cerca de $147{,}1 \cdot 10^6$ km; já quando está no afélio, essa distância é cerca de $151{,}1 \cdot 10^6$ km, resultando em um raio médio de aproximadamente $1{,}5 \cdot 10^8$ km (150 milhões de quilômetros). Tal valor define a unidade de comprimento chamada unidade astronômica (ua), muito utilizada em Astronomia.

$$1 \text{ ua} = 1{,}5 \cdot 10^8 \text{ km}$$



Representação do periélio e do afélio. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Considere dois pontos F_1 e F_2 em um plano e que a distância entre eles é 2. Elipse é uma curva definida pela trajetória descrita por um ponto que se move no plano, de maneira que a soma das distâncias de cada ponto sobre essa curva aos pontos F_1 e F_2 é constante e igual a $2a$, sendo $2a > 2c$.



Entre os elementos de uma elipse, destacam-se: focos (F_1 e F_2); centro (O); distância focal ($2 \cdot c$); eixo maior ($2 \cdot a$); e eixo menor ($2 \cdot b$).

Segunda lei de Kepler

A segunda lei de Kepler, ou lei das áreas, está relacionada à velocidade dos planetas em órbita ao redor do Sol.

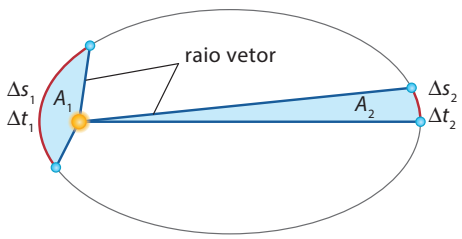
Uma linha imaginária que une o Sol e o planeta em órbita, denominada raio vetor, descreve áreas iguais em intervalos de tempos iguais.

A consequência mais importante dessa lei é que a velocidade orbital não é constante, variando de forma regular ao longo da trajetória descrita pelo planeta.

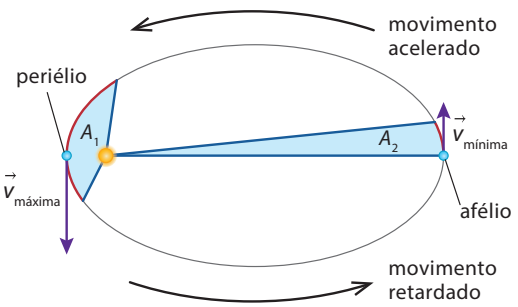
Como a trajetória dos planetas ao redor do Sol tem formato de elipse, com o astro maior em um dos focos, o raio vetor tem tamanho variável. Para $A_1 = A_2$, os arcos percorridos pelo planeta em um mesmo intervalo de tempo $(\Delta t_1 = \Delta t_2)$ devem ser diferentes $(\Delta s_1 > \Delta s_2)$.

O movimento do planeta é acelerado quando se move do afélio ao periélio e retardado quando se move do periélio ao afélio. Assim, o módulo da velocidade dos planetas aumenta conforme eles se aproximam do Sol, mas diminui quando se afastam, o que rompe com a teoria segundo a qual os movimentos celestes são uniformes. O vetor velocidade $\vec{v}$ se configura tangente à trajetória elíptica.

A variação no módulo da velocidade orbital foi explicada por volta de 1687, quando o cientista inglês Isaac Newton (1643-1727) publicou em sua obra *Principia* que uma força resultante, quando aplicada a um corpo com certa massa, gera aceleração, e que a força gravitacional surge da interação entre corpos devido a suas massas, assunto que será detalhado ainda neste capítulo.



Representação da órbita de um planeta ao redor do Sol. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

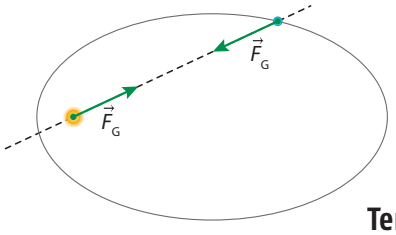


Representação da órbita de um planeta ao redor do Sol. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

ILUSTRAÇÕES: RONALDO INÁCIO

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

MODELO



RONALDO INÁCIO

Representação da órbita de um planeta ao redor do Sol. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Dessa forma, a força que provoca uma aceleração no movimento do planeta é a força gravitacional entre o Sol e ele. Essa força age na direção que passa pelo centro de massa dos dois corpos, como mostrado na imagem ao lado.

Centro de massa: ponto de uma distribuição de partículas (ou corpos) no qual se pode considerar que esteja concentrada toda a massa.

Terceira lei de Kepler

A terceira lei de Kepler, ou a lei dos períodos, relaciona o tempo que o planeta leva para completar sua órbita, ou seja, seu período (T) orbital, à distância média do planeta ao Sol, isto é, seu raio médio (R).

O quadrado do período da órbita de qualquer planeta (T^2) é diretamente proporcional ao cubo de sua distância média até o Sol (R^3).

$$\frac{T^2}{R^3} = \text{constante}$$

Acesse o simulador de órbitas, disponível em: <https://phet.colorado.edu/sims/html/gravity-and-orbits/latest/gravity-and-orbits_pt_BR.html>. Acesso em: 20 abr. 2020. Nele você vai observar as órbitas da Terra e da Lua e pode alterar controles para a massa da estrela e do planeta que a orbita.

Veja no quadro abaixo a medida aproximada do raio médio da órbita dos planetas em unidades astronômicas (ua). O quadro também apresenta o período de suas órbitas em anos terrestres e o valor da razão $\frac{T^2}{R^3}$ para a Terra.

Planeta	Mercúrio	Vênus	Terra	Marte	Júpiter	Saturno	Urano	Netuno
Raio médio da órbita em torno do Sol (ua)	0,39	0,72	1,00	1,52	5,20	9,58	19,20	29,97
Período (anos terrestres)	0,24	0,62	1,00	1,88	11,9	29,4	83,7	163,7
Razão $\frac{T^2}{R^3}\left(\frac{\text{ano}^2}{\text{ua}^3}\right)$	*A*	*B*	1,00	*C*	*D*	*E*	*F*	*G*

Fonte: WILLIAMS, D. R. Planetary Fact Sheet – Ratio to Earth Values. *Nasa Space Science Data Coordinated Archive*. Disponível em: <https://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/planet_table_ratio.html>. Acesso em: 20 abr. 2020.

A terceira lei de Kepler permite determinar a distância média de qualquer planeta ao Sol, conhecendo seu período e a razão obtida por meio das informações relativas a outro planeta.

É possível concluir também que, quanto maior a distância média do planeta ao Sol, maior é seu período orbital e mais lentamente ele se move. Assim, um planeta mais próximo do Sol tem a duração do ano mais curta do que aquele mais afastado.

Cabe ainda ressaltar que a terceira lei de Kepler não se aplica apenas para planetas em órbita do Sol, mas também para qualquer corpo orbitar outro em razão da influência de suas mútuas atrações gravitacionais quando o corpo central tem massa muito maior que os demais corpos que o orbitam, como luas orbitando planetas, satélites artificiais orbitando a Terra, entre outros exemplos.

Entretanto, algumas questões impediram os pensadores do século XVII de aceitarem as leis de Kepler, como o fato de os planetas em órbita não atingirem o repouso, como os objetos que são colocados em movimento na Terra. Essa explicação surgiu somente décadas depois, por volta de 1665, com os trabalhos de Newton.

4. Utilizando os valores fornecidos, calcule em seu caderno a razão $\frac{T^2}{R^3}$ para os outros planetas do Sistema Solar, indicadas pelas letras de A a G. Os resultados estão de acordo com a terceira lei de Kepler?

Os resultados são: $A \simeq 0{,}97$; $B \simeq 1{,}03$; $C \simeq 1{,}01$; $D \simeq 1{,}01$; $E \simeq 0{,}98$; $F \simeq 0{,}99$; $G \simeq 0{,}99$. Com base nos resultados, podemos concluir que estão de acordo com a terceira lei de Kepler, pois todos são aproximadamente iguais a 1, mantendo a razão $\frac{T^2}{R^3} = \text{constante}$.

O fato das razões serem semelhantes é compreensível, já que todos os planetas orbitam ao redor do Sol.

5. Júpiter fica, aproximadamente, 5,2 vezes mais distante do Sol do que a Terra. Qual é a duração do ano de Júpiter? Espera-se que os estudantes cheguem ao valor aproximado de 11,9 anos terrestres, ou seja, $1 = \frac{T^2}{R^3} \Rightarrow 1 = \frac{T^2}{(5{,}2)^3} \Rightarrow \therefore T \simeq 11{,}9$ anos terrestres.

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

ATIVIDADES

Registre em seu caderno.

1. **(Enem)** Sabe-se que a posição em que o Sol nasce ou se põe no horizonte muda de acordo com a estação do ano. Olhando-se em direção ao poente, por exemplo, para um observador no Hemisfério Sul, o Sol se põe mais à direita no inverno do que no verão.

O fenômeno descrito deve-se à combinação de dois fatores: a inclinação do eixo de rotação terrestre e a Alternativa **b**.

a) precessão do periélio terrestre.

b) translação da Terra em torno do Sol.

c) nutação do eixo de rotação da Terra.

d) precessão do eixo de rotação da Terra.

e) rotação da Terra em torno de seu próprio eixo.

2. **(Udesc-SC)** Analise as proposições com relação às Leis de Kepler sobre o movimento planetário.

I) A velocidade de um planeta é maior no periélio.

II) Os planetas movem-se em órbitas circulares, estando o Sol no centro da órbita.

III) O período orbital de um planeta aumenta com o raio médio de sua órbita.

IV) Os planetas movem-se em órbitas elípticas, estando o Sol em um dos focos.

V) A velocidade de um planeta é maior no afélio.

Escreva em seu caderno a alternativa **correta**. Alternativa **c**.

a) Somente as afirmativas I, II e III são verdadeiras.

b) Somente as afirmativas II, III e V são verdadeiras.

c) Somente as afirmativas I, III e IV são verdadeiras.

d) Somente as afirmativas III, IV e V são verdadeiras.

e) Somente as afirmativas I, III e V são verdadeiras.

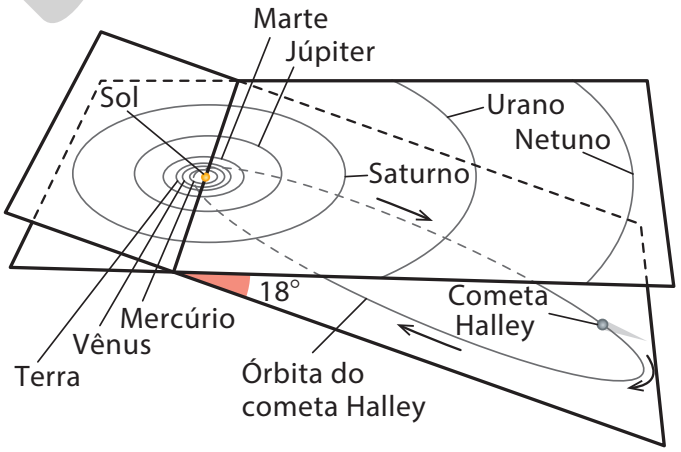
3. Sabe-se que a distância entre o planeta Netuno e o Sol é bem maior do que a da Terra e o Sol. Com base nessa informação, responda às questões a seguir.

a) O período de revolução de Netuno em torno do Sol é maior ou menor do que o da Terra? Justifique sua resposta. Maior. Comparado com a Terra, o raio de órbita de Netuno é maior. Portanto, de acordo com a terceira lei de Kepler, o período também será maior.

b) Determine a razão entre os períodos de revolução de Netuno e da Terra, sabendo que os raios médios de suas órbitas são, aproximadamente, $4{,}5 \cdot 10^9$ km e $1{,}5 \cdot 10^8$ km, respectivamente. Aproximadamente 164,3.

c) A velocidade orbital de Netuno é maior ou menor? Justifique sua resposta.
Menor. Como o raio médio da órbita de Netuno é maior que o da Terra, sua velocidade orbital é menor.

4. O cometa Halley pôde ser visto da Terra, entre outras datas, nos anos de 1530, 1606, 1758, 1834, 1910 e 1986, e sua órbita está representada na imagem ao lado.



RONALDO INÁCIO

Representação da órbita do cometa Halley. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Determine o período orbital do cometa Halley, o ponto de sua trajetória em que apresenta maior módulo para sua velocidade. Justifique. O período de rotação orbital do cometa Halley em torno do Sol é de aproximadamente 76 anos e tem velocidade maior no periélio, ponto mais próximo do Sol.

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

MODERNA

Leis de Newton

1. Você já ouviu falar em Isaac Newton? Conte para os colegas o que você sabe sobre ele.

Resposta pessoal. O objetivo desta questão é levar os estudantes a se expressarem, trocando informações prévias que tenham sobre Isaac Newton.

REPRODUÇÃO – MUSEU REAL LAZIENKI, VARSÓVIA, POLÔNIA

Sir Isaac Newton, John Vanderbank, primeira metade do século XVIII. Óleo sobre tela, 68,3 cm x 55,3 cm. The Royal Lazienki Museum, Varsóvia, Polônia.

Isaac Newton revolucionou a Ciência de maneira significativa, encontrando provas físicas e matemáticas para corroborar a teoria heliocêntrica, que posicionava o Sol no centro do Sistema Solar. Newton baseou sua explicação para o movimento dos planetas e suas órbitas em três suposições físicas, que depois passaram a ser chamadas **leis do movimento** ou, simplesmente, **leis de Newton**. Tais suposições levaram a equações que também podem ser aplicadas para explicar muitas situações diárias relacionadas aos movimentos dos corpos.

De acordo com Newton, não só o movimento dos corpos na Terra, mas também o dos astros, é resultado da interação entre eles. Essa interação, chamada por Newton de **força**, é a grandeza física responsável por causar os movimentos e alterar suas características. De forma geral, a força surge da interação entre dois corpos, que podem estar em contato ou não.

Assim, a força é capaz de alterar o estado de movimento ou repouso de um corpo e sua aceleração. Veja a seguir alguns exemplos.

ANDREY ARMYAGOV/SHUTTERSTOCK

O satélite de comunicações permanece em órbita ao redor da Terra devido à força gravitacional exercida pelo planeta.

A criança usa um dos pés para aplicar força na bola e colocá-la em movimento.

FAMVELD/SHUTTERSTOCK

2. Cite um exemplo de seu cotidiano em que uma força provoca um movimento ou altera as características dele.

Resposta pessoal. Os estudantes podem citar situações que envolvem empurrar algum objeto para que ele inicie um movimento ou mude a direção de seu movimento.

NEW AFRICA/SHUTTERSTOCK

O ímã exerce uma força de atração magnética sobre os clipes de metal.

Em grego, força é *dýnamis*, palavra que deu origem ao termo "Dinâmica", campo do conhecimento que trata dos movimentos relacionados a suas causas. Os princípios básicos da Dinâmica foram fornecidos, principalmente, pelo cientista italiano Galileu Galilei e pelo cientista inglês Isaac Newton. Por causa de Newton, a Dinâmica também é conhecida como Mecânica newtoniana.

A Mecânica newtoniana é aplicada na descrição dos movimentos, com algumas ressalvas. Primeiro, as três leis que serão tratadas neste capítulo são válidas em referenciais inerciais.

Além da necessidade de adotar referenciais inerciais, a Mecânica newtoniana não é válida para fenômenos a altas velocidades, por exemplo, próximas à velocidade da luz. Nessa situação, usamos conceitos da teoria da relatividade. Ela tampouco é válida para fenômenos em escala atômica – nesses casos, devemos usar conceitos da Mecânica Quântica.

Referencial inercial: referencial em repouso ou em movimento retilíneo uniforme (quando a velocidade do corpo permanece constante) em relação a outro referencial inercial.

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

A força e seus efeitos

3. Empurre, vagarosamente, uma caneta sobre sua carteira. O que aconteceu com ela? O objetivo desta questão é levar os estudantes a identificar um dos efeitos de uma força, a variação de velocidade de um corpo.

Ao realizar a atividade anterior, você percebeu que podemos identificar a força pelos efeitos que ela provoca sobre os corpos, como a variação da velocidade. Outro efeito que a força pode provocar é a deformação da estrutura do corpo.

Variação da velocidade

Quando uma força é aplicada sobre um corpo, ela pode acelerá-lo, ou desacelerá-lo, provocando a variação de sua velocidade. Na cena apresentada ao lado, do filme de ação *Homem-Aranha 2*, por exemplo, o personagem Peter Parker exerce uma força contrária ao movimento de um trem para colocá-lo em repouso.

5. Nessa situação, a força aplicada sobre o trem gerou uma aceleração positiva ou negativa? Justifique.
Espera-se que os estudantes respondam que a aceleração é negativa, pois foi contrária ao movimento do trem, diminuindo sua velocidade.

Da mesma forma, um veículo entra em movimento quando seus pneus aplicam força no solo.

Como a velocidade é uma grandeza vetorial, sua variação também está relacionada à mudança de direção, como ocorre em movimentos curvilíneos. Um exemplo disso é o que ocorre com os trens, que mantêm seu percurso porque os trilhos aplicam forças em suas rodas, permitindo-lhes fazer curvas.

6. Agora, analise a situação mostrada na foto ao lado. O que acontece com a velocidade da bola quando o goleiro a defende, impedindo o gol do adversário? Espera-se que os estudantes respondam que a velocidade varia em módulo e em direção.

Deformação

As forças aplicadas sobre um corpo podem provocar alterações em seu formato, como quando comprimimos uma mola ou amassamos uma lata de metal.

Deformações podem ser úteis, como no processo artesanal de esculpir um objeto de barro ou argila, em que o escultor aplica uma força para obter a forma desejada.

> Valorize o artesanato de sua região. Procure saber se há feiras de artesanato em seu município e visite-as.

4. Cite uma situação em que podemos perceber a deformação da estrutura de um corpo provocada por uma força. Resposta pessoal. Os estudantes podem citar situações em que pressionaram algum objeto e este se deformou.

A.F. ARCHIVE/ALAMY/FOTOARENA

Cena do filme *Homem-Aranha 2*. Direção de Sam Raimi. Estados Unidos: Sony Pictures, 2004 (127 min).

ANDRE MELO-ANDRADE/SHUTTERSTOCK

Armani, goleiro da Argentina, durante partida contra o Paraguai no Estádio do Mineirão, em Belo Horizonte, Minas Gerais (2019).

THIRTEEN/SHUTTERSTOCK

A deformação de uma porção de argila resulta na forma desejada para a peça de cerâmica.

A natureza das interações

As forças estão em toda parte e podem surgir da interação entre corpos em contato (**forças de contato**) ou da interação à distância (**forças de campo**).

Todas as forças são descritas com base em quatro interações denominadas fundamentais: gravitacional, eletromagnética, forte e fraca.

A **interação gravitacional**, que é somente atrativa, ocorre em função da massa dos corpos: quanto maior a massa, maior a interação gravitacional. Quando soltamos um objeto próximo à superfície da Terra, a atração gravitacional é percebida pelo movimento do objeto em direção ao solo; já a atração entre dois lápis, por exemplo, é desprezível.

7. A interação gravitacional entre você e a Terra é definida como uma força de campo ou uma força de contato?
Espera-se que os estudantes respondam que a interação gravitacional entre o ser humano e a Terra é uma força de campo e a região onde ela ocorre chama-se campo gravitacional terrestre.

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

FERNANDO FAVORETTO/CRIAR IMAGEM

Pessoa atritando uma caneta plástica em seu cabelo.

8. O que acontece quando atritamos uma caneta plástica no cabelo e a aproximamos de pequenos pedaços de papel? Essa situação tem relação com qual tipo de interação?

Espera-se que os estudantes comentem que a caneta plástica vai adquirir cargas elétricas em excesso, passando a atrair pequenos pedaços de papel, e que isso é uma interação elétrica.

A **interação eletromagnética** ocorre devido às propriedades elétricas e magnéticas da matéria. Apesar de terem sido estudadas separadamente por muito tempo, as forças elétricas e magnéticas atuam em conjunto. Podemos perceber essas forças na interação entre objetos eletrizados e na interação entre um ímã e um objeto de metal.

As interações chamadas forte e fraca são relativas ao núcleo atômico e por isso recebem a denominação **interações nucleares**. Estas têm pequeno alcance, diferentemente das interações eletromagnética e gravitacional, que agem a grandes distâncias.

A interação nuclear forte é a forma como as partículas que compõem os prótons e nêutrons interagem, sendo responsável por manter os núcleos dos átomos coesos. A interação nuclear fraca relaciona-se à radioatividade e à emissão de partículas pelos núcleos atômicos.

Independentemente de como a força age sobre os corpos e os efeitos que ela produz, Newton organizou as conclusões de seus estudos em três leis.

Primeira lei de Newton

O filósofo grego Aristóteles (384 a.C.-322 a.C.) afirmava que uma força não nula deveria atuar sobre um corpo para ele se manter em movimento. Cessando a força, o corpo entraria em repouso. No entanto, na primeira metade do século XVII, Galileu demonstrou que um corpo pode se manter em movimento sem a aplicação contínua de força.

A tendência dos corpos de se manterem em repouso ou em movimento é chamada **inércia** e foi descrita na obra *Princípios da filosofia* do matemático, físico e filósofo francês René Descartes (1596-1650). Essa ideia foi aprimorada por Newton, que escreveu em sua obra *Principia*:

> Lei I
>
> Todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em uma linha reta, a menos que ele seja forçado a mudar aquele estado por forças imprimidas sobre ele.
>
> [...]
>
> NEWTON, I. *Principia*: princípios matemáticos de filosofia natural – Livro I. 2. ed. 2. reimp. São Paulo: Edusp, 2012. p. 53.

A afirmação acima é conhecida como a **primeira lei de Newton**, ou **princípio da inércia**, válida para referenciais inerciais. Em termos da força resultante, ela pode ser interpretada da seguinte forma.

> Todo corpo se mantém em repouso ou em movimento retilíneo uniforme (MRU) quando a força resultante que atua sobre ele é nula.

A força resultante é definida como a soma de todas as forças que atuam sobre um corpo. Se substituirmos as forças pela resultante, o efeito dessa ação sobre o corpo é a mesma.

Percebemos o princípio da inércia em um veículo que entra em movimento subitamente. Como nosso corpo tende a se manter em repouso, sentimos como se fôssemos lançados para trás. Se um veículo em movimento para subitamente, nosso corpo tende a se manter em movimento e sentimos como se fôssemos lançados para a frente. Por isso, devemos sempre utilizar o cinto de segurança, para evitar que nosso corpo continue o movimento quando o veículo freia ou para bruscamente. O *airbag*, equipamento de segurança obrigatório em veículos fabricados no Brasil a partir de 2014, é uma bolsa de ar que infla em casos de colisão e também auxilia a minimizar os danos aos ocupantes do veículo em acidentes de trânsito, como simulado na foto ao lado.

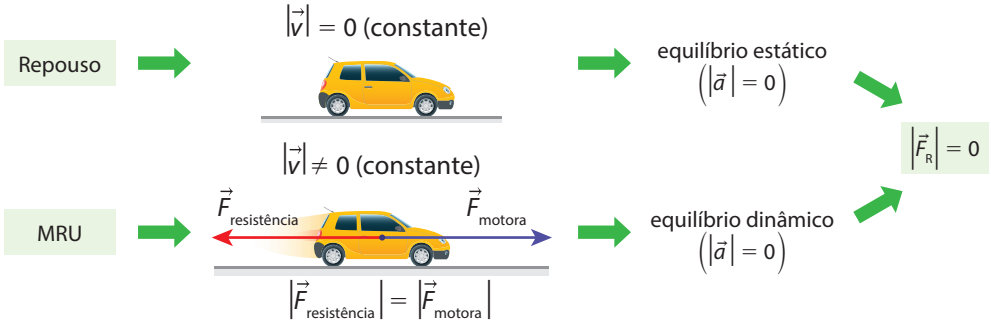
BENOIST/SHUTTERSTOCK

Simulação de uma colisão frontal na qual o *airbag* é acionado. Esse item passou a ser obrigatório em todo veículo fabricado no Brasil a partir de 2014.

MODERNA

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

Tanto em repouso quanto no MRU, a força resultante é nula e não há aceleração, o que podemos definir como estado de **equilíbrio** (equilíbrio estático em repouso e equilíbrio dinâmico no MRU). A primeira lei de Newton pode ser então compreendida como a tendência dos corpos a permanecer em equilíbrio, seja ele estático, seja dinâmico.



ILUSTRAÇÕES: EDUARDO CARRIÇA

Representação de um corpo em equilíbrio estático e um corpo em equilíbrio dinâmico. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Em relação ao movimento dos planetas, devido ao princípio da inércia, Newton concluiu que há uma força fazendo os planetas se manterem em órbitas elípticas em torno do Sol e que essa força é a **gravidade**.

Segunda lei de Newton

A segunda lei de Newton descreve como uma força altera o movimento de um objeto, alterando sua velocidade, seja em módulo e/ou direção. Para a segunda lei, Newton escreveu em *Principia*:

> [...]
>
> Lei II
>
> A mudança de movimento é proporcional à força motora imprimida e é produzida na direção da linha reta na qual aquela força é imprimida.
>
> [...]
>
> NEWTON, I. *Principia*: princípios matemáticos de filosofia natural – Livro I. 2. ed. 2. reimp. São Paulo: Edusp, 2012. p. 54.

Newton utiliza o termo mudança de movimento para se referir à quantidade de movimento $(\vec{Q})$, grandeza dada pelo produto entre a massa (m) de um corpo e sua velocidade $(\vec{v})$, ou seja:

$$\vec{Q} = m \cdot \vec{v}$$

Supondo que a massa de um corpo seja constante, então a mudança de movimento será a alteração da velocidade $(\vec{v})$. A segunda lei destaca novamente a proporcionalidade direta entre força e aceleração e pode ser escrita como:

> A força resultante que atua sobre um corpo é igual ao produto da sua massa pela aceleração adquirida. Esta aceleração apresenta mesma direção e mesmo sentido da força resultante que age sobre o corpo.

A segunda lei de Newton pode ser expressa em termos matemáticos da seguinte forma:

$$\vec{F}_R = m \cdot \vec{a}$$

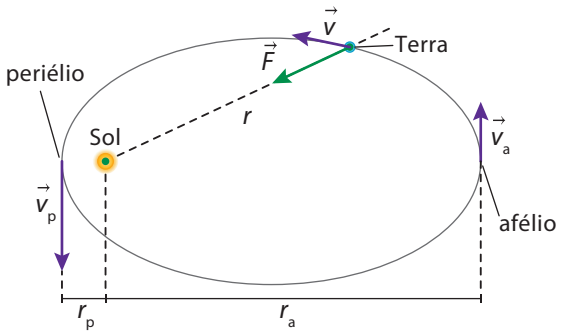
No SI, massa (m) é expressa em quilograma (kg), aceleração $(\vec{a})$ é expressa em metros por segundo ao quadrado (m/s^2) e força $(\vec{F}_R)$ é expressa em newton (N). Uma força de intensidade 1 N aplicada em um corpo de 1 kg produz uma aceleração de 1 m/s^2, na mesma direção e no mesmo sentido da força aplicada sobre ele.

!

Quanto maior a força resultante sobre um objeto, maior será sua aceleração. Entretanto, um objeto de massa maior terá menor aceleração quando sujeito à mesma força aplicada a um objeto de menor massa.

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

MODERNA



RONALDO INÁCIO

Representação da órbita da Terra em torno do Sol. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Ao considerar as leis de Kepler e de Newton, pode-se explicar o movimento dos planetas em torno do Sol admitindo a hipótese de uma força dirigida deles para o astro, provocando uma aceleração que faz a velocidade de cada planeta mudar de direção continuamente. Tal força dirigida ao Sol, que será definida neste capítulo, corresponde à gravidade.

Em particular, para a órbita elíptica de um planeta ao redor do Sol, como a da Terra, a velocidade é máxima no periélio e mínima no afélio, já que, pela segunda lei de Kepler, os planetas ganham velocidade quando se aproximam do Sol e perdem velocidade quando se afastam dele.

Força resultante

A força é uma grandeza vetorial com intensidade, direção e sentido. Quando duas ou mais forças são aplicadas em um corpo, elas podem ser representadas pela **força resultante** $(\vec{F}_R)$, determinada pela soma vetorial de todas as forças que agem sobre ele. Ela equivale a uma força que, se atuasse sozinha sobre o corpo, produziria o mesmo efeito que o conjunto de forças ao qual ele está submetido.

Veja no quadro abaixo como as forças se combinam para produzir a força resultante quando um conjunto de forças é aplicado sobre um corpo na mesma direção.

Representações de conjuntos de forças aplicadas em um corpo. Imagens sem proporção e em cores-fantasia.

Conjunto de forças	Força resultante	
$\vec{F}_1$ 5 N, 5 N $\vec{F}_2$	$\vec{F}_R$ 10 N	Quando forças são aplicadas na mesma direção e no mesmo sentido, a intensidade da força resultante é dada pela somatória dos módulos das forças aplicadas sobre o corpo. $F_R = F_1 + F_2$
5 N $\vec{F}_2$ $\vec{F}_1$ 10 N	$\vec{F}_R$ 5 N	Quando forças são aplicadas na mesma direção, porém em sentidos diferentes, a força resultante é dada pela diferença entre os módulos das forças aplicadas. $F_R = F_1 - F_2$
5 N $\vec{F}_1$ $\vec{F}_2$ 5 N	$F_R = 0$ 0 N	De forma particular, se as forças aplicadas possuírem o mesmo módulo, mesma direção e forem aplicadas em sentidos opostos, a força resultante sobre o corpo será nula.

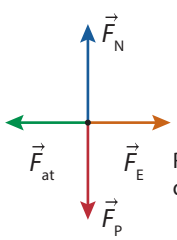
ILUSTRAÇÕES: RONALDO INÁCIO

FABIO EIJI SIRASUMA

Representação de uma pessoa aplicando uma força para deslocar um carrinho de entregas com uma caixa sobre ele, com velocidade constante.

Agora, considere a situação ilustrada ao lado, em que um entregador puxa o conjunto do carrinho com uma caixa em cima aplicando uma força $\vec{F}_E$ para deslocá-lo. Por causa da interação entre o conjunto do carrinho com caixa e a Terra, surge a força peso $(\vec{F}_P)$, devido à atração gravitacional, e da interação com o solo surge uma força de sustentação, denominada força normal $(\vec{F}_N)$, que será explicada mais adiante. No contato das rodas do carrinho com o solo, temos a força de atrito $(\vec{F}_{at})$, que atua contra o movimento do conjunto, como uma resistência ao movimento.

Considerando o conjunto carrinho e caixa como um ponto material, as forças podem ser representadas da maneira ao lado.



CYNTHIA SEKIGUCHI

Representação dos vetores $\vec{F}_E$, $\vec{F}_{at}$, $\vec{F}_P$ e $\vec{F}_N$.

Analisando as forças separadamente, temos que a força peso $(\vec{F}_P)$ e a força normal $(\vec{F}_N)$ se anulam, pois possuem o mesmo módulo, a mesma direção e sentidos opostos. A força de atrito $(\vec{F}_{at})$ se opõe à força aplicada pelo entregador $(\vec{F}_E)$. Como têm mesma direção, mesma intensidade e sentidos opostos, essas forças também se anulam.

Portanto, sendo as forças internas incapazes de alterar o estado de movimento do sistema e as forças externas gerando uma força resultante nula, o conjunto carrinho e caixa não apresenta aceleração.

MODERNA

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

Uma força ou um conjunto de forças pode atuar em um corpo e gerar sobre ele uma aceleração que pode não só retirá-lo do repouso ou alterar o valor de sua velocidade, mas também pode alterar a direção do movimento. Veja nas imagens a seguir exemplos que mostram o resultado da ação de forças aplicadas sobre os corpos.

DMYTRO VIETROV/SHUTTERSTOCK

Quando as pessoas aplicam individualmente no veículo uma força na mesma direção e sentido, elas se somam e colocam-no em movimento.

MAXPRO/SHUTTERSTOCK

Ao pedalar, as pessoas provocam uma força sobre o pedal, que faz a bicicleta entrar em movimento.

ASKARIM/SHUTTERSTOCK

Os trilhos da ferrovia geram uma força sobre a composição do trem, alterando a direção de seu movimento nas curvas.

Força peso

Observe as imagens a seguir.

KEITH PUBLICOVER/SHUTTERSTOCK

ASTROS (DIMENSÕES)
Planeta Terra: aproximadamente 12 756 km de diâmetro.
Lua: aproximadamente 3 476 km de diâmetro.

Terra e Lua vistas do espaço. Elementos da imagem fornecidos pela Nasa. Imagem sem proporção.

GERMANSKYDIVER/SHUTTERSTOCK

Paraquedistas em queda livre.

9. O que existe de semelhante entre as imagens? Troque ideias com os colegas.

Os estudantes podem responder que, em ambas as situações, os corpos estão sujeitos à ação de uma força chamada gravidade.

Embora nem sempre nos demos conta, a gravidade atua sobre tudo o que está ao nosso redor. Ela é a força que nos mantém sentados em uma cadeira, faz os objetos caírem no chão quando os soltamos, ou seja, atrai todos os corpos em direção à Terra.

Em seus estudos sobre movimento, Isaac Newton sugeriu que essa força que atrai os corpos em direção à superfície da Terra, impedindo-os de flutuar pelo espaço, também atua nos corpos celestes no Universo.

Os corpos na superfície da Terra e em suas proximidades estão sujeitos à **força peso** $\left(\vec{F}_P\right)$, que nada mais é que a força da gravidade associada a um corpo. A segunda lei de Newton permite calcular a intensidade desta força. Considerando apenas a força gravitacional agindo sobre um corpo, este adquire uma aceleração de queda livre igual à aceleração da gravidade $\left(\vec{g}\right)$, assim:

$$\vec{F}_P = m \cdot \vec{g}$$

em que:

- F_P é a intensidade da força peso do corpo;
- m é a massa do corpo;
- g é o valor da aceleração da gravidade local.

Em regiões próximas à superfície terrestre, o valor da aceleração da gravidade é, praticamente, constante, com módulo aproximadamente igual a 9,8 m/s², mas para efeitos de cálculo é comum aproximarmos esse valor para 10 m/s².

A direção e o sentido da força peso atuando em corpos próximos à superfície da Terra ou de outro astro celeste é vetorial, tem direção passando pelo centro do astro em questão e seu sentido aponta para o centro deste astro.

!

A força peso entre um corpo e a Terra não deve ser confundida com a massa do corpo. Enquanto a força peso atuando sobre um objeto depende da aceleração da gravidade no local onde se encontra, a massa é a quantidade de matéria do corpo, medida em kg. A força peso depende da gravidade no local onde o corpo se encontra e sua massa é sempre a mesma, independentemente do local em que ele está.

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

MODERNA

Segurança no trânsito

De acordo com um estudo divulgado em 2019 pelo Conselho Federal de Medicina (CFM), no Brasil, em média, a cada uma hora, pelo menos cinco pessoas morrem vítimas de acidente de trânsito. Nos últimos dez anos, a quantidade de feridos envolvidos em acidentes de trânsito no país chegou a, aproximadamente, 1,6 milhão de pessoas.

A fim de diminuir a gravidade de lesões dos ocupantes durante acidentes, as montadoras de veículos têm sido obrigadas a inserir sistemas de segurança nos automóveis, como o cinto de segurança de três pontos, o *airbag* e os freios ABS.

O cinto de segurança de três pontos foi criado pelo engenheiro sueco Nils Bohlin (1920-2002), em 1959, e é considerado até hoje uma das invenções mais importantes da segurança veicular. Antes disso, o cinto de segurança utilizado era preso apenas em dois pontos, não fixando o tórax ao banco, o que geralmente resultava em sérias lesões durante colisões em alta velocidade.

No Brasil, o uso do cinto de segurança de três pontos é obrigatório, mas ainda muitos motoristas e passageiros ignoram a importância de sua utilização. Segundo a Associação Brasileira de Medicina de Tráfego (Abramet), o Brasil é o país que apresenta um dos maiores índices de utilização desse equipamento pelos ocupantes dos bancos da frente, chegando a 97%, porém, em relação aos ocupantes do banco traseiro, esse índice chega a apenas 7%.

O *airbag*, assim como os freios ABS, é outro item de segurança, considerado obrigatório em todos os veículos fabricados no Brasil a partir de 2014.

O sistema do *airbag* possui sensores que detectam desacelerações bruscas, dando início a reações químicas com produção de gases que inflam uma bolsa. Isso diminui o impacto da pessoa com partes do automóvel, evitando ferimentos.

A bolsa do *airbag* infla rapidamente, em cerca de 30 ms (30 milésimos de segundo), e desinfla logo após encher, evitando asfixia do motorista ou passageiro.

PROSTOCK-STUDIO/SHUTTERSTOCK

Pessoa colocando cinto de segurança de três pontos.

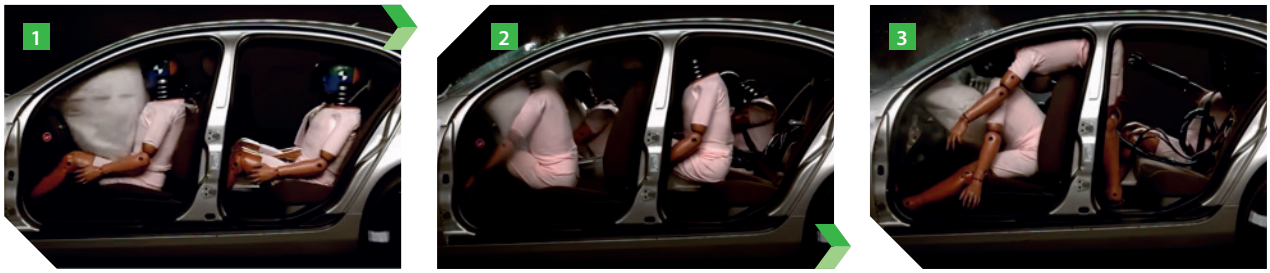
- Mas o que esses acessórios possuem em comum?

INÉRCIA

FABIO EIJI SIRASUMA

De acordo com a primeira lei de Newton, ou princípio da inércia, em uma frenagem brusca os corpos dos ocupantes do veículo tendem a se manter em movimento, sendo lançados contra as peças do interior do veículo, o que pode causar fraturas e, inclusive, a morte. O cinto de segurança impede que isso aconteça.

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



Simulação de colisão na qual os ocupantes não estão usando cinto de segurança.

Ao observar as imagens acima, note como os integrantes do carro continuam seu movimento devido à inércia. As forças trocadas pelos integrantes com o veículo podem provocar danos ao corpo. O motorista, por exemplo, choca-se com o volante do carro, podendo ser projetado contra o para-brisa e lançado para fora do veículo, bem como o passageiro que ocupa o banco ao lado.

Já o ocupante do banco traseiro pode sofrer impacto com o banco dianteiro, que, por sua vez, empurra o passageiro do banco logo à frente.

FOTOS: REPRODUÇÃO – TRANSPORT FOR NSW

Simulação de colisão na qual os ocupantes estão usando cinto de segurança.

Ao analisar as imagens acima, percebe-se que o cinto de segurança manteve o corpo dos ocupantes nos bancos, evitando que eles se chocassem violentamente com partes do carro. Nesse caso, uma imensa força, que é proporcional à variação de velocidade, é trocada entre o tórax da pessoa e o cinto. É por isso que em algumas situações as vítimas apresentam hematomas nas regiões do tórax e do abdome, causados pelo próprio cinto de segurança. O sistema *airbag* é ativado por sensores quando detecta um impacto e ajuda na desaceleração dos integrantes do carro, juntamente com o cinto de segurança.

Se uma pessoa de 80 kg estiver em um automóvel a 50 km/h e houver uma colisão frontal, seu corpo será lançado para frente com uma força de intensidade equivalente ao peso de uma massa de 12 toneladas. Se ela usar cinto de segurança, essa força se reduz para o equivalente ao peso de uma massa de 2 toneladas.

Respostas no **Suplemento para o professor**.

a) Você usa cinto de segurança toda vez que utiliza um veículo, mesmo no assento traseiro? Caso sua resposta seja negativa, o que precisa melhorar?

b) Imagine-se como motorista de automóvel, quando percebe que um de seus passageiros não colocou o cinto de segurança. O que você deve fazer?

c) Um equipamento de segurança que ajuda na prevenção de lesões durante uma colisão na qual há crianças envolvidas é a cadeirinha. O que você sabe sobre esse dispositivo? Converse com seus colegas.

Criança em uma cadeirinha fixada no assento traseiro de um automóvel.

AFRICA STUDIO/SHUTTERSTOCK

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

MODERNA

Terceira lei de Newton ou princípio da ação e reação

10. Levante-se e caminhe pela sala. Após ficar em pé, o que você precisou fazer para caminhar?

O objetivo desta questão é levar os estudantes a perceber que, para caminharmos para a frente, precisamos empurrar o chão para trás com os pés.

Uma pessoa caminhando, sentada, deitada ou encostada em uma parede, por exemplo, pode interagir com algum corpo exercendo uma força sobre ele. Ao mesmo tempo, essa pessoa sente uma força com mesma intensidade e direção, mas no sentido oposto sendo aplicada sobre ela.

Sobre as forças que surgem da interação entre corpos, Newton escreveu sua terceira lei:

> [...]
>
> Lei III
>
> A toda ação há sempre oposta uma reação igual ou as ações mútuas de dois corpos sobre o outro são sempre iguais e dirigidas a partes opostas.
>
> [...]
>
> NEWTON, I. *Principia*: princípios matemáticos de filosofia natural – Livro I. 2. ed. 2. reimp. São Paulo: Edusp, 2012. p. 54.

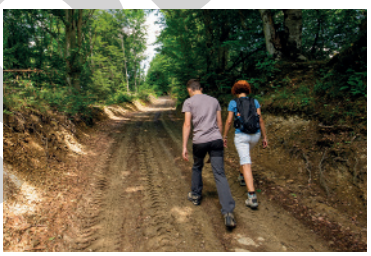
A **terceira lei de Newton** pode ser interpretada da seguinte forma:

> Se um corpo *A* exerce uma força em um corpo *B* $\left(\vec{F}_{AB}\right)$, o corpo *B* exerce uma força no corpo *A* $\left(\vec{F}_{BA}\right)$, de mesma intensidade, mesma direção e sentido oposto $\left(\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}\right)$.

As forças de ação e reação surgem simultaneamente da interação entre dois corpos, de maneira que um recebe a ação e outro, a reação. Essas duas forças possuem mesma intensidade, mesma direção e sentidos opostos, mas não se anulam, pois atuam em corpos diferentes. Veja nas imagens a seguir alguns exemplos de interação entre corpos.

MARK_SAWYER/SHUTTERSTOCK

Lançamento de um foguete espacial no Cabo Canaveral, Estados Unidos (2019). O foguete expele os gases resultantes da queima de combustível aproximadamente na direção vertical e sentido para baixo e é empurrado por uma força de mesma intensidade, mesma direção, mas sentido contrário.



SLATAN/SHUTTERSTOCK

Para caminhar, os pés empurram o solo para trás, e o solo empurra os pés para frente com a mesma intensidade.

GTS PRODUCTIONS/SHUTTERSTOCK

Competição de canoagem na Hungria (2019). Para remar, os atletas aplicam uma força na água em um sentido, enquanto a água aplica uma força nos remos em sentido oposto.

O funcionamento de aviões com hélices ou turbinas se baseia na interação com o ar. Tanto um equipamento como o outro lançam o ar para trás, enquanto o avião é impulsionado para a frente. A sustentação do avião também ocorre pela interação com o ar. Para subir, por exemplo, a aerodinâmica das asas é regulada para lançar ar para baixo, enquanto o avião é impulsionado para cima.

O princípio da ação e reação também é verificado nas interações a distância, como nas interações magnética, elétrica e gravitacional.

11. Você acha que um avião de hélice ou turbina funciona fora da atmosfera? Por quê?

Espera-se que os estudantes respondam que não, pois fora da atmosfera não tem ar, que provoca a sustentação do avião, nem a interação, que o impulsiona para a frente.

MODERNA

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

Em relação à órbita dos planetas, Newton concluiu que como o Sol exerce uma força nos planetas para que estes possam manter seu movimento orbital, cada planeta também exerce uma força no Sol que é igual e oposta àquela provocada pelo Sol.

12. Na atração entre uma bola e a Terra, ambos os corpos sentem a força gravitacional; porém, quando a bola é abandonada próximo à superfície terrestre, observamos apenas a variação da velocidade da bola. Por quê? Espera-se que os estudantes respondam que, ao ser aplicada na massa da Terra, a intensidade da força gravitacional exercida pela bola é desprezível.

Representação da interação entre a Terra e uma bola, devido à atração gravitacional. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Força normal

O que acontece quando colocamos um livro sobre uma superfície macia, como uma almofada? Espera-se que os estudantes respondam que a almofada se deforma um pouco.

Ao soltarmos um livro no ar, a força peso entre a Terra e o livro faz com que ele caia em direção ao solo. No entanto, quando colocamos esse mesmo livro sobre uma superfície macia, como uma almofada, a força peso continua agindo sobre ele, porém o livro fica em equilíbrio. Isso ocorre porque surge uma força do contato entre o livro e a almofada, de modo que a força resultante sobre ele é nula. Ela é chamada **força normal** $\left(\vec{F}_N\right)$ e é sempre perpendicular à superfície. Nesse caso, ela pode ser percebida pela deformação da almofada.

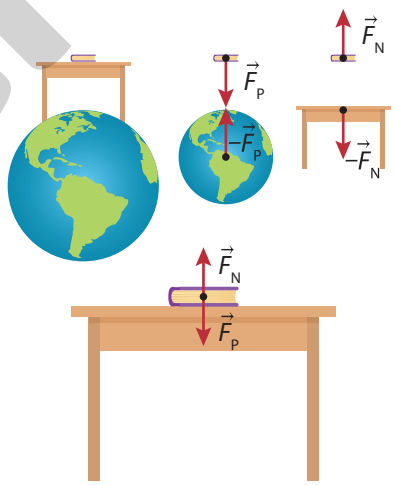
A força normal e a força peso não formam um par ação e reação. Se em um corpo agem duas forças, isso significa que ele está realizando duas interações diferentes. Da interação livro e Terra surge a força peso, com ação e reação agindo no livro e no planeta. Já da interação livro e mesa surge a força normal, com ação e reação agindo nos dois objetos. Veja ao lado uma imagem com a representação dessas forças de interação. Lembre-se, o par de forças ação e reação sempre ocorre em dois corpos distintos.

Para determinar a intensidade da força normal, é necessário analisar antes a forma como ocorre a interação entre o corpo e a superfície de apoio.

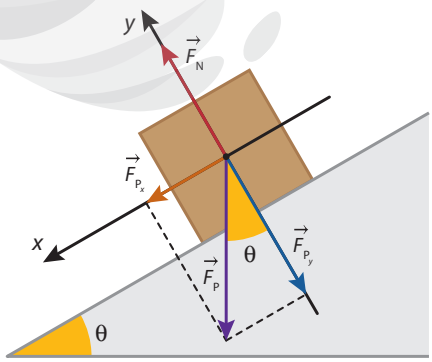
No exemplo anterior, como a superfície é horizontal e está em repouso em relação à Terra, a força peso e a força normal apresentam a mesma intensidade, de modo que a força resultante sobre o livro é nula e ele está em equilíbrio.

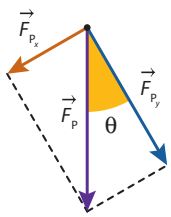
A igualdade da intensidade entre força peso e força normal não ocorre quando temos um objeto em repouso sobre um plano inclinado. No plano inclinado, a força peso e a força normal que atuam no corpo não possuem a mesma direção, portanto elas não se anulam. Para analisar essa situação, pode-se realizar a decomposição das forças, adotando um plano cartesiano como referencial, de modo que o eixo das ordenadas (eixo *y*) seja perpendicular ao plano e o eixo das abscissas (eixo *x*) coincida com o plano inclinado, como ilustrado abaixo.

Imagens sem proporção. Cores-fantasia.



Representação das interações de um livro com a Terra e com uma mesa horizontal. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.





Representação das forças que agem em um bloco em repouso sobre um plano inclinado. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Se o livro for colocado sobre qualquer superfície rígida, esta também se deformará, mesmo de forma imperceptível, para sustentar o corpo colocado sobre ela.

Para compreender melhor como a força normal age em um livro sobre uma mesa, compare essa situação com uma mola comprimida. Se você já comprimiu uma mola, certamente percebeu que ela empurra sua mão para cima com a mesma força que você aplica para comprimi-la. Experimente fazer isso.

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

ILUSTRAÇÕES: HELOÍSA PINTARELLI

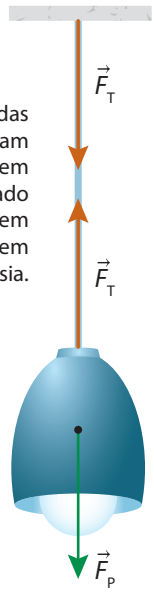
MODERNA

Como a força normal tem direção do eixo das ordenadas, realizamos a decomposição da força peso em suas componentes, $\vec{F}_{P_x}$ e $\vec{F}_{P_y}$, dadas por:

$$F_{P_x} = F_P \cdot \operatorname{sen}\theta \quad \text{e} \quad F_{P_y} = F_P \cdot \cos\theta$$

Dessa forma, é possível verificar que um objeto desliza por um plano inclinado sem atrito, graças à ação da componente $\vec{F}_{P_x}$ da força peso. Já a intensidade da força normal é igual à intensidade da componente $\vec{F}_{P_y}$.

Força de tração



Representação das forças que atuam em um lustre em repouso, pendurado em um teto. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Cordas, fios ou cabos geralmente são usados para transmitir força. Quando uma corda é presa a um corpo e puxada ou tracionada, a força aplicada em um ponto da corda é transmitida por ela até o corpo. Essa é a força de tração $\vec{F}_T$, que atua sobre o corpo na direção da corda.

A força de tração também está presente em situações comuns de nosso cotidiano, como a utilização de cabos para a sustentação de luminárias. Observe ao lado a representação de um lustre com massa de 4 kg pendurado no teto por uma corda ideal.

Como o lustre está em equilíbrio, a força resultante sobre ele é nula, ou seja, a força de tração na corda tem a mesma intensidade da força peso. Assim:

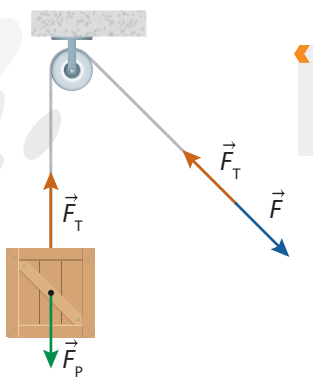
$$F_R = F_T - F_P \Rightarrow 0 = F_T - F_P \Rightarrow F_T = F_P \Rightarrow$$
$$\Rightarrow F_T = m \cdot g \Rightarrow F_T = 4 \cdot 10 \therefore F_T = 40\ \text{N}$$

Como a corda exerce força de tração de mesma intensidade nas duas extremidades, a força de tração no teto também é de 40 N.

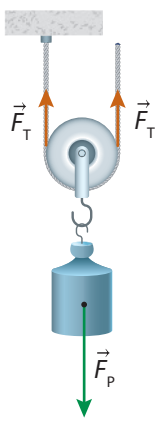
As cordas também podem ser utilizadas por meio de polias, que permitem alterar a intensidade, a direção e/ou o sentido de uma força. Uma polia ideal tem massa e atrito desprezíveis.

Polias estão presentes em quase todos os sistemas que utilizam cabos e correias para transmitir uma força. Alguns exemplos: mastros de bandeiras; varais de roupas; persianas; equipamentos de ginástica; barcos e navios; motores; elevadores; guindastes.

As polias podem ser fixas ou móveis.



As **fixas** têm por função redirecionar a força, permitindo ser aplicada na direção e no sentido desejados.



As **móveis** movimentam-se com a carga e têm a função de reduzir a intensidade da força necessária para sustentar o corpo.

Imagens sem proporção. Cores-fantasia.

ILUSTRAÇÕES: SERGIO L. FILHO

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

MODERNA

ATIVIDADES

Registre em seu caderno.

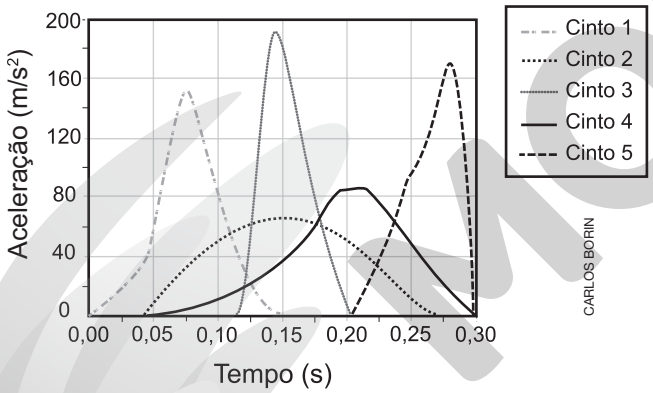
1. Ao sair da atmosfera terrestre, mesmo sem a utilização de seus foguetes, a nave espacial permanece em movimento. Isso é possível porque a nave obedece à primeira lei de Newton, permanecendo com a mesma velocidade, já que no espaço não existe forças de resistência para alterá-la.

1. Considere que a bordo de uma nave espacial, que acaba de sair da atmosfera terrestre, um astronauta diz para a base de comando:

"Desligamos os foguetes, Isaac Newton nos dirige agora!"

De acordo com seus conhecimentos sobre as leis de Newton, explique o que o astronauta quis dizer em sua frase.

2. **(Enem)** Em uma colisão frontal entre dois automóveis, a força que o cinto de segurança exerce sobre o tórax e abdômen do motorista pode causar lesões graves nos órgãos internos. Pensando na segurança do seu produto, um fabricante de automóveis realizou testes em cinco modelos diferentes de cinto. Os testes simularam uma colisão de 0,30 segundo de duração, e os bonecos que representavam os ocupantes foram equipados com acelerômetros. Esse equipamento registra o módulo da desaceleração do boneco em função do tempo. Os parâmetros como massa dos bonecos, dimensões dos cintos e velocidade imediatamente antes e após o impacto foram os mesmos para todos os testes. O resultado final obtido está no gráfico de aceleração por tempo.



Qual modelo de cinto oferece menor risco de lesão interna ao motorista?

a) 1 b) 2 c) 3 d) 4 e) 5

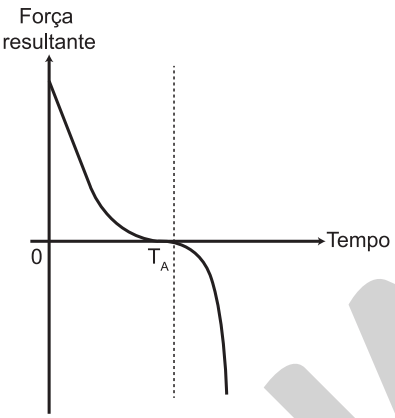
Alternativa **b**.

3. **(Enem)** Em um dia sem vento, ao saltar de um avião, um paraquedista cai verticalmente até atingir a velocidade limite. No instante em que o paraquedas é aberto (instante T_A), ocorre a diminuição de sua velocidade de queda. Algum tempo após a abertura do paraquedas, ele passa a ter velocidade de queda constante, que possibilita sua aterrissagem em segurança.

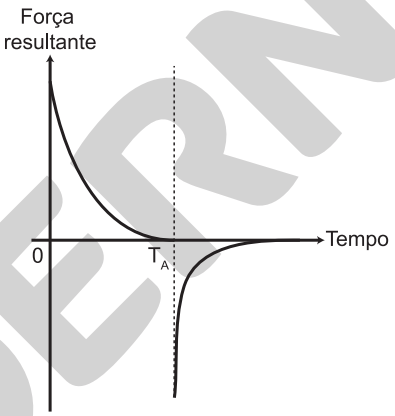
Que gráfico representa a força resultante sobre o paraquedista, durante o seu movimento de queda?

Alternativa **b**.

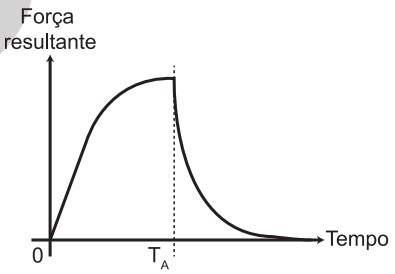
a)



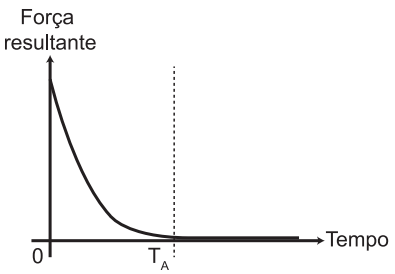
b)



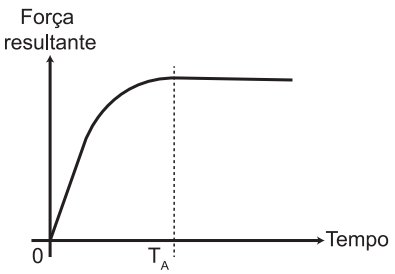
c)



d)



e)



IMAGENS: CARLOS BORIN

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

MODERNA

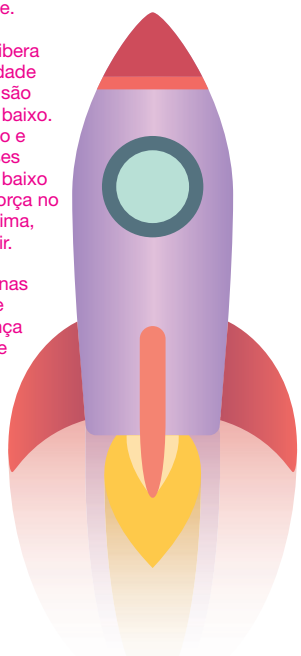
Resposta do item **a** da questão **4** no **Suplemento para o professor**.

4. Os foguetes são veículos espaciais que lançam gases à alta velocidade para trás, por meio da combustão. Os foguetes se deslocam no sentido contrário ao lançamento dos gases, aumentando linearmente sua velocidade.

a) Faça um diagrama, reproduzindo um esboço do foguete, e identifique as forças que atuam durante seu movimento. Não se esqueça de indicar: a força peso, a força de resistência do ar, a força de ação e a força de reação.

b) A força dos gases sobre o foguete. A queima dos combustíveis libera grande quantidade de gases, que são lançados para baixo. Pela lei da ação e reação, os gases lançados para baixo aplicam uma força no foguete para cima, fazendo-o subir.

c) A diferença nas acelerações se dá pela diferença da massa entre eles.



HELOÍSA PINTARELLI

Imagens sem proporção. Cores-fantasia.

d) Mantendo a força constante, a relação entre aceleração e massa é inversamente proporcional. Assim, quanto maior a massa, menor a aceleração, descrito pela segunda lei de Newton.

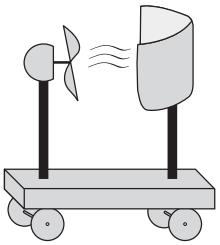
b) Considerando que a força da expulsão dos gases gerados na queima do combustível do foguete é a força de ação, de acordo com a terceira lei de Newton, qual é a força de reação? Explique.

c) Se as forças que atuam sobre os gases e sobre o foguete que se desloca são iguais, por que eles têm acelerações tão diferentes? Explique.

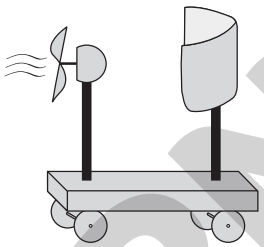
d) Qual lei de Newton pode ser utilizada para explicar o fato descrito no item anterior? Justifique.

5. **(Enem)** Em desenhos animados é comum vermos a personagem tentando impulsionar um barco soprando ar contra a vela para compensar a falta de vento. Algumas vezes usam o próprio fôlego, foles ou ventilador. Estudantes de um laboratório didático resolveram investigar essa possibilidade. Para isso, usaram dois pequenos carros plásticos, **A** e **B**, instalaram sobre estas pequenas ventoinhas e fixaram verticalmente uma cartolina de curvatura parabólica para desempenhar uma função análoga à vela de um barco. No carro **B** inverteu-se o sentido da ventoinha e manteve-se a vela, a fim de manter as características físicas do barco, massa e formato da cartolina. As figuras representam os carros produzidos. A montagem do carro **A** busca simular a situação dos desenhos animados, pois a ventoinha está direcionada para a vela.

Carro **A**



Carro **B**



SERGIO L. FILHO

Com os carros orientados de acordo com as figuras, os estudantes ligaram as ventoinhas, aguardaram o fluxo de ar ficar permanente e determinaram os módulos das velocidades médias dos carros **A** (V_A) e **B** (V_B) para o mesmo intervalo de tempo.

A respeito das intensidades das velocidades médias e do sentido de movimento do carro **A**, os estudantes observaram que: Alternativa **b**.

a) $V_A = 0$; $V_B > 0$; o carro **A** não se move.

b) $0 < V_A < V_B$; o carro **A** se move para a direita.

c) $0 < V_A < V_B$; o carro **A** se move para a esquerda.

d) $0 < V_B < V_A$; o carro **A** se move para a direita.

e) $0 < V_B < V_A$; o carro **A** se move para a esquerda.

6. **(Enem)** Durante uma faxina a mãe pediu que o filho a ajudasse, deslocando um móvel para mudá-lo de lugar. Para escapar da tarefa, o filho disse ter aprendido na escola que não poderia puxar o móvel, pois a Terceira Lei de Newton define que se puxar o móvel, o móvel puxará igualmente de volta, e assim não conseguirá exercer uma força que possa colocá-lo em movimento.

Que argumento a mãe utilizará para apontar o erro de interpretação do garoto? Alternativa **e**.

a) A força de ação é aquela exercida pelo garoto.

b) A força resultante sobre o móvel é sempre nula.

c) As forças que o chão exerce sobre o garoto se anulam.

d) A força de ação é um pouco maior que a força de reação.

e) O par de forças de ação e reação não atua em um mesmo corpo.

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

MODERNA

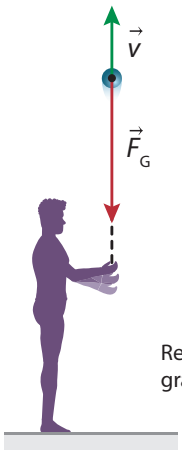
Lei da gravitação universal

A gravidade não é apenas uma força que se limita a atrair corpos para o centro da Terra, mas uma interação fundamental que existe entre qualquer corpo do Universo que tem massa. Essa força é mais intensa quanto maior for a massa dos corpos envolvidos e mais próximos estiverem. De forma geral, a força gravitacional de qualquer objeto age de forma a atrair outros objetos em direção a ele.

Devido à abrangência universal dos fenômenos gravitacionais, a lei da gravidade de Newton ficou conhecida como **lei da gravitação universal**.

A força de atração gravitacional age em ambos os corpos envolvidos, formando um par de forças ação e reação orientadas ao longo da reta que passa pelo centro de massa desses dois corpos.

De acordo com a segunda lei de Newton, o efeito de uma força aplicada em uma massa é a aceleração $\left(\vec{F} = m \cdot \vec{a}\right)$, que pode estar relacionada com a variação do módulo da velocidade e/ou de sua orientação, o que dependerá da configuração entre os vetores força e velocidade, ou seja, se estão na mesma direção ou em direções diferentes, por exemplo. Veja nas imagens a seguir.

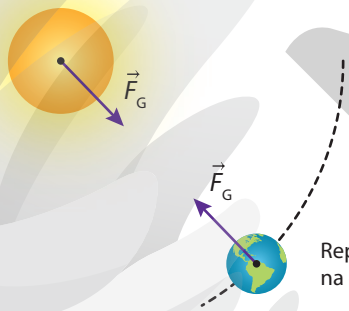


Um objeto lançado verticalmente para cima apresenta velocidade inicial na mesma direção da força de atração gravitacional. A intensidade de sua velocidade varia devido à existência de uma aceleração na mesma direção da velocidade.

Representação da atuação da força gravitacional em um lançamento vertical.

Imagens sem proporção. Cores-fantasia.

ILUSTRAÇÕES: HELOÍSA PINTARELLI



A velocidade de um planeta em órbita aproximadamente circular é praticamente perpendicular à força de atração gravitacional. A orientação da velocidade varia enquanto sua intensidade se mantém constante, por conta da existência de uma aceleração com direção radial apontando para o centro da trajetória.

Representação da atuação da força gravitacional na órbita da Terra ao redor do Sol.

Assim, as forças que agem no movimento de queda dos corpos próximos à Terra e no movimento de corpos celeste em órbita são de mesma natureza gravitacional.

Da lei da gravitação de Newton, se dois objetos têm massas M e m, e estão separados por uma distância d, a força gravitacional $\left(\vec{F}_G\right)$ entre eles é dada por:

$$F_G = \frac{G \cdot M \cdot m}{d^2}$$

Quanto maiores as massas, maior será a força de atração entre os corpos, e quanto maior for a distância entre eles, mais fraca será a força de atração.

Quando Newton propôs sua definição para a intensidade da força gravitacional, o valor da constante gravitacional e o da massa da Terra ainda não haviam sido determinados, de modo que ele considerava o produto desses dois fatores.

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

MODERNA

Na relação apresentada na página anterior, G é uma constante de proporcionalidade, conhecida como constante gravitacional, e seu valor é de $6{,}67 \cdot 10^{-11}\ N \cdot m^2/kg^2$.

A constante gravitacional foi medida pela primeira vez pelo físico e químico inglês Henry Cavendish (1731-1810), em 1798.

Cavendish desejava estimar a densidade da Terra, mas para isso era necessário estimar a massa do planeta. Ele mediu a força gravitacional entre duas pequenas esferas de chumbo presas às pontas de uma haste de madeira, que interagia com duas esferas maiores de chumbo, conforme modelo ao lado.

A força gravitacional entre as esferas, por menor que fosse, fez com que elas se movessem, e a velocidade de rotação do aparato permitiu obter o valor da interação gravitacional entre quaisquer corpos massivos.

Embora a força gravitacional seja a de menor intensidade, se comparada às outras forças fundamentais (forte, fraca e eletromagnética), para objetos de escala astronômica como planetas, luas e estrelas, a magnitude das massas envolvidas torna a interação gravitacional intensa o suficiente para orientar o movimento dos astros celestes.

DORLING KINDERSLEY/UIG/SPL/FOTOARENA

Modelo, em escala reduzida, da balança de torção utilizada por Henry Cavendish para medir a atração gravitacional entre esferas metálicas.

Trocando ideias Resposta e orientações no **Suplemento para o professor**.

Registre em seu caderno.

A gravidade funciona em todas as escalas!

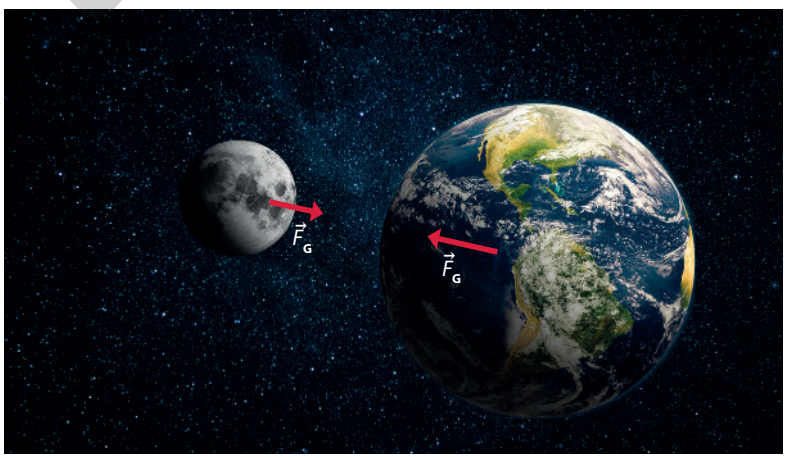
- Junte-se a um colega e pesquisem alguns efeitos da gravidade na Terra, no Sistema Solar, na Via Láctea e além dela.

Campo gravitacional

1. O que acontece quando aproximamos um ímã a pregos? O objetivo desta questão é levar os estudantes a perceber que existe um campo magnético ao redor de um ímã, que atrai os pregos.
2. Como é chamada a região ao redor de um ímã que é influenciada por ele? Espera-se que os estudantes respondam campo magnético.

As interações a distância, como a elétrica, a magnética e a gravitacional, ocorrem em certa região do espaço ao redor de um corpo, denominada campo. A região ao redor de um corpo que tem massa é denominada **campo gravitacional**. Nessa região, qualquer outro corpo que tem massa é influenciado pela ação da força da gravidade.

O planeta Terra, por exemplo, gera um campo gravitacional. Como a Lua está localizada nesse campo, ela sente a ação da força de atração da Terra. Da mesma forma, a Lua gera um campo gravitacional onde está localizada a Terra, que sente a ação de uma força gravitacional de mesma intensidade, mesma direção e sentido oposto, de acordo com a terceira lei de Newton, da ação e reação.



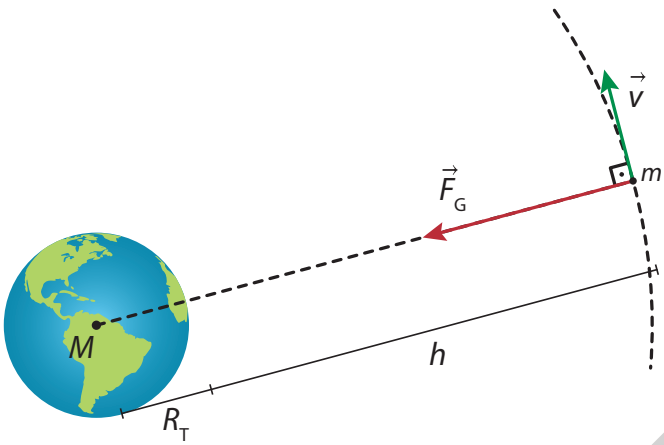
DJHAYZAA/SHUTTERSTOCK

Representação da Terra e da Lua com os vetores força gravitacional de atração. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

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

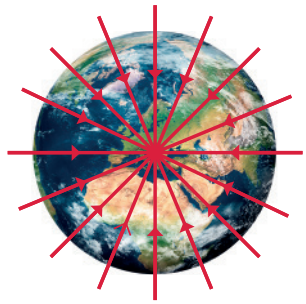
O campo gravitacional gerado por um corpo corresponde a uma grandeza vetorial, com direção que passa pelo seu centro de massa e tem sentido para o corpo, pois a força é sempre de atração. Seu padrão de representação são linhas de campo. Na região onde as linhas são mais próximas (mais perto do centro), o campo é mais intenso e onde as linhas estão mais espaçadas (mais afastadas do centro), menos intenso.

Para determinar a intensidade do campo gravitacional, considere a Terra como um referencial inercial e com formato esférico homogêneo, com massa M e raio constante R_T. Considere também que um corpo de prova de massa m é colocado a uma distância h da superfície da Terra, de modo que a distância entre os centros de massa seja $R_T + h$, conforme representado abaixo.



HELOÍSA PINTARELLI

Representação de um corpo de massa m a uma distância h da Terra. A força gravitacional na Terra não foi representada. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.



MAX DALLOCCO/SHUTTERSTOCK

Representação das linhas de campo gravitacional da Terra. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Pela lei da gravitação universal de Newton, tem-se que:

$$F_G = \frac{G \cdot M \cdot m}{d^2} \Rightarrow F_G = \frac{G \cdot M \cdot m}{(R_T + h)^2} \Rightarrow \frac{F_G}{m} = \frac{G \cdot M}{(R_T + h)^2}$$

Quanto maior a massa m, maior a intensidade da força gravitacional F_G, de forma que a razão entre essas duas grandezas, como representado acima, é sempre constante. Porém, pela segunda lei de Newton, da razão entre força e massa temos a aceleração $\left(a = \frac{F}{m}\right)$, ou seja, a medida da intensidade do campo gravitacional corresponde à medida da intensidade da aceleração da gravidade (g) à distância $R_T + h$ do centro de massa da Terra.

$$g = \frac{F_G}{m} = \frac{G \cdot M}{(R_T + h)^2} \therefore \quad g = \frac{G \cdot M}{(R_T + h)^2}$$

Assim, quando falamos em aceleração da gravidade de um planeta a certa distância nos referimos à medida do campo gravitacional naquele local. Dessa forma, as unidades de medida m/s² e N/kg são equivalentes.

Para a superfície da Terra:

$$g = \frac{G \cdot M}{(R_T + h)^2} = \frac{(6{,}67 \cdot 10^{-11}) \cdot (5{,}97 \cdot 10^{24})}{(6{,}37 \cdot 10^6 + 0)^2} \simeq 9{,}8 \therefore g = 9{,}8 \text{ m/s}^2$$

Como a Terra não é uma esfera homogênea, com massa distribuída de maneira uniforme, esse valor sofre variações em sua superfície. Mesmo assim, podemos considerá-lo constante nas proximidades dessa quando calculamos a intensidade da força peso de um corpo de massa m.

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

MODERNA

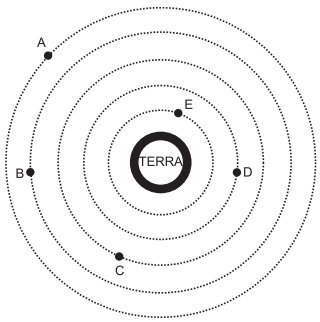
ATIVIDADES

Registre em seu caderno.

1. **(Enem)** A Lei da Gravitação Universal, de Isaac Newton, estabelece a intensidade da força de atração entre duas massas. Ela é representada pela expressão:

$$F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{d^2}$$

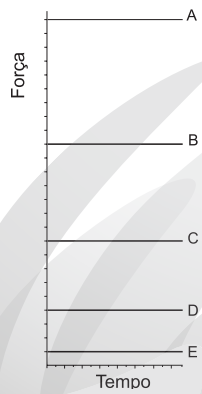
onde m_1 e m_2 correspondem às massas dos corpos, d é a distância entre eles, G é a constante universal e F é a força que um corpo exerce sobre o outro.

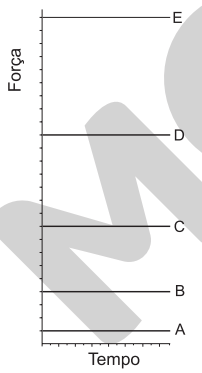


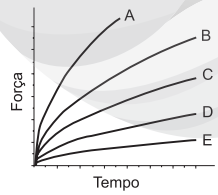
IMAGENS: CARLOS BORIN

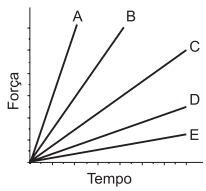
O esquema representa as trajetórias circulares de cinco satélites, de mesma massa, orbitando a Terra.

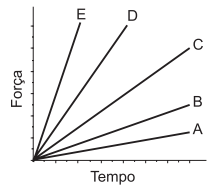
Qual gráfico expressa as intensidades das forças que a Terra exerce sobre cada satélite em função do tempo? Alternativa **b**.

a)


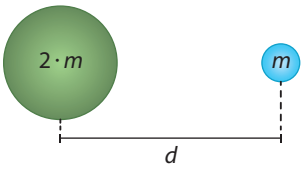
b)


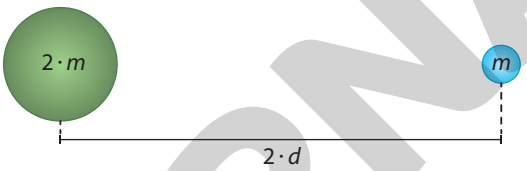
c)


d)


e)


2. Os esquemas a seguir representam a atração gravitacional entre um planeta e sua lua. Ordene, em sequência crescente, as forças atrativas entre cada par mostrado. **b** < **d** < **a** = **c**

a)


b)


c)

d)

ILUSTRAÇÕES: RONALDO INÁCIO

3. Não, a força de atração do Sol sobre a Terra é maior que a da Lua sobre nosso planeta. As marés causadas pela Lua são mais intensas porque a diferença de atração, comparando o lado mais próximo da Terra com o mais distante, tem maior variação para a Lua do que para o Sol.

3. Sabe-se que as marés são causadas principalmente pela influência gravitacional da Lua. Isso quer dizer que a atração da Lua sobre a Terra é maior do que a do Sol sobre o planeta? Justifique sua resposta.

4. O planeta Júpiter tem massa 300 vezes maior do que a da Terra. Isso pode dar a ideia de que sua aceleração da gravidade é muitas vezes maior que a de nosso planeta. No entanto, o que se verifica é que a aceleração da gravidade de Júpiter é menos de 3 vezes maior que da Terra. Explique por que isso ocorre. Isso ocorre porque o raio de Júpiter é cerca de 10 vezes maior que o raio da Terra.

5. De acordo com a Nasa, mais de 500 000 objetos que fazem parte do lixo espacial estão orbitando a Terra. Considere uma peça esférica de massa 25 kg que orbita a Terra a uma altura da superfície de quatro raios terrestres. Determine a intensidade do campo gravitacional na peça em órbita e a força peso sobre ela. Use $g = 9{,}8\ m/s^2$.
0,4 m/s² e 10 N

MODERNA

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

CAPÍTULO 2

Movimentos na Terra

1. O objetivo desta questão é levar os estudantes a perceber que, independentemente das características dos objetos, todos sofrem a ação de uma força que os atrai em direção à superfície da Terra.

A ação da gravidade

PORAVUTE SIRIPHIROON/SHUTTERSTOCK

Pessoa pegando telefone celular que havia caído.

Muitas pessoas já passaram pela mesma situação da pessoa da fotografia ao lado. Em apenas alguns segundos, um pequeno acidente aconteceu. Mas por que os corpos caem quando são soltos? Você já fez essa pergunta?

Como visto anteriormente, uma das interações fundamentais da natureza é a gravidade.

Devido a essa interação, os corpos se atraem gravitacionalmente. No entanto, se as massas envolvidas forem pequenas, é difícil percebermos os efeitos dessa força de atração. Quando um dos corpos tem massa suficientemente grande, como a Terra, conseguimos notar a atuação da gravidade a partir de alguns movimentos, por exemplo, queda livre e lançamentos vertical, horizontal e oblíquo.

1. Por que você acha que todos os corpos próximos à superfície da Terra são atraídos para ela?

Queda livre

O movimento de queda devido ao campo gravitacional da Terra pode ser observado quando abandonamos um corpo de certa altura.

O paraquedista da fotografia ao lado, por exemplo, utiliza esse fato em sua prática esportiva. Após saltar pela porta do avião, ele inicia um movimento acelerado na direção do centro da Terra e no sentido do solo, em razão da **força gravitacional** que atua sobre ele.

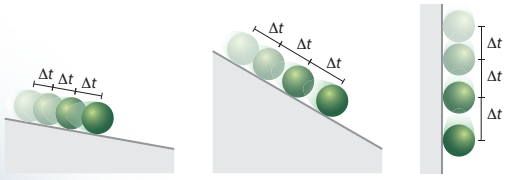
VIKTORKOZLOV/SHUTTERSTOCK

A queda do paraquedista ocorre devido à ação da força gravitacional.

Na Antiguidade, o filósofo grego Aristóteles (384 a.C.-322 a.C.), com base em observações da natureza, afirmava que, após uma primeira aceleração, os corpos caíam com uma velocidade constante, que dependia de suas massas.

Na Idade Moderna, o físico italiano Galileu Galilei, mesmo não sendo o primeiro a apontar problemas nas ideias de Aristóteles, desenvolveu práticas de observação e experimentação que as derrubaram definitivamente. Ele analisou o movimento de esferas abandonadas em planos inclinados, o que prolongava o intervalo de tempo de queda e aumentava a precisão nas medidas das velocidades.

Variando a massa das esferas e o ângulo de inclinação da rampa, Galileu notou que os movimentos não eram uniformes, mas acelerados. Percebeu ainda que a aceleração adquirida dependia apenas da inclinação da rampa, sendo a direção vertical a de maior aceleração. A imagem a seguir representa os deslocamentos executados por uma esfera em intervalos de tempo iguais.



SERGIO L. FILHO

Representação do movimento de uma esfera em rampas com diferentes inclinações. Imagens sem proporção e em cores-fantasia.

Quando a esfera era lançada para subir o plano inclinado, Galileu verificou que quanto menor a inclinação do plano, maior era o intervalo de tempo necessário para a esfera atingir o repouso. Com essas e outras investigações, ele concluiu que, em um movimento horizontal, a velocidade da esfera não deveria variar. Porém, o repouso acontece por conta da ação das forças de atrito com a superfície do plano e da resistência do ar.

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

MODERNA

Registre em seu caderno.

Trocando ideias

Os corpos em queda livre podem sofrer a ação da força de resistência do ar, modificando sua velocidade durante a queda.

- Junte-se a um colega para observar na prática a resistência oferecida para os movimentos que ocorrem no ar. Para isso, providenciem uma folha de papel aberta e outra amassada, ambas idênticas. Primeiro, solte simultaneamente da mesma altura a folha aberta (paralelamente ao chão) e a amassada e observem qual delas toca primeiro o chão. Em seguida, coloque a folha aberta e a amassada sobre um caderno e abandone o caderno de certa altura, observando ambas as folhas. Agora, amasse a folha de papel que estava aberta e soltem-nas novamente da mesma altura, simultaneamente, e percebam o que ocorre agora nessa situação. Para finalizar, conversem sobre a atividade realizada e anotem suas conclusões.

Respostas e orientações no **Suplemento para o professor**.

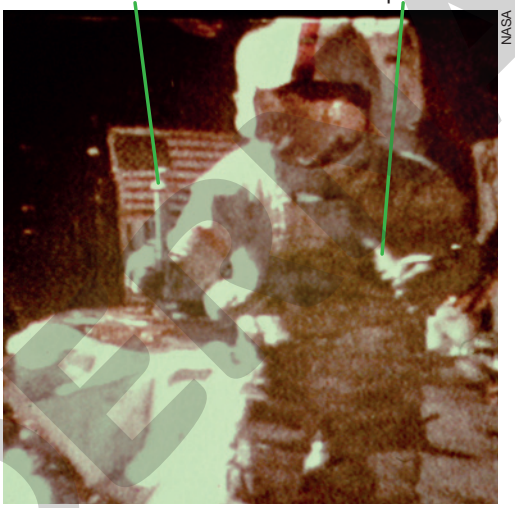
Dessa forma, podemos concluir que é a resistência do ar que faz corpos de diferentes massas executarem movimentos de queda com velocidades diferentes, e não as massas em si, como acreditava Aristóteles.

A força de resistência do ar (ou força de arrasto) depende da velocidade do corpo e da área de contato como ar. Quanto mais rápido o corpo se move, maior é a quantidade de partículas de ar que entram em contato com ele. O paraquedista citado anteriormente, mantendo o corpo na horizontal, em determinado momento da queda, passa a desenvolver um movimento com velocidade constante (chamada velocidade terminal), pois a força de resistência do ar adquire o mesmo valor da força gravitacional.

Quando o paraquedas é acionado, o aumento da área de contato com o ar reduz a velocidade de queda, possibilitando ao paraquedista pousar com segurança no solo.

Mas e se a resistência do ar puder ser desprezada?

Em 1971, o astronauta estadunidense David R. Scott (1932-) realizou um experimento na superfície da Lua, no qual ele abandonou, da mesma altura, uma pena de falcão e um martelo. Os dois objetos chegaram ao solo lunar ao mesmo tempo, pois não há resistência do ar.



David R. Scott na superfície da Lua (1971).

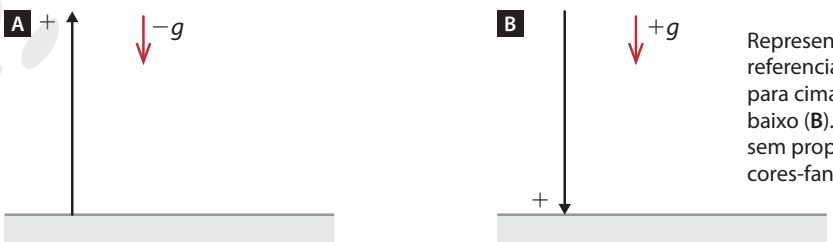
Quando um corpo cai devido somente à ação da gravidade, desprezando a resistência do ar, dizemos que ele está em **queda livre**. Isso ocorre no vácuo ou em um local em que a força de resistência do ar pode ser desprezada, como para pequenos deslocamentos próximos à superfície da Terra.

Na queda livre, a aceleração a que todos os corpos estão sujeitos é a **aceleração gravitacional** (g). Esta é característica do planeta ou astro celeste que estamos considerando.

A aceleração gravitacional sofre pequenas alterações na superfície da Terra, sendo maior nos polos e menor no equador. No estudo da queda livre, vamos considerá-la constante para toda a superfície terrestre com módulo $g = 9{,}8\ m/s^2$. Muitas vezes, esse valor é arredondado para $10\ m/s^2$, para facilitar a análise de algumas situações.

> **!** Uma aceleração de módulo $9{,}8\ m/s^2$ significa que, a cada 1 s em queda livre, a velocidade do corpo varia em 9,8 m/s.

Como a queda livre é um movimento apenas na direção vertical, vamos considerar o seguinte: se o referencial vertical adotado tiver sentido para cima, considera-se a aceleração da gravidade negativa ($-g$). Se o referencial vertical adotado tiver sentido para baixo, considera-se a aceleração da gravidade positiva ($+g$).



Representação do referencial orientado para cima (**A**) e para baixo (**B**). Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

ILUSTRAÇÕES: RONALDO INÁCIO

O movimento de queda livre se enquadra em um tipo de movimento chamado de **Movimento Uniformemente Variado** (MUV), o qual é caracterizado pela variação constante no módulo da velocidade do móvel ao longo da trajetória, ou seja, um movimento com aceleração constante – nesse caso, a aceleração gravitacional g.

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

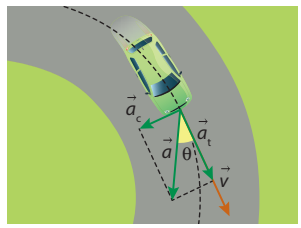
A aceleração é uma grandeza vetorial que, dependendo do tipo de trajetória executada pelo corpo em movimento, pode ser dividida em duas componentes:

- **Aceleração tangencial** (a_t): relacionada com variações na intensidade da velocidade, pois atua na mesma direção da velocidade.
- **Aceleração centrípeta** (a_c): relacionada com variações na orientação da velocidade.

Trajetória retilínea

ILUSTRAÇÕES: SERGIO L. FILHO

Trajetória curvilínea



Representações de um móvel executando uma trajetória retilínea e curvilínea. Imagens sem proporção e em cores-fantasia.

A variação apenas na intensidade da velocidade caracteriza um **movimento retilíneo uniformemente variado** (MRUV); a aceleração centrípeta é nula e a aceleração $(\vec{a})$ é dada pela aceleração tangencial.

$\vec{a} = \vec{a}_t + \vec{a}_c \therefore \vec{a} = \vec{a}_t$

A variação na intensidade e na orientação da velocidade caracteriza um **movimento circular uniformemente variado** (MCUV); a aceleração $(\vec{a})$ é dada pela soma das acelerações tangencial e centrípeta.

$\vec{a} = \vec{a}_t + \vec{a}_c$

Na queda livre, a aceleração é constante e tangencial à trajetória. Portanto, podemos analisar esse movimento com base na equação da aceleração média, dada por:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow a = \frac{v - v_0}{t - t_0}$$

em que a é a aceleração em m/s²; Δv é a variação de velocidade em m/s; Δt é o intervalo de tempo em s; v e v_0 são as velocidades final e inicial em m/s; t e t_0 são os tempos final e inicial em s.

Dessa equação, obtemos uma relação entre as velocidades (v) e os instantes de tempo (t) denominada **função horária das velocidades** do MRUV.

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow \Delta v = a \cdot \Delta t \Rightarrow v - v_0 = a \cdot (t - t_0) \Rightarrow v = v_0 + a \cdot (t - t_0)$$

Considerando $t_0 = 0$ e $a = g$, tem-se:

$$v = v_0 + g \cdot t$$

Com essa função, é possível obter os valores de velocidade para qualquer instante de tempo. Já a **função horária das posições** para o MRUV é dada por:

$$s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$$

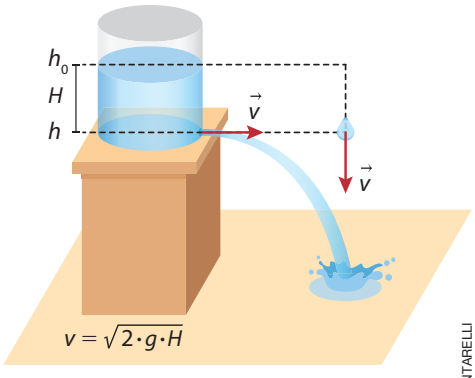
em que s é a posição; s_0, a posição inicial; v_0, a velocidade inicial; a, aceleração do móvel; e t, o instante de tempo. Tal função de 2º grau expressa a dependência da posição s do corpo em MRUV em relação aos instantes de tempo t. Para um corpo em queda livre, geralmente substituímos s por y para representar as posições do corpo na vertical e a aceleração a pela aceleração da gravidade g, que nos dá:

$$y = y_0 + v_0 \cdot t + \frac{g \cdot t^2}{2}$$

Não se esqueça de atentar ao sentido do referencial vertical: se orientado para cima, utilizar $-g$; se orientado para baixo, utilizar $+g$.

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

MODERNA



Representação de água escoando por um orifício em um recipiente. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

HELOÍSA PINTARELLI

Há uma outra equação importante no estudo dos corpos em queda livre, que relaciona a posição, a velocidade e a aceleração dos corpos, sem a necessidade de considerar um intervalo de tempo. Tal relação matemática é chamada **equação de Torricelli**.

O físico e matemático italiano Evangelista Torricelli (1608-1647) desenvolveu estudos sobre fluidos em repouso e em movimento e verificou que a velocidade horizontal de um jato de água jorrando por um pequeno orifício é dada por:

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$$

Esse valor é igual ao da velocidade de uma única gota de água, que, partindo do repouso, percorre a mesma distância H em queda livre.

Dessa forma, a semelhança entre a velocidade de lançamento de um jato de água e a velocidade de queda livre de uma gota em MRUV possibilitou o estudo desse movimento pela relação entre velocidade (v) e posição (y), ou seja, uma relação que não depende do tempo.

Aplicando os estudos de Torricelli na análise do movimento dos corpos em queda livre, obtemos a seguinte relação:

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot g \cdot \Delta y \quad \text{ou} \quad v^2 = v_0^2 + 2 \cdot g \cdot (y - y_0)$$

Note que a equação de Torricelli não envolve o tempo, ou seja, não corresponde a uma equação horária.

ATIVIDADE RESOLVIDA

R1 A Big Tower é uma das muitas atrações de um parque de diversões brasileiro e tem nada menos que 100 metros de altura, equivalente a um prédio de mais de 30 andares. Durante a queda, o elevador chega a uma velocidade de, aproximadamente, 120 km/h. A segurança do brinquedo é garantida por uma organização de vigilância técnica da Alemanha. Para os corajosos amantes da adrenalina, é um desafio e tanto. Então, quem disse que a Física não está presente nos parques de diversão?

De acordo com os dados apresentados e desconsiderando a força de resistência do ar e outras forças dissipativas, supondo que ele se move em queda livre por cerca de 85 m até os freios serem acionados, qual é a velocidade atingida pelo elevador no intervalo de queda livre? Compare seu resultado com o valor real apresentado no enunciado, discutindo o motivo dessa diferença. Adote o valor da aceleração da gravidade local de 10 m/s².

Resolução

Considerando o referencial na vertical com sentido para baixo, a posição inicial em que o elevador é abandonado $y_0 = 0$, a velocidade inicial $v_0 = 0$ (repouso) e a posição final de queda livre $y = 85$ m.

Como não temos o intervalo de tempo, podemos utilizar a equação de Torricelli para calcular o valor da velocidade de queda:

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot g \cdot \Delta y \Rightarrow v^2 = 0^2 + 2 \cdot 10 \cdot 85 \Rightarrow v^2 = 1\,700 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{1\,700} \therefore v \simeq 41{,}2 \text{ m/s ou } v \simeq 148 \text{ km/h}$$

Essa diferença entre o valor encontrado e o valor real fornecido pelo *site* oficial se dá pelo fato de que, ao tratar esse movimento como uma queda livre, são desprezadas todas as forças dissipativas que atuam diminuindo a velocidade de queda do brinquedo. Além disso, usamos uma distância aproximada de queda livre.

Big Tower, no município de Penha, Santa Catarina (2017).

CADU ROLIM/FOTOARENA

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

MODERNA

Lançamento vertical

É tradição em formaturas que ao final da cerimônia os formandos lancem seus chapéus verticalmente para cima, depois os peguem novamente, ao comemorar sua conquista.

Essa situação exemplifica um **lançamento vertical**, no qual corpos são arremessados na direção vertical, com velocidade inicial diferente de zero. Nesse tipo de lançamento, o corpo pode ser lançado tanto para cima quanto para baixo. Em ambos os casos, desprezando a resistência do ar, o movimento sofre influência do campo gravitacional terrestre e ocorre com aceleração constante e igual à aceleração da gravidade.

PROSTOCK-STUDIO/SHUTTERSTOCK

Grupo de estudantes comemorando sua formatura lançando seus chapéus de formatura, verticalmente, para cima.

No lançamento vertical para baixo, o corpo inicia o movimento de queda livre com determinada velocidade vertical, que aumenta de valor devido à aceleração da gravidade, como o movimento de algumas aves marinhas, que mergulham para buscar alimentos na água.

No lançamento vertical para cima, o corpo inicia um movimento contrário à ação da gravidade, por isso sua velocidade diminui durante a subida até parar, inverter seu movimento e começar a descer. Como exemplo, considere uma peteca lançada verticalmente para cima com uma velocidade inicial de 15 m/s. Desprezando a resistência do ar e adotando um referencial vertical com sentido para cima ($g = -10\ m/s^2$), com origem na posição do lançamento ($y_0 = 0$), as funções horárias da velocidade e da posição são dadas por:

$$v = v_0 + g \cdot t \therefore v = 15 - 10 \cdot t$$

$$y = y_0 + v_0 \cdot t + \frac{g \cdot t^2}{2} \Rightarrow y = 0 + 15 \cdot t - \frac{10 \cdot t^2}{2} \therefore y = 15 \cdot t - 5 \cdot t^2$$

O movimento da peteca é representado abaixo. Note que durante o movimento de subida sua velocidade diminui gradualmente, descrevendo um MRUV **retardado**, pois o movimento está contra a aceleração da gravidade. Portanto, a peteca sobe até atingir velocidade nula, com tempo de subida, que pode ser calculado como:

$$0 = 15 - 10 \cdot t \Rightarrow 0 = 15 - 10 \cdot t \therefore t = 1{,}5\ s$$

O intervalo de tempo de descida é igual ao de subida, então o tempo total para que a peteca volte à posição inicial é de 3 s.

Já o movimento de descida corresponde a um MRUV **acelerado**, pois é a favor da aceleração da gravidade, e a velocidade da peteca aumenta de forma gradual. Contudo, a descida é contrária ao referencial adotado – isso é indicado pelo sentido dos vetores e pelo sinal negativo da velocidade.

Como a resistência do ar foi desprezada, ao retornar para a mão da pessoa, no instante 3 s, a peteca tem velocidade de mesmo valor da velocidade inicial, mas com sentido contrário. Logo:

$$v = 15 - 10 \cdot 3 \Rightarrow v = 15 - 30 \therefore v = -15\ m/s$$

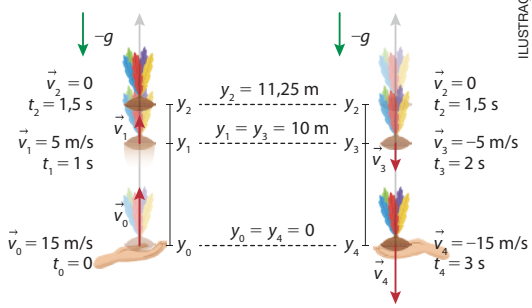


ILUSTRAÇÃO: FABIO EIJI SIRASUMA

Representação do movimento de subida e de descida de uma peteca lançada verticalmente para cima. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

As posições da peteca durante o movimento também estão indicadas na imagem. Podemos perceber que a altura máxima atingida corresponde à posição no instante 1,5 s, quando o objeto atinge o repouso e ocorre a inversão no sentido do movimento. O valor da altura máxima pode ser obtido usando a função horária das posições, portanto:

$$y = 15 \cdot t - 5 \cdot t^2 \Rightarrow y = 15 \cdot 1{,}5 - 5 \cdot 1{,}5^2 \therefore y = 11{,}25\ m$$

Perceba que no lançamento vertical a peteca passou duas vezes em cada posição (com exceção à posição de altura máxima), em instantes diferentes e com velocidades de mesmo valor, mas com sentidos contrários.

2. O que acontece quando um objeto é arremessado para cima?

O objetivo desta questão é perceber se os estudantes conseguem descrever que o objeto continua a se mover para cima por algum tempo e depois retorna.

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

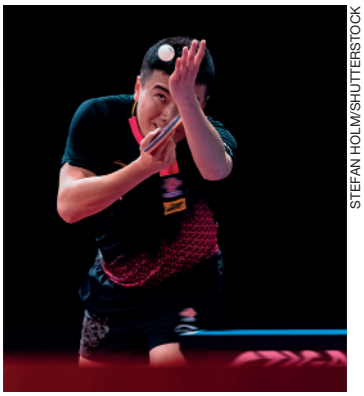
MODERNA

LJUPCO SMOKOVSKI/SHUTTERSTOCK

Durante uma apresentação artística, o malabarista lança os objetos para cima com determinada força para que ele possa controlar a velocidade inicial de lançamento e a altura máxima atingida.

De maneira geral, vemos que objetos lançados verticalmente para cima têm sua velocidade diminuída até atingir o repouso no ponto mais alto da trajetória. No entanto, como a força gravitacional continua atuando sobre ele, o corpo cai em queda livre, com aceleração constante, de modo que a velocidade final tem módulo igual ao da velocidade inicial de lançamento, quando o corpo retorna à mesma altura de lançamento.

É possível identificar lançamentos verticais em algumas modalidades esportivas, em várias tarefas do dia a dia e também em apresentações artísticas, como exemplificado a seguir.



STEFAN HOLM/SHUTTERSTOCK

Em uma das jogadas do tênis de mesa, o atleta lança a bola para cima com determinada velocidade, iniciando a jogada de saque.

ADRIANO KIRIHARA/PULSAR IMAGENS

Para separar os grãos de café de folhas e outros objetos, de forma artesanal, o cafeicultor faz uso de uma peneira, lançando os grãos para cima para fazer sua limpeza.

3. No ponto mais alto da trajetória de um corpo que foi lançado verticalmente para cima, qual é o valor da aceleração do corpo? O objetivo da questão é fazer os estudantes perceberem que em todo o movimento de lançamento vertical a aceleração que atua no corpo é a aceleração da gravidade, que vale 9,8 m/s², ou aproximadamente 10 m/s².

ATIVIDADE RESOLVIDA

R2 A ginástica de trampolim, popular no universo circense, surgiu na década de 1930 e se tornou um esporte olímpico em 2000, nos jogos de Sydney, na Austrália. Um atleta, ao realizar um salto, alcançou a altura de 7,2 metros. Considere $g = 10\ m/s^2$.

a) Qual é a velocidade inicial do atleta em seu salto?

Resolução

Considerando o sentido do referencial adotado crescente para cima, a aceleração da gravidade g deve ser negativa.

Como não temos o valor do intervalo de tempo do movimento, vamos utilizar a equação de Torricelli. Sabendo que a altura máxima atingida foi de 7,2 m e que a velocidade é nula no ponto mais alto da trajetória, tem-se:

$$v^2 = v_0^2 - 2 \cdot g \cdot \Delta y \Rightarrow 0^2 = v_0^2 - 2 \cdot 10 \cdot 7{,}2 \Rightarrow$$
$$\Rightarrow v_0^2 = 144 \Rightarrow v_0 = \sqrt{144} \therefore v_0 = 12\ m/s$$

b) Quanto tempo durou o movimento de subida do atleta?

Resolução

Usando a equação horária da velocidade e o valor encontrado para a velocidade inicial do atleta e lembrando que a velocidade na altura máxima é nula, tem-se:

$$v = v_0 - g \cdot t \Rightarrow 0 = 12 - 10 \cdot t \Rightarrow t = \frac{12}{10} \therefore t = 1{,}2\ s$$

c) Em qual instante de tempo e com qual valor de velocidade o atleta retornou ao solo?

Resolução

Desprezando-se a resistência do ar, o tempo de subida é igual ao tempo de descida, então o tempo total do salto é de:

$$t_{total} = t_{subida} + t_{descida} \Rightarrow t_{total} = 1{,}2 + 1{,}2 \therefore t_{total} = 2{,}4\ s$$

que corresponde ao instante em que o atleta volta para o solo.

Já a velocidade tem o mesmo módulo da velocidade inicial, porém com sentido contrário, e pode ser dada pela função horária das velocidades, usando o tempo total do salto:

$$v = v_0 - g \cdot t \Rightarrow v = 12 - 10 \cdot 2{,}4 \Rightarrow$$
$$\Rightarrow v = 12 - 24 \therefore v = -12\ m/s$$

MODERNA

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

Lançamento horizontal e oblíquo

O que aconteceria a uma bola de beisebol se um arremessador conseguisse lançá-la com uma velocidade inicial, na horizontal, de 8 km/s?

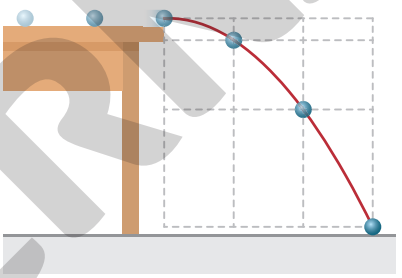
Como visto anteriormente, a ação da gravidade pode alterar a velocidade dos corpos na direção vertical, fazendo-os cair. Essa ação também pode mudar o valor, a direção e o sentido da velocidade dos corpos, alterando sua trajetória.

Para compreender a situação da bola de beisebol, imagine que uma esfera foi lançada rolando sobre uma mesa horizontal. Se as forças de atrito puderem ser desprezadas, a esfera realiza um movimento com velocidade constante. Mas, no instante em que essa esfera perde o contato com a superfície da mesa, ela começa a cair, e seu movimento passa a ser uma combinação de um movimento uniforme na horizontal com um movimento acelerado na vertical, resultando em uma trajetória que pode ser descrita como uma **parábola**.

TAMMYKAY PHOTO/SHUTTERSTOCK

Adolescente arremessando uma bola de beisebol.

Note que o deslocamento horizontal tem intervalos constantes e o deslocamento vertical é igual ao da queda livre.



Representação das posições de uma esfera rolando por uma mesa e caindo. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

A análise do movimento pode ser realizada com base nas seguintes relações.

Na horizontal

Como a velocidade na horizontal é constante, a posição do corpo nessa direção é dada por:

$$x = v_0 \cdot t$$

em que x é a posição do corpo na direção horizontal em m, v_0 é a velocidade inicial do corpo em m/s e t é o tempo de queda em s.

Na vertical

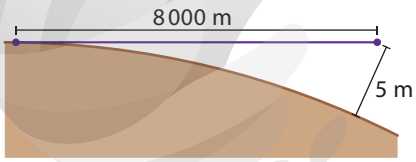
Como o corpo está sendo acelerado pela gravidade na direção vertical, a posição dele é dada por:

$$y = \frac{g \cdot t^2}{2}$$

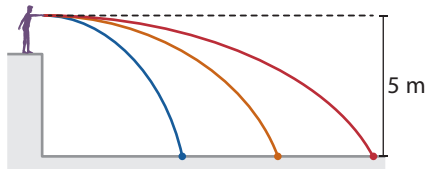
Sua velocidade é calculada por:

$$v_y = g \cdot t \text{ ou } v_y = \sqrt{2 \cdot g \cdot y}$$

Retomando a situação inicial, vamos analisar o que ocorreria se uma bola de beisebol fosse lançada a uma velocidade de 8 km/s (cerca de 29 000 km/h). Se a bola percorresse uma linha reta sem cair, ao fim de 8 km ela estaria a uma altura de 5 m do chão, devido à curvatura da Terra. Agora, considerando sua queda, em 1 segundo, tempo em que percorreria 8 km, a bola cairia exatamente 5 metros. Portanto, o que aconteceria é que ela não cairia propriamente na Terra, mas entraria em órbita.



Representação do perfil da superfície da Terra, destacando sua curvatura. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.



Representação de uma pessoa arremessando horizontalmente diversos objetos de uma altura de 5 m. Para todos estes movimentos o tempo de queda seria de 1 segundo. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

ILUSTRAÇÕES: SERGIO L. FILHO

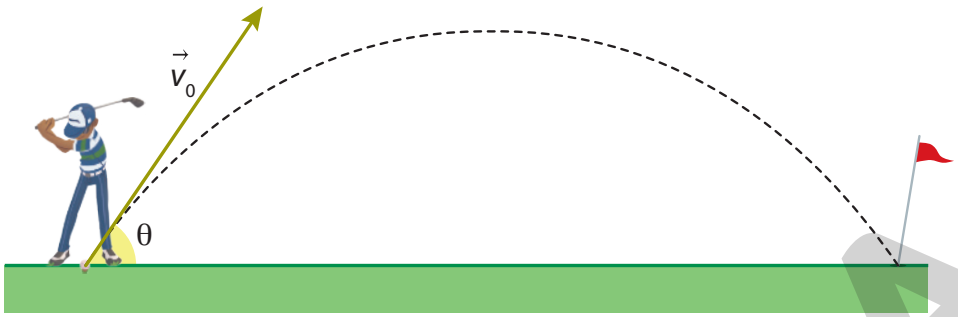
Essas características são utilizadas no lançamento de satélites com órbitas circulares em torno da Terra. O satélite é levado até certa altitude e em seguida é acelerado com uma velocidade paralela à superfície terrestre, de modo que a força da gravidade somente altere a direção do seu movimento, sem aumentar ou diminuir a velocidade do satélite, mantendo-o em órbita.

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

MODERNA

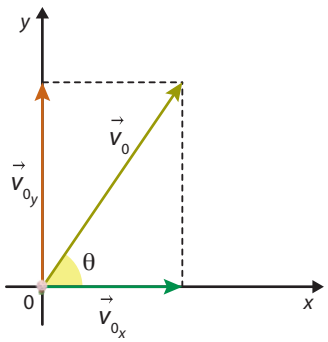
Acesse o simulador disponível em: <https://phet.colorado.edu/sims/html/projectile-motion/latest/projectile-motion_pt_BR.html>. Acesso em: 12 fev. 2020. Esse simulador explora o movimento de projéteis ao lançar diversos objetos, permitindo determinar como cada grandeza afeta sua trajetória, com ou sem resistência do ar.

Agora, imagine que um golfista acaba de realizar uma tacada e a bolinha é lançada com uma velocidade que faz um ângulo (θ) com a horizontal. Em seu deslocamento, essa bolinha faz uma trajetória parabólica, subindo e descendo na direção vertical, devido à força gravitacional, enquanto se desloca uniformemente na direção horizontal.



Representação dos vetores de velocidade e da trajetória da bola quando o jogador de golfe realiza uma tacada. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

ILUSTRAÇÕES: FÁBIO EIJI SIRASUMA



Representação dos vetores da velocidade. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

A velocidade inicial $(\vec{v}_0)$ da bola de golfe pode ser dividida em suas componentes vertical e horizontal, aplicando a trigonometria do triângulo retângulo. Assim, temos que:

$$v_{0_x} = v_0 \cdot \cos\theta \text{ e } v_{0_y} = v_0 \cdot \operatorname{sen}\theta$$

Como o movimento horizontal é uniforme, a posição do corpo nessa direção é dada por:

$$x = x_0 + v_x \cdot t \text{ ou } x = x_0 + (v_0 \cdot \cos\theta) \cdot t$$

Na vertical, a análise do movimento é feita a partir das relações do movimento acelerado, de modo que a velocidade é obtida por: $v_y = v_{0_y} - g \cdot t$.

Já as posições verticais são dadas pela relação: $y = y_0 + v_{0_y} \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2}$.

É importante perceber que no lançamento oblíquo, quando o projétil chega à altura máxima, sua velocidade na direção vertical é nula $(v_y = 0)$, pois ele parou de subir e começará a cair. Contudo, a velocidade horizontal se mantém $(v_x = \text{constante})$.

Caso a resistência do ar seja desprezada, o tempo de queda da altura máxima até a altura inicial de lançamento é igual ao intervalo de tempo de subida.

ATIVIDADE RESOLVIDA

R3 Após uma tacada realizada por um golfista, uma bolinha de golfe adquiriu uma velocidade de 40 m/s com direção de 30° em relação à horizontal. Nessas condições, qual distância a bolinha percorreu na horizontal? Considere:

- $\operatorname{sen} 30° = 0{,}5$; $\cos 30° \simeq 0{,}87$.

Resolução

As velocidades na horizontal e na vertical são dadas por:

$$v_x = v_0 \cdot \cos 30° \Rightarrow$$
$$\Rightarrow v_x = 40 \cdot 0{,}87$$
$$\therefore v_x = 34{,}8 \text{ m/s}$$

$$v_{0_y} = v_0 \cdot \operatorname{sen} 30° \Rightarrow$$
$$\Rightarrow v_{0_y} = 40 \cdot 0{,}5$$
$$\therefore v_{0_y} = 20 \text{ m/s}$$

Lembrando que, na altura máxima $(v_y = 0)$, o tempo de subida (t_s) da bolinha é:

$$v_y = v_{0_y} - g \cdot t \Rightarrow 0 = 20 - 10 \cdot t_s \therefore t_s = 2 \text{ s}$$

Como o tempo de queda é igual ao de subida, o tempo total de voo da bolinha é de 4 s, portanto, seu alcance é dado por:

$$x = v_x \cdot t \Rightarrow x = 34{,}8 \cdot 4 \therefore x = 139{,}2 \text{ m}$$

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

MODERNA

INVESTIGUE

Respostas e orientações no **Suplemento para o professor**.

Tempo de reação

Contextualização

Em algumas competições esportivas, como as provas de 100 m rasos, a agilidade é muito importante e pode definir o resultado da prova.

Na largada, um sinal sonoro indica o início da prova e os atletas só podem começar a correr após escutar esse sinal. Por isso, é importante que eles tenham um tempo de reação pequeno.

O tempo de reação de uma pessoa corresponde ao intervalo de tempo entre a recepção de um estímulo e o início da resposta do corpo. Esse estímulo pode ser auditivo, visual ou tátil.

Outra situação na qual o tempo de reação é fundamental é no trânsito, pois a rápida percepção de uma situação de perigo pode evitar acidentes.

a) Como você acha que poderíamos medir o tempo de reação de uma pessoa?

b) Por que há esse intervalo de tempo entre o recebimento de um estímulo e a resposta do corpo?

Orientações

Junte-se a um colega e, utilizando uma régua de 30 cm, encontrem uma maneira de investigar o tempo de reação de uma pessoa, tendo como base os conceitos da queda livre.

Elaborem um roteiro da investigação, contemplando as seguintes questões.

- Quais fatores influenciam na queda dos corpos?
- Que tipos de estímulo estão utilizando para medir o tempo de reação?
- Quantas vezes devemos repetir as medidas?
- O tempo de reação varia para diferentes horários do dia, para a mesma pessoa?

Executem a atividade de investigação procurando soluções para os possíveis problemas que surgirem. Durante a execução da atividade, registrem cada etapa por meio da gravação de um vídeo.

Análise e divulgação dos dados

O vídeo que vocês fizeram será utilizado para divulgar e compartilhar os procedimentos e resultados da atividade. É importante que insiram suas observações e conclusões no vídeo, bem como as respostas para as seguintes questões.

1. O movimento da régua pode ser considerado uma queda livre?
2. Como seu tempo de reação pode ser determinado?
3. Quais foram os maiores e os menores tempos de reação encontrados?
4. Qual é o tempo de reação médio para cada pessoa?
5. O tempo de reação muda para estímulos diferentes?

Apresente o vídeo produzido para os colegas de outros grupos ou turmas, reservando um tempo para responder a questões ou dúvidas que os colegas possam ter.

SIR TRAVEL A LOT/SHUTTERSTOCK

Atletas iniciando uma prova de 100 m rasos.

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

MODERNA

ATIVIDADES

Registre em seu caderno.

5. a) Verdadeira. Na altura máxima da trajetória, ocorre a inversão no sentido do movimento e a velocidade se anula.
b) Falsa. No lançamento vertical, os corpos estão sujeitos à ação da força gravitacional, portanto a aceleração é a da gravidade, e esta é constante durante todo o movimento.
c) Falsa. Durante a descida, o corpo também executa um MRUV, mas este é um MRUV acelerado.
d) Verdadeira. Desprezando a resistência do ar, o tempo de subida é igual ao tempo de descida, portanto o objeto atinge a posição inicial em 8 s.
e) Verdadeira. Como a aceleração é constante e os tempos de subida e descida são iguais, as velocidades em uma mesma posição têm o mesmo módulo, apenas os sentidos de movimento são diferentes.

1. **(Enem)** Ao soltar um martelo e uma pena na Lua em 1973, o astronauta David Scott confirmou que ambos atingiram juntos a superfície. O cientista italiano Galileu Galilei (1564-1642), um dos maiores pensadores de todos os tempos, previu que, se minimizarmos a resistência do ar, os corpos chegariam juntos à superfície.

OLIVEIRA, A. *A influência do olhar*. Disponível em: <https://cienciahoje.org.br/coluna/a-influencia-do-olhar/>. Acesso em: 9 abr. 2021. (adaptado).

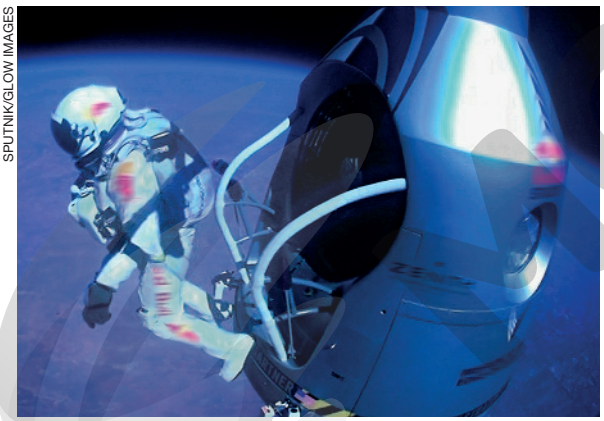
Na demonstração, o astronauta deixou cair em um mesmo instante e de uma mesma altura um martelo de 1,32 kg e uma pena de 30 g. Durante a queda no vácuo, esses objetos apresentam iguais

a) inércias.
b) impulsos.
c) trabalhos.
d) acelerações.
e) energias potenciais.

Alternativa **d**.

2. O paraquedista austríaco Felix Baumgartner, em 14 de outubro de 2012, saltou do limite superior da estratosfera, a cerca de 38 969 m de altitude. Do instante do salto até a abertura do paraquedas, o movimento durou 4 min 20 s, e a velocidade máxima, de 1 357,6 km/h, foi alcançada nos primeiros 50 s de queda, ultrapassando a velocidade do som, que é cerca de 1 224 km/h.

SPUTNIK/GLOW IMAGES

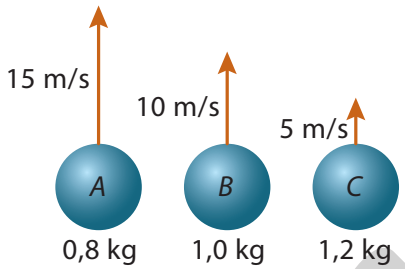


Felix Baumgartner em seu salto da estratosfera, em 14 de outubro de 2012.

Com base nas informações do salto e considerando que na estratosfera a gravidade é de aproximadamente 9,7 m/s^2, determine a velocidade do paraquedista após os primeiros 50 s de queda. O valor encontrado para a velocidade, baseando-se em seus cálculos, é igual ao valor atingido por Felix Baumgartner? Converse com os colegas e justifique.

3. Um atleta de salto ornamental abandona a plataforma de salto de 10 m em queda livre. Estime o tempo que esse atleta tem para realizar suas acrobacias e sua velocidade ao entrar na água. $v = 14{,}1$ m/s

4. Considere três esferas **A**, **B** e **C**, lançadas simultaneamente para cima, com os valores de velocidade indicados na figura.



RONALDO INÁCIO

Representações de esferas sendo lançadas simultaneamente. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

a) Qual(is) esfera(s) ainda está(ão) subindo após 1 s do lançamento? A esfera ***A***.

b) Ordene as esferas em sequência crescente, de acordo com os módulos das acelerações, após 1 s do lançamento. $a_A = a_B = a_C = g$

5. Sobre o lançamento vertical para cima, desprezando a resistência do ar, verifique quais alternativas são verdadeiras.

a) A velocidade é nula na posição mais alta da trajetória.
b) A aceleração é nula na posição mais alta da trajetória.
c) O corpo executa um MRUV retardado na subida e um MRU na descida.
d) Se um objeto atingiu a altura máxima no instante 4 s, ele ocupa novamente a posição inicial no instante 8 s.
e) O corpo voltará a ter o módulo da velocidade inicial quando retornar à posição inicial.

6. **(Enem)** Para medir o tempo de reação de uma pessoa, pode-se realizar a seguinte experiência:

I) Mantenha uma régua (com cerca de 30 cm) suspensa verticalmente, segurando-a pela extremidade superior, de modo que o zero da régua esteja situado na extremidade inferior.

II) A pessoa deve colocar os dedos de sua mão, em forma de pinça, próximos do zero da régua, sem tocá-la.

III) Sem aviso prévio, a pessoa que estiver segurando a régua deve soltá-la. A outra pessoa deve procurar segurá-la o mais rapidamente possível e observar a posição onde conseguiu segurar a régua, isto é, a distância que ela percorre durante a queda.

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

MODERNA

2. $v = 1\,746$ km/h. O valor obtido no cálculo é maior que o valor real atingido, pois no cálculo se considera um movimento de queda livre sob ação apenas da força da gravidade. Como no movimento real existe a resistência do ar, a velocidade realmente atingida é menor.

8. a) A única aceleração a que um objeto lançado está sujeito é a aceleração gravitacional, que atua verticalmente. Assim, a horizontal não é composta por aceleração, portanto a componente horizontal da velocidade não sofrerá variação, ao passo que a componente vertical apresentará variação.

O quadro seguinte mostra a posição em que três pessoas conseguiram segurar a régua e os respectivos tempos de reação.

Distância percorrida pela régua durante a queda (metro)	Tempo de reação (segundo)
0,30	0,24
0,15	0,17
0,10	0,14

A distância percorrida pela régua aumenta mais rapidamente que o tempo de reação porque a

a) energia mecânica da régua aumenta, o que a faz cair mais rápido.

b) resistência do ar aumenta, o que faz a régua cair com menor velocidade.

c) aceleração de queda da régua varia, o que provoca um movimento acelerado.

d) força peso da régua tem valor constante, o que gera um movimento acelerado.

e) velocidade da régua é constante, o que provoca uma passagem linear de tempo.

Alternativa **d**.

7. **(Uerj)** Uma ave marinha costuma mergulhar de uma altura de 20 m para buscar alimento no mar. Suponha que um desses mergulhos tenha sido feito em sentido vertical, a partir do repouso e exclusivamente sob a ação da força da gravidade.

Desprezando-se as forças de atrito e de resistência do ar, a ave chegará à superfície do mar a uma velocidade, em m/s, aproximadamente igual a:

a) 20

b) 40

c) 60

d) 80

Alternativa **a**.

8. b) O tempo de queda é dependente apenas da altura. Sendo assim, mesmo que a velocidade inicial horizontal seja diferente, se iniciarem o movimento de uma mesma altura, os tempos de queda serão iguais. Além da dependência da altura, o tempo de queda se relaciona com a velocidade inicial apenas vertical.

8. Converse com os colegas e responda:

a) Em um lançamento horizontal, por que a componente vertical da velocidade varia com o tempo, enquanto a componente horizontal permanece constante?

b) Se dois objetos são lançados horizontalmente com velocidades iniciais diferentes e de uma mesma altura, os tempos de queda serão diferentes? Como o tempo de queda se relaciona com a velocidade inicial?

9. Considerando um objeto lançado obliquamente em uma região onde possa ser desconsiderada a resistência do ar e que g seja a aceleração gravitacional local, julgue as afirmativas a seguir, corrigindo as falsas.

I) O movimento descrito na horizontal é acelerado, cuja aceleração possui módulo de aproximadamente 9,8 m/s^2.

II) Considerando que o objeto atinge a altura máxima H, o tempo total de voo pode ser determinado pela expressão $t = 2 \cdot \sqrt{\frac{2H}{g}}$.

III) Sendo x o alcance horizontal máximo, pode ser determinado pela equação $x = g \cdot t^2$.

IV) Tem-se que o vetor velocidade no ponto de altura máxima é nulo.

10. *Hole in one* é uma jogada de golfe na qual o golfista acerta a bola no buraco em apenas uma tacada. Suponha que um atleta está a uma distância horizontal de 200 m do buraco, lançando a bola com uma velocidade inicial de 50 m/s na direção 30° acima da horizontal. Desprezando a resistência do ar, verifique se é possível o atleta realizar um *hole in one*.

Considere $g = 10$ m/s^2, sen 30° = 0,50 e cos 30° = 0,87.

A bola de golfe toca o solo após o buraco distante a 200 m, não havendo possibilidade de a jogada *hole in one* ocorrer.

11. A imagem a seguir representa um corpo abandonado em queda livre ($v_0 = 0$) no instante $t_0 = 0$, em um local onde a aceleração da gravidade pode ser considerada 10 m/s^2.

FABIO EIJI SIRASUMA

Representação de um objeto em queda livre. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

a) Considerando que o referencial adotado vertical tem sentido para baixo, que a posição inicial é $y_0 = 0$ e que a posição final corresponde aos braços da garota $y = 3{,}2$ m, de forma que as posições aumentem durante a queda, determine a função horária das velocidades e a função horária das posições, para este movimento.

$v = 10 \cdot t$ e $y = 5 \cdot t^2$

b) Agora, complete um quadro como o mostrado abaixo, apresentando a velocidade e a posição do objeto em queda, para os tempos indicados na primeira coluna.

Para $t = 0$, $v = 0$ e $y = 0$; $t = 0{,}4$ s, $v = 4$ m/s e $y = 0{,}8$ m; $t = 0{,}8$ s, $v = 8$ m/s e $y = 3{,}2$ m.

t (s)	v (m/s)	y (m)
0		
0,4		
0,8		

9. I. Falsa. O movimento horizontal do objeto é classificado como uniforme, ou seja, aceleração nula.
II. Verdadeira.
III. Falsa. O movimento horizontal, por ser um movimento uniforme, possui a equação horária da posição de primeiro grau e com aceleração nula.
IV. Falsa. Na altura máxima, apenas a componente vertical da velocidade é nula, sendo o vetor velocidade igual a sua componente horizontal.

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

MODERNA

CAPÍTULO

3

1. O objetivo desta questão é levar os estudantes a refletir sobre o assunto e reconhecer que a Terra, ainda hoje, continua em transformação. Eles podem comentar que a atividade vulcânica, a movimentação das placas tectônicas, a interação dos seres vivos com os componentes abióticos dos ambientes e a existência de ciclos (hidrológico, da vida e biogeoquímicos, por exemplo) são alguns dos eventos que constantemente modificam os ambientes terrestres e seus componentes.

A vida na Terra

2. O objetivo desta questão é fazer os estudantes refletirem sobre as condições essenciais à existência das diferentes formas de vida na Terra. Espera-se que eles comentem que essas condições são variáveis. Existem seres vivos, por exemplo, que vivem em ambientes com condições consideradas extremas para outras espécies, como os humanos.

1. Em sua opinião, atualmente, a Terra continua em transformação? Justifique sua resposta.

2. Todas as formas de vida na Terra necessitam das mesmas condições ambientais para sua existência? Justifique.

Terra em transformação

A Terra se formou há cerca de 4,6 bilhões de anos, a partir de poeira estelar, durante a formação do Sistema Solar. Ao longo do tempo, o planeta sofreu diversas modificações, até adquirir as características atuais. Veja algumas delas a seguir.

Oriente os estudantes a observar as imagens, lendo suas informações correspondentes, seguindo a ordem numérica crescente, de **1** a **6**.

Imagens sem proporção. Cores-fantasia.

1

4,6 – 4 bilhões de anos atrás

A Terra era um ambiente com intensa atividade vulcânica e rios de lava, além de ser alvo de inúmeros meteoritos. As altas temperaturas causaram o derretimento do material que constituía o planeta, dando início à diferenciação das camadas (crosta, manto e núcleo). Ao longo do tempo, essa diferenciação, associada aos movimentos da Terra e de convecção do material condutor que compõe parte do seu núcleo externo, gerou o campo magnético terrestre.

As porções da crosta terrestre não eram estáveis, sendo constantemente derretidas. Nesse ambiente, gases se desprenderam do manto e se acumularam ao redor da Terra por ação da gravidade, dando origem à atmosfera primordial.

2

2,8 – 2,2 bilhões de anos atrás

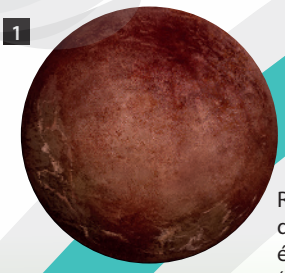
O bombardeamento da Terra por meteoritos se tornou menos frequente, possibilitando a manutenção de pequenas porções da crosta terrestre, similares a ilhas vulcânicas.

A atmosfera era rica em gases, como o carbônico (CO_2) e o metano (CH_4), sendo o gás oxigênio (O_2) quase inexistente. O volume de água líquida aumentou, formando um grande oceano, onde surgiram os primeiros seres vivos, responsáveis por adicionar gás oxigênio à água por meio da fotossíntese. Com o passar do tempo, esse gás foi incorporado à atmosfera terrestre, possibilitando o surgimento de organismos aeróbios, por exemplo.

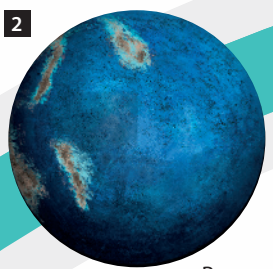
3

900 milhões de anos atrás

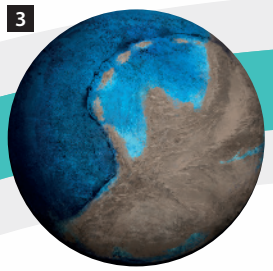
Nesse período, havia um supercontinente conhecido como Rodínia, que abrangia quase todas as porções continentais. Seu rompimento, há cerca de 800 milhões de anos, levou à absorção de gás carbônico. A redução da concentração desse gás na atmosfera prejudicou drasticamente o efeito estufa natural, tornando o clima terrestre extremamente frio.



Representação da Terra durante éon Hadeano (4,6 – 4 bilhões de anos).



Representação da Terra no final do período Arqueano (4 – 2,5 bilhões de anos) e no início do Proterozoico (2500 – 542 milhões de anos).



Representação do supercontinente Rodínia.

ILUSTRAÇÕES: ALEXANDRE DE SOUZA

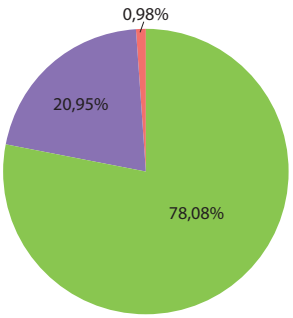
MODERNA

As alterações pelas quais a Terra passou ao longo de bilhões de anos possibilitaram o desenvolvimento de condições adequadas ao surgimento e à diversificação da vida no planeta. A seguir, estudaremos algumas das condições essenciais para a existência da maioria das diferentes formas de vida que conhecemos atualmente.

Atmosfera terrestre

As transformações pelas quais a Terra passou desde sua origem possibilitaram a formação da atmosfera terrestre. Ao longo do tempo, a composição e a espessura dessa camada de ar foram se alterando e adquiriram características essenciais a diversas formas de vida. Além disso, muitos dos componentes da atmosfera terrestre são essenciais aos seres vivos e são incorporados por eles ao longo do ciclo da vida.

COMPOSIÇÃO DA ATMOSFERA TERRESTRE ATUAL*



CARLOS BORIN

Fonte: WILLIAMS, D. R. Earth Fact Sheet. *Nasa*, 2 abr. 2020. Disponível em: <https://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/earthfact.html>. Acesso em: 14 abr. 2020.

O **gás oxigênio** (O_2) é essencial para o crescimento e o desenvolvimento de muitos seres vivos.

Entre os outros gases, podemos destacar o **gás carbônico** (CO_2), que é essencial à fotossíntese. O carbono (C) é um dos principais componentes das moléculas orgânicas. Além do CO_2, podemos citar argônio (Ar); neônio (Ne); hélio (He); criptônio (Kr); xenônio (Xe); gás hidrogênio (H_2); óxido nitroso (N_2O); monóxido de carbono (CO); dióxido de nitrogênio (NO_2); dióxido de enxofre (SO_2); ozônio (O_3); e vapor de água (H_2O).

O **gás nitrogênio** (N_2) é o mais abundante no ar atmosférico. O nitrogênio (N) é um dos componentes das moléculas de proteínas e do material genético dos seres vivos.

*Essa composição refere-se à da troposfera, camada mais próxima da superfície terrestre e na qual vivemos. Os valores das porcentagens não somam exatamente 100% devido a arredondamentos e incertezas. A quantidade de água é bastante variável, mas geralmente corresponde a 1%.

3. A existência da vida na Terra, como a conhecemos, seria possível se não houvesse a atmosfera?

O objetivo desta questão é levantar os conhecimentos prévios dos estudantes a respeito da importância da atmosfera terrestre e de seus gases para a vida na Terra, inclusive a dos seres humanos.

4

800 – 550 milhões de anos atrás

Ao final desse período, todas as regiões da Terra eram cobertas por gelo. Provavelmente, os movimentos tectônicos mantiveram uma intensa atividade vulcânica na Terra, responsável por liberar gás carbônico. Esse gás se acumulou na atmosfera, favorecendo o efeito estufa e, consequentemente, aumentando a temperatura do planeta ao longo do tempo.

5

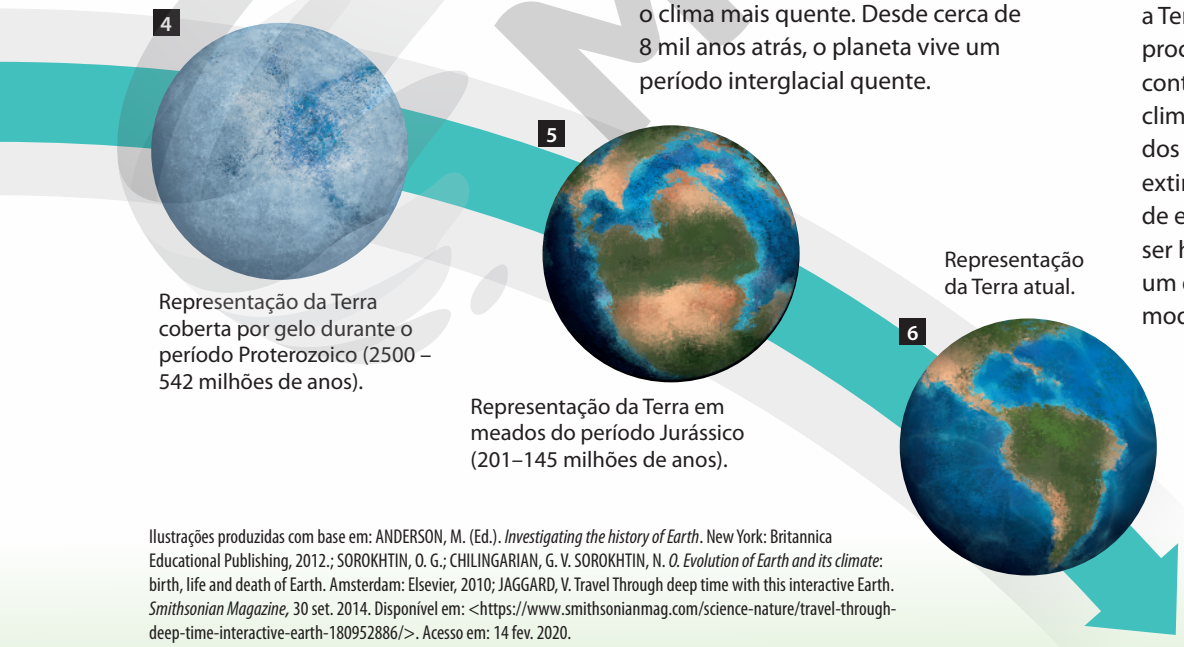
170 milhões – 8 mil anos atrás

Os seres vivos ocupavam os ambientes aquáticos e terrestres e o supercontinente Pangea se separou em duas massas continentais: Laurásia e Gondwana. Como havia intensa atividade vulcânica nas bordas das placas tectônicas, o ar ficou rico em gás carbônico, tornando o clima mais quente. Desde cerca de 8 mil anos atrás, o planeta vive um período interglacial quente.

6

Atualmente

As calotas polares estão concentradas nos polos e há grande diversidade de climas no planeta. Ao longo de sua evolução, a Terra sofreu diversos processos de reorganização continental, mudanças climáticas, alterações no nível dos oceanos e eventos de extinção e de diversificação de espécies. Atualmente, o ser humano é considerado um dos principais agentes modificadores do planeta.



Representação da Terra coberta por gelo durante o período Proterozoico (2500 – 542 milhões de anos).

Representação da Terra em meados do período Jurássico (201–145 milhões de anos).

Representação da Terra atual.

Ilustrações produzidas com base em: ANDERSON, M. (Ed.). *Investigating the history of Earth*. New York: Britannica Educational Publishing, 2012.; SOROKHTIN, O. G.; CHILINGARIAN, G. V. SOROKHTIN, N. *O. Evolution of Earth and its climate*: birth, life and death of Earth. Amsterdam: Elsevier, 2010; JAGGARD, V. Travel Through deep time with this interactive Earth. *Smithsonian Magazine*, 30 set. 2014. Disponível em: <https://www.smithsonianmag.com/science-nature/travel-through-deep-time-interactive-earth-180952886/>. Acesso em: 14 fev. 2020.

MODERNA

4. O objetivo desta questão é levar os estudantes a refletir sobre a relação dos componentes bióticos e abióticos dos ambientes. Espera-se que eles comentem que essa interação com a atmosfera da Terra pode ocorrer de diferentes maneiras, como por meio da respiração de alguns seres vivos, da realização da fotossíntese e da transpiração.

Seres vivos, atmosfera e outros compartimentos da Terra estão constantemente interagindo uns com os outros. Sendo assim, a composição da atmosfera terrestre pode interferir nos seres vivos, e vice-versa.

A camada de ar em torno da Terra desempenha outros papéis essenciais à vida terrestre. Veja a seguir.

A manutenção da temperatura média da Terra também está relacionada à atmosfera terrestre. Os chamados gases de efeito estufa, como o CO_2, absorvem e retêm parte do calor que seria dissipado para o espaço, auxiliando a manter a temperatura média terrestre relativamente constante e adequada a diversas formas de vida.

É na atmosfera, mais especificamente na **troposfera**, que ocorre a maioria dos fenômenos relacionados ao clima e essenciais à manutenção dos ecossistemas e da vida na Terra, como é o caso das chuvas. Nessa camada atmosférica, observa-se a maior concentração de vapor de água, favorecendo a formação de nuvens e, consequentemente, de chuvas.

RAFAEL BRENDLI TOZETTI/SHUTTERSTOCK

Chuva no município de São Paulo (2019).

A atmosfera da Terra atua como um escudo, protegendo o planeta contra corpos celestes que vagueiam no espaço, como os meteoroides. Ao atingir essa camada de ar, esses fragmentos de rocha reduzem seu tamanho ou se desintegram por completo, devido ao atrito com o ar. Esse atrito faz com que esses corpos entrem em combustão, principalmente na região da **mesosfera**, quando passam a ser chamados meteoros ou, popularmente, estrelas cadentes e podem ser vistos da superfície da Terra.

ALAN DYER/VWPICS/ALAMY/FOTOARENA

Chuva de meteoros vista no céu em um município do Canadá (2018).

4. Como os seres vivos podem interferir, de modo natural, na composição da atmosfera terrestre?

5. A atmosfera é uma camada de ar uniforme, que desempenha os mesmos papéis ao longo de toda sua extensão? Justifique.

5. O objetivo desta questão é que os estudantes reflitam sobre as camadas da atmosfera terrestre. Espera-se que eles comentem que a atmosfera terrestre não é homogênea. Ela apresenta diferentes camadas, com composição variada e que desempenham diferentes papéis. Comente com os estudantes que a porção da atmosfera com coloração amarelo/alaranjado corresponde à troposfera e a coloração rosa/branco corresponde à estratosfera.

Na **estratosfera** existe uma região rica em gás ozônio, a qual atua como um filtro, absorvendo e retendo parte da radiação ultravioleta proveniente do Sol. Como resultado, essa radiação atinge a superfície terrestre com menor intensidade e os seres vivos são protegidos da ação nociva dessa radiação.

Parte da atmosfera terrestre observada da Estação Espacial Internacional. As diferentes colorações que aparecem na imagem estão relacionadas à interação da luz solar com os diferentes componentes das camadas atmosféricas.

INTERNATIONAL SPACE STATION/NASA

superfície da Terra

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

Água

Diariamente, você fornece água a seu corpo, seja por meio da ingestão direta dessa substância, seja pela ingestão de alimentos, por exemplo. Embora possa não estar atento a essa ação diária, ela é essencial para o funcionamento adequado de seu organismo.

VYSTEK IMAGES/SHUTTERSTOCK

Pessoa ingerindo água potável.

6. Qual é a importância da ingestão diária de água e em quantidade adequada?

7. Qual é a importância da ingestão de água potável?

Espera-se que os estudantes comentem que a água potável é essencial para a manutenção da saúde, uma vez que apresenta condições adequadas de consumo (livre de patógenos e outros elementos prejudiciais).

A água é essencial para todas as formas de vida, desde as formadas por uma única célula até os grandes organismos pluricelulares. Essa substância apresenta algumas características únicas e desempenha papéis essenciais nos organismos. Sua quantidade, no entanto, é variável entre os organismos e deve ser mantida em níveis adequados.

A manutenção da quantidade adequada de água no corpo é tão importante, que, no caso dos seres humanos, por exemplo, o próprio organismo apresenta mecanismos que eliminam o excesso de água e que sinalizam a necessidade de ingestão dessa substância, como a sensação de sede.

Imagens sem proporção.

ROBERT_S/SHUTTERSTOCK

Planeta Terra visto do espaço. Atualmente, cerca de 70% da superfície da Terra é coberta por água. Desse volume, cerca de 97,5% correspondem à água salgada.

Registre em seu caderno.

Trocando ideias

Resposta e orientações no **Suplemento para o professor**.

A água existe em grande quantidade na Terra. No entanto, é preciso usá-la de modo consciente.

- Junte-se a um colega e elaborem argumentos que justifiquem a importância de utilizarmos a água de modo consciente. Sugiram também atitudes que ajudam no consumo consciente da água.

6. Espera-se que eles comentem que a ingestão de água é essencial para manter o corpo hidratado, condição fundamental para o funcionamento adequado do organismo, tendo em vista sua importância nas atividades celulares, em reações químicas, na manutenção de temperatura, auxiliando na eliminação de substâncias tóxicas por meio da urina e do suor, auxiliando na absorção de nutrientes, bem como no transporte desses nutrientes pela corrente sanguínea para todas as partes do corpo.

A vida se originou e se mantém graças a uma série de processos químicos que ocorrem por intermédio da água. Até o momento, não há nenhuma outra molécula conhecida que desempenhe papéis semelhantes ao da água, os quais estão diretamente relacionados com a estrutura única dessa molécula.

A água é considerada solvente universal, pois é capaz de dissolver solutos variados. Essa característica possibilita que ela atue no transporte de diferentes materiais no organismo, como nutrientes, gases e resíduos gerados nas células. Também é o meio no qual ocorrem diversas reações químicas. Além disso, participa da síntese de algumas moléculas, como nutrientes, enzimas e hormônios.

Outra característica da água é que ela libera e absorve calor lentamente,* quando comparado com outras moléculas. Assim, para que sua temperatura seja alterada, é necessário que receba ou libere grande quantidade de calor. Essa característica auxilia no controle da temperatura corporal de alguns seres vivos,** mantendo-a adequada, independentemente da temperatura ambiente. Isso também possibilita que a temperatura no interior das células se mantenha relativamente constante, favorecendo a ocorrência de diferentes reações químicas.

!

Em uma solução, ou seja, em uma mistura do tipo homogênea, o líquido no qual se dissolve uma ou mais substâncias é chamado solvente. Já o material que é dissolvido no solvente e que se apresenta em menor quantidade na solução é o soluto.

*A água apresenta um calor específico elevado, ou seja, necessita de grande quantidade de energia para alterar em 1 °C a quantidade de 1 g de água.

**Esses seres vivos são os chamados endotérmicos, os quais são capazes de controlar sua temperatura corporal.

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

8. O objetivo desta questão é levantar os conhecimentos prévios dos estudantes a respeito da importância do Sol para a vida na Terra. Espera-se que eles respondam que o planeta seria muito frio, não haveria luminosidade e, provavelmente, nem as formas de vida que conhecemos atualmente. Nesse caso, a água líquida não estaria mais disponível e os seres vivos fotossintetizantes não realizariam mais fotossíntese. Como resultado, não seria possível a atual diversidade de vida terrestre.

Luz solar

Leia o trecho da reportagem a seguir.

O que acontecerá quando o Sol morrer?

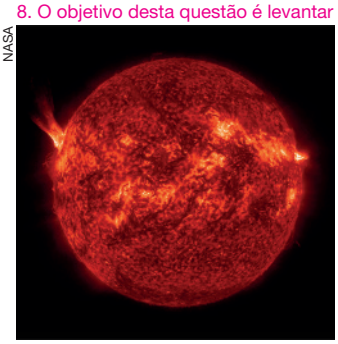
[...]

Quando o hidrogênio acabar, começará a queimar o próximo elemento, que é o hélio, e será aí que estaremos de fato no final da vida da estrela. Mas para isso acontecer ainda faltam cerca de 5 bilhões de anos. A fase atual é chamada de sequência principal e terminará quando o hidrogênio acabar. Depois, entrará na fase chamada de gigante vermelha, que será quando começará a queimar hélio.

[...]

CARBONELL, A. O. O que acontecerá quando o Sol morrer? *El País*, 2 out. 2019. Disponível em: <https://brasil.elpais.com/brasil/2019/09/30/ciencia/1569831387_907062.html>. Acesso em: 14 abr. 2020.

NASA



Sol visto do espaço.

8. Como você responderia à questão sugerida no título da manchete ao lado?

9. Qual é a importância da fotossíntese para os seres vivos heterotróficos?

O Sol é a estrela do Sistema Solar, fornecendo luz e calor. Graças à composição e à concentração dos gases atmosféricos da Terra, parte desse calor é retido por meio do efeito estufa natural, mantendo a temperatura média terrestre em torno de 15 °C. Essa temperatura é adequada à maior parte dos seres vivos e possibilita, por exemplo, que a água seja encontrada em estado líquido na Terra.

Além das importâncias citadas acima, a energia proveniente do Sol é utilizada em um processo essencial à vida na Terra, a fotossíntese. Em determinado momento da evolução do planeta, seres vivos microscópicos começaram a utilizar a energia dos raios solares para transformar moléculas mais simples, como gás carbônico e água, em moléculas mais complexas, como glicose ($C_6H_{12}O_6$), por meio da fotossíntese.

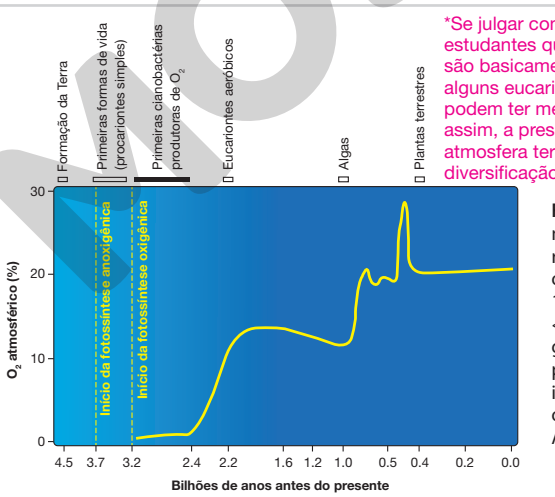
A fixação do gás carbônico e a produção e liberação do gás oxigênio realizadas pelos organismos fotossintetizantes alteraram a composição da atmosfera terrestre ao longo do tempo. Observe o gráfico abaixo.

GERD GUENTHER/SPL/FOTOARENA

Micrografia de cianobactérias *Aphanothece* sp. em microscópio óptico. Aumento aproximado: 980 vezes. Cores artificiais. As cianobactérias foram as primeiras formas de vida a realizar a fotossíntese na Terra.

9. Espera-se que os estudantes comentem que a fotossíntese possibilita que a energia proveniente do Sol seja fixada e transferida, por meio da alimentação, aos seres vivos heterotróficos, uma vez que estes não conseguem absorver nem utilizar diretamente a energia da luz solar. Dessa maneira, a fotossíntese é um dos processos que mantêm a base das pirâmides alimentares.

CONCENTRAÇÃO ATMOSFÉRICA DE O_2 AO LONGO DA HISTÓRIA EVOLUTIVA DA TERRA



*Se julgar conveniente, comente com os estudantes que os seres vivos anaeróbios são basicamente bactérias e arqueas, mas alguns eucariontes, incluindo multicelulares, podem ter metabolismo anaeróbico. Sendo assim, a presença do gás oxigênio na atmosfera terrestre foi essencial para a diversificação das formas de vida na Terra.

Fonte: RENSTROM, J. How manganese played a pivotal role in photosynthesis and oxidation protection. *Nasa*, 11 abr. 2019. Disponível em: <https://astrobiology.nasa.gov/news/how-manganese-played-a-pivotal-role-in-photosynthesis-and-oxidation-protection/>. Acesso em: 14 abr. 2020.

CARLOS BORIN

O valor 0,0 indicado no eixo X do gráfico representa o tempo presente.

A presença de gás oxigênio na atmosfera possibilitou o desenvolvimento de outras formas de vida que utilizam esse gás para obter energia, os chamados organismos aeróbios*.

Os seres vivos fotossintetizantes são os únicos capazes de utilizar a energia da luz solar. Essa capacidade é essencial para diversas outras formas de vida, como os seres humanos. Isso porque, graças à fotossíntese, a energia da luz solar, armazenada em moléculas orgânicas como a glicose, pode ser transferida e utilizada por outros seres vivos. Essa transferência de energia ocorre por meio da alimentação.

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

MODERNA

INVESTIGUE

Respostas e orientações no **Suplemento para o professor**.

Piscicultura

Contextualização

A piscicultura é uma atividade econômica alternativa à pesca em rios e mares. Ela consiste na criação sustentável de peixes em tanques, o que contribui com a redução da retirada desses animais do ambiente, por meio da pesca, e garante alimento de qualidade à população.

A piscicultura é uma atividade que requer baixo investimento e é de fácil manutenção. Entretanto, algumas condições favorecem a proliferação excessiva de plantas aquáticas em tanques de piscicultura, prejudicando a qualidade da água, a saúde dos animais, bem como a produção.

ALF RIBEIRO/SHUTTERSTOCK

Tanques de piscicultura no município de Rolândia, Paraná (2013).

a) Que condições podem favorecer a proliferação dessas plantas nos tanques de piscicultura?

b) De que maneira a luminosidade natural (luz solar) pode influenciar a proliferação de plantas aquáticas?

c) De que maneira as plantas aquáticas podem ser benéficas para os peixes em um tanque de piscicultura? E como podem ser prejudiciais a eles?

Orientações

Junte-se a cinco colegas e elaborem uma maneira de investigar as respostas que vocês deram às questões anteriores. Para isso, produzam um roteiro da investigação, contemplando as questões a seguir.

- Qual é o objetivo da investigação?
- Como faremos essa investigação?
- Quais materiais podem ser utilizados na investigação?
- Quais componentes precisam estar presentes na água para as plantas aquáticas produzirem o próprio alimento? Como podemos adicioná-los à água?
- Que cuidados devemos ter durante a investigação?
- Em que local devemos realizar a investigação?
- De que maneira vamos organizar os dados observados?

Executem essa investigação propondo soluções para os possíveis problemas que surgirem durante a realização das etapas, as quais deverão ser registradas por meio de um vídeo.

Análise e divulgação dos dados

O vídeo produzido por vocês será utilizado para divulgar as etapas e os resultados do experimento, a fim de que outras pessoas consigam reproduzir cada etapa da investigação. Por essa razão, adicionem ao vídeo as explicações a respeito dos questionamentos sugeridos, das etapas do experimento, algumas dicas e as conclusões a que chegaram após analisar os resultados obtidos, por exemplo. Além disso, adicionem ao vídeo as informações referentes aos questionamentos sugeridos a seguir.

1. Avalie as respostas que vocês deram às questões propostas no início da seção com base nos resultados que vocês observaram, complementando-as ou corrigindo-as, se necessário.
2. Como vocês explicam os resultados obtidos nesse experimento?
3. O que vocês concluíram com relação à influência da luminosidade natural no desenvolvimento das plantas aquáticas no tanque de piscicultura?
4. A disponibilidade de gases dissolvidos na água também pode influenciar o desenvolvimento de plantas aquáticas no tanque de piscicultura? Em caso afirmativo, de que maneira?
5. Cite algumas medidas que podem ser tomadas para evitar a proliferação excessiva de plantas aquáticas em um tanque de piscicultura.

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

MODERNA

ATIVIDADES

1. a) Espera-se que os estudantes respondam que o estudo da Lua pode auxiliar na compreensão da Terra primitiva, porque, de acordo com hipóteses, o satélite teria se formado a partir de fragmentos da Terra, ejetados no espaço após a colisão de um planeta do tamanho de Marte com o nosso. Esses registros da Terra foram preservados ao longo do tempo na Lua, tornando-a uma fonte de informação a respeito da Terra primitiva.

Registre em seu caderno.

Respostas da questão **3** no **Suplemento para o professor**.

1. Leia o trecho do texto abaixo e responda às questões propostas.

[...]

Segundo a hipótese mais aceita, a Lua teria se formado a partir do material ejetado quando um corpo celeste com o tamanho de Marte colidiu com a Terra primitiva. [...]

"Estudar a Lua é importante porque o satélite natural é como se fosse um registro da Terra congelado no tempo, já que muito do que existiu aqui há bilhões de anos foi preservado lá pela inexistência das dinâmicas internas do astro" [...]

FREIRE, D. A idade da Lua. *Pesquisa Fapesp*, 29 jul. 2019. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/a-idade-da-lua/>. Acesso em: 14 abr. 2020.

a) De acordo com o trecho do texto, por que o estudo da Lua pode contribuir para conhecermos a história da Terra primitiva?

b) Cite as principais condições necessárias para o planeta Terra abrigar vida como a conhecemos.

Espera-se que os estudantes citem algumas condições, como a presença da atmosfera e dos gases que a compõem, por exemplo, o nitrogênio, o oxigênio, o carbônico e o vapor de água, a presença da água líquida e a incidência da luz solar.

2. Leia a tirinha a seguir.

BECK, A. *Armandinho três*. Florianópolis: A. C. Beck, 2014. p. 46.

a) Explique, com suas palavras, a afirmação do pai do personagem Armandinho.

b) Junte-se a um colega e conversem sobre a afirmação de Armandinho e como ela pode ser relacionado com o previsto em documentos oficiais, como o Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA) e o Estatuto da Juventude. Para isso, façam um estudo sobre esses documentos.

Competidores da Maratona das Areias, no deserto Ica, Peru (2019).

MARTIN BUREAU/AFP

3. A Maratona das Areias (em francês, *Marathon des Sables*) é um evento que ocorre, anualmente, desde 1986. Sua criação foi motivada depois que Patrick Bauer atravessou a pé e sozinho 350 km no Deserto do Saara, no continente africano, em 1984. Nessa maratona, os atletas percorrem cerca de 250 km no deserto, onde as condições ambientais são bastante adversas. Cada participante deve carregar sua comida, o saco de dormir e outros materiais necessários, bem como ingerir de 10 a 12 litros de água por dia.

a) Qual(is) é(são) o(s) principal(is) componente(s) inorgânico(s) celular(es) que pode(m) ter sua quantidade modificada no corpo humano durante a realização dessa maratona? Por quê?

b) O consumo diário de água recomendado para uma pessoa varia e depende de vários fatores. Por que os participantes dessa maratona recebem maiores quantidades de água para beber?

c) Qual é o principal problema de saúde relacionado à quantidade de água no corpo que os atletas dessa prova estão propensos a desenvolver? Faça uma pesquisa sobre os principais sintomas que são observados nas pessoas nessa situação.

d) O que é esperado que ocorra com a temperatura corporal de uma pessoa quando esta apresenta o problema que você citou no item **c** e fica exposta a elevadas temperaturas sem ingerir água? Por quê?

2. a) Espera-se que os estudantes comentem que a água é essencial à vida, pois serve de meio e participa de inúmeras reações químicas, é um solvente universal e atua no controle da temperatura corpórea de alguns animais, por exemplo.

2. b) Espera-se que os estudantes comentem que, assim como Armandinho afirmou que o amor é essencial à vida, esses documentos preveem que crianças, adolescentes e jovens têm direito a todas as formas de amor, que se manifestam como cuidado, direito à convivência familiar e direito à saúde.

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

Respostas das questões **5** e **6** no **Suplemento para o professor**.

4. **(Enem)** A água é um dos componentes mais importantes das células. A tabela abaixo mostra como a quantidade de água varia em seres humanos, dependendo do tipo de célula. Em média, a água corresponde a 70% da composição química de um indivíduo normal.

Tipo de célula	Quantidade de água
Tecido nervoso – substância cinzenta	85%
Tecido nervoso – substância branca	70%
Medula óssea	75%
Tecido conjuntivo	60%
Tecido adiposo	15%
Hemácias	65%
Ossos (sem medula)	20%

(Fonte: L.C. Junqueira e J. Carneiro. *Histologia Básica*. 8. ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1985.)

Durante uma biópsia, uma amostra de tecido foi isolada para análise em um laboratório. Enquanto intacta, essa amostra pesava 200 mg. Após secagem em estufa, quando se retirou toda a água do tecido, a amostra passou a pesar 80 mg. Baseado na tabela, pode-se afirmar que essa é uma amostra de

a) tecido nervoso – substância cinzenta.

b) tecido nervoso – substância branca.

c) hemácias.

d) tecido conjuntivo.

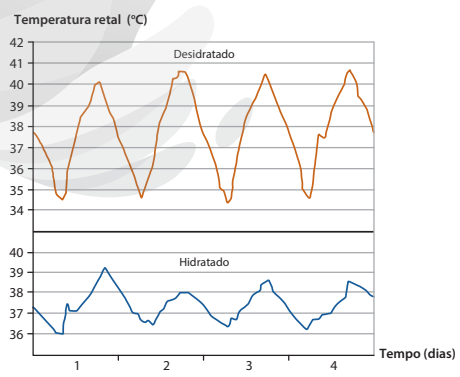
e) tecido adiposo.

Alternativa **d**.

5. O gráfico abaixo apresenta as temperaturas corpóreas observadas em dois camelos: um hidratado e outro com privação de água, em estado de desidratação. Analise os dados desse gráfico e responda às questões que seguem.

TEMPERATURA CORPÓREA DE UM CAMELO EM RELAÇÃO A SUA TAXA DE HIDRATAÇÃO

CARLOS BORIN



Fonte: SCHMIDT-NIELSEN, K. Regulação da temperatura. In: SCHMIDT-NIELSEN, K. *Fisiologia animal*: adaptações e meio ambiente. 5. ed. São Paulo: Editora Santos, 2002. p. 273.

a) O que você pode concluir observando esse gráfico?

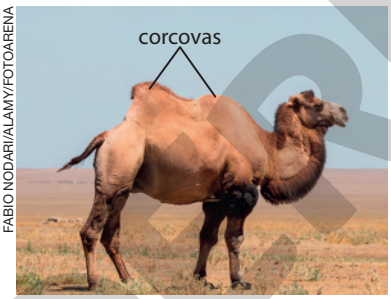
b) Qual foi a maior variação diária de temperatura corpórea observada para o animal hidratado? E para o animal desidratado?

c) A quantidade de água no organismo e a variação da temperatura corpórea são diretamente proporcionais ou inversamente proporcionais? Justifique sua resposta.

d) Como o estado de hidratação do animal pode interferir em sua temperatura corpórea?

e) As corcovas são estruturas localizadas no dorso dos camelos e que armazenam gordura. Essas estruturas ajudam a evitar o aumento da temperatura corporal em ambientes com temperatura elevada, ao mesmo tempo em que são essenciais para os animais durante períodos de escassez de alimento. Explique com suas palavras como as corcovas desempenham esses papéis. Se necessário, faça uma pesquisa.

FABIO NODARI/ALAMY/FOTOARENA



Camelo-bactriano (*Camelus bactrianus*), no Cazaquistão, Ásia (2019). As corcovas, nas quais é armazenada gordura, localizam-se no dorso do animal. Essa espécie pode atingir aproximadamente 2,5 m de comprimento.

6. Leia o trecho do texto a seguir e responda às questões.

[...]

A origem dos oceanos está intimamente ligada à formação da atmosfera e ao resfriamento do planeta e formação da litosfera. É da atmosfera que veio pelo menos 50% da água que preenche as bacias oceânicas (acredita-se que outros 50% têm origem em meteoritos). [...]

Origem dos Oceanos. *Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo*. Disponível em: <http://www.io.usp.br/index.php/avisos/graduacao/45-portugues/publicacoes/series-divulgacao/os-oceanos/808-origem-dos-oceanos>. Acesso em: 14 abr. 2020.

a) Explique, com suas palavras, como é possível estabelecer uma relação entre atmosfera terrestre e a formação de oceanos.

b) Em sua opinião, a inexistência da atmosfera impossibilitaria a existência de vida na Terra? Justifique sua resposta.

c) Durante os primeiros 2 bilhões de anos da formação do Sistema Solar, a Terra era um ambiente inóspito, constantemente bombardeado por corpos rochosos, como os meteoritos. Embora fosse um ambiente não favorável à vida, por que podemos afirmar que esses eventos foram essenciais para que as diferentes formas de vida surgissem na Terra após bilhões de anos?

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

MODERNA

Incentive os estudantes a conversar sobre as questões propostas, refletindo sobre cada uma delas e trocando informações entre si. Anote as principais informações na lousa, visando identificar os conhecimentos prévios deles.

1. Qual é o nosso lugar no Universo?
Resposta pessoal.
2. Qual é o lugar da Terra no Universo?
Resposta pessoal.
3. A Terra é um planeta único ou apenas mais um em meio a tantos outros?
Resposta pessoal.
4. A existência de vida é uma característica exclusiva da Terra?
Resposta pessoal.
5. Seria possível existir outros planetas com características semelhantes às da Terra e que possibilitariam a existência de vida?
Resposta pessoal.

A busca por vida além da Terra

Para iniciarmos o estudo sobre a busca por vida em outros locais do Universo, leia o texto a seguir e converse com os colegas sobre as questões apresentadas.

[...]

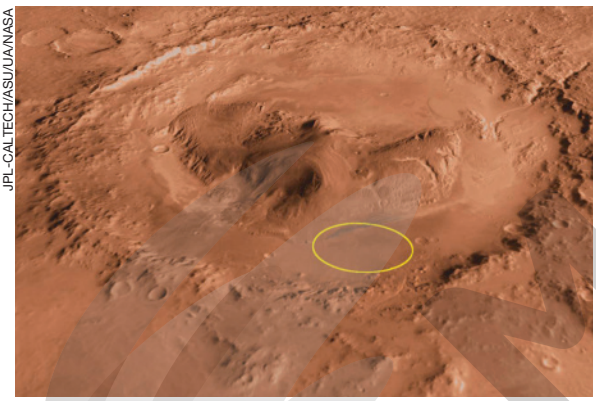
Nesse espaço inimaginavelmente vasto, a Terra e tudo que existe nela não passam de menos que um grão de areia. Com efeito, há mais estrelas no Universo que grãos de areia em todas as praias do nosso planeta. E, no entanto, ainda que não passe de um farelinho em meio à vastidão do Universo, nosso mundo tem uma peculiaridade que faz dele um lugar especial. Trata-se de um mundo com vida. Até o momento, o único que conhecemos que reconhecidamente serviu de palco para esse fenômeno incrível.

[...]

NOGUEIRA, S. Alvorecer no terceiro planeta. In: GALANTE, D. et al. (Org.). *Astrobiologia*: uma ciência emergente. São Paulo: Tikinet Edição: IAG/USP, 2016. Disponível em: <https://www.iag.usp.br/astronomia/sites/default/files/astrobiologia.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2020.

As perguntas listadas acima são semelhantes às que intrigaram e ainda hoje intrigam estudiosos de diversas áreas do conhecimento. Embora muitas delas ainda permaneçam sem respostas, os avanços nos estudos científicos e o desenvolvimento tecnológico possibilitaram ao ser humano ampliar seus conhecimentos sobre a Terra e o Universo, respondendo a algumas questões e, muitas vezes, levando à formulação de outras. Nesse aspecto, desenvolveu-se uma nova área de estudo, a **Astrobiologia**, que, entre outros objetivos, busca conhecer a origem, a evolução, a distribuição e o futuro da vida na Terra e no Universo, bem como a possibilidade de existência de vida além do planeta em que vivemos.

Afinal, o que os cientistas buscam em outros astros do Universo, na tentativa de encontrar formas de vida? Leia a manchete a seguir.



JPL-CALTECH/ASU/UA/NASA

Vista da cratera Gale, em Marte. Esse é considerado o primeiro local oficialmente capaz de ter abrigado vida no passado, além da Terra. Nessa cratera, existem resquícios da existência de água, além de minerais, como sulfato, cuja formação está relacionada à presença de água.

Água líquida em Marte: qual o tamanho dessa descoberta?

Reservatório subterrâneo permanente de água líquida encontrado em Marte é um grande passo na procura por vida extraterrestre

Água líquida em Marte: qual o tamanho dessa descoberta? *Jornal da USP*, 3 ago. 2018. Disponível em: <https://jornal.usp.br/atualidades/agua-liquida-em-marte-qual-o-tamanho-dessa-descoberta/>. Acesso em: 15 jun. 2020.

6. Qual é a relação entre a presença de água líquida e a probabilidade de encontrar formas de vida?

São inúmeras as condições necessárias para o desenvolvimento da vida como a conhecemos. Então, por que os cientistas têm enfoque na busca por água líquida em outros astros do Universo? A análise de meteoritos, datados da origem do Sistema Solar, e de outros materiais presentes no espaço mostrou que a existência de moléculas orgânicas é comum em outros locais do Universo, além da Terra.

Além disso, as condições existentes em diferentes áreas do Universo tornam possível a formação de moléculas mais complexas, como aminoácidos e nucleotídeos, essenciais à vida. Sabe-se também que há inúmeros sistemas planetários, muitos dos quais podem apresentar características semelhantes ao Sistema Solar. A presença de água líquida, no entanto, é algo menos comum e que exige condições mais específicas para ocorrer no Universo.

6. Espera-se que os estudantes respondam que a água líquida é um dos fatores essenciais para a vida, pois é esse estado físico que possibilita à água exercer diferentes papéis, como ser meio de reações químicas nas células, necessárias à manutenção da vida.

Sistema planetário: conjunto de objetos, como planetas, satélites naturais, meteoroides e poeira estelar, que orbitam uma estrela.

Registre em seu caderno.

Trocando ideias

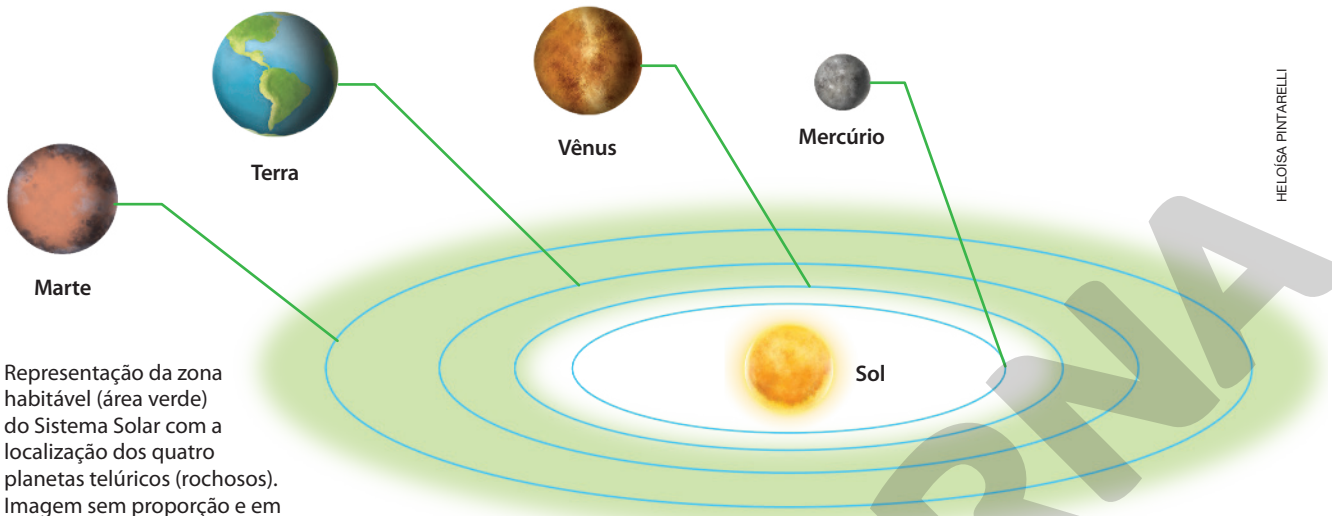
Os estudos de Astrobiologia se baseiam em muitas informações referentes ao planeta Terra e às formas de vida aqui existentes.

- Junte-se a três colegas e elaborem argumentos que justifiquem a importância de conhecer o planeta Terra e sua origem, bem como a origem e a evolução da vida no planeta, para os estudos de Astrobiologia.

Resposta e orientações no **Suplemento para o professor**.

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

Como a existência de água líquida é um fator essencial à vida e, ao mesmo tempo, menos comum de ocorrer no Universo, os cientistas apontam que para um astro ser considerado habitável ele deve, primeiro, estar na chamada **zona habitável**. Esta se refere a uma região em torno de uma estrela, onde as condições de temperatura possibilitam a existência de água líquida na superfície do astro.



HELOÍSA PINTARELLI

Representação da zona habitável (área verde) do Sistema Solar com a localização dos quatro planetas telúricos (rochosos). Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

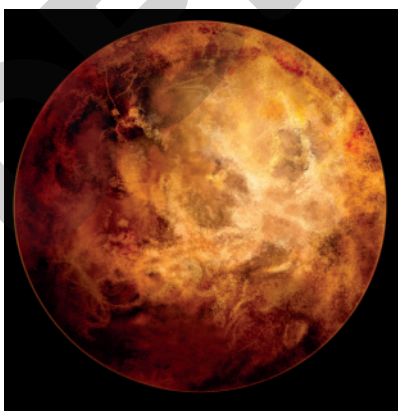
Observando a imagem acima, é possível perceber que, além da Terra, Vênus e Marte estão localizados na zona habitável do Sistema Solar. No entanto, Marte é o principal alvo das pesquisas astrobiológicas. Por quê? Veja a seguir.

Vênus apresenta tamanho e estrutura semelhantes à Terra, com um núcleo, manto e crosta. Sua atmosfera é pouco espessa e constituída, principalmente, por gás carbônico, além de nuvens de ácido sulfúrico (H_2SO_4). O intenso efeito estufa resulta em temperatura média de 470 °C, o que torna Vênus o planeta mais quente do Sistema Solar e impossibilita a existência de água líquida.

Marte apresenta estrutura semelhante à da Terra, mas quase metade de seu tamanho. Além disso, a inclinação do eixo de rotação de Marte é de 25° e seu período de rotação é de 24,6 horas, semelhantes aos valores terrestres de 23,4° e 23,9 horas, respectivamente.

A atmosfera marciana é fina e rica em gases carbônico, nitrogênio e argônio. A estrutura e a composição atmosféricas resultam em grande amplitude térmica, variando de 20 °C a −153 °C.

Atualmente, Marte apresenta água congelada abaixo da superfície, nas regiões polares, e, como citado na manchete da página anterior, estudos recentes também indicam a presença de água líquida abaixo da camada de gelo. Embora atualmente o planeta não apresente condições aparentes para existência de vida, estudos revelam que há bilhões de anos, provavelmente, Marte era mais quente e úmido, o que poderia ter possibilitado a existência de água líquida e o desenvolvimento de formas de vida.



RASHEVSKA NATALIIA/SHUTTERSTOCK

Representação do planeta Vênus. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

JOSHIMERBIN/SHUTTERSTOCK

Representação do planeta Marte. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

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

MODERNA

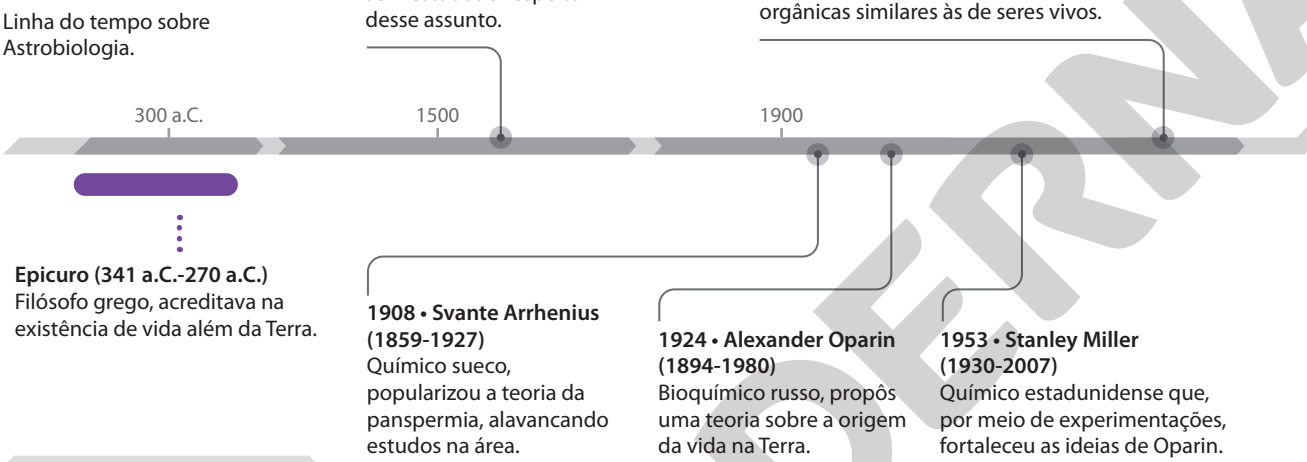
7. Com base nas condições necessárias à vida como a conhecemos, você considera possível existir outros locais do Universo com formas de vida semelhantes às terrestres? Cite argumentos que apoiem sua resposta.

Resposta pessoal. O objetivo desta questão é levar os estudantes a refletir sobre o assunto e expor suas opiniões.

Antigas e novas suposições

O interesse pela identificação de vida em outros locais do Universo não é recente. Desde a Antiguidade, alguns estudiosos levantaram suposições de que a vida não era uma característica única e exclusiva da Terra. Ao longo do tempo, o avanço das pesquisas espaciais, auxiliado pela tecnologia, possibilitou aos cientistas enxergar muito além de nosso planeta e do próprio Sistema Solar. Veja a seguir alguns acontecimentos relacionados ao estudo da Astrobiologia ao longo do tempo.

Linha do tempo sobre Astrobiologia.



ASTROS (DIMENSÕES)
Ceres: aproximadamente 952 km de diâmetro.
Encélado: aproximadamente 504 km de diâmetro.
Europa: aproximadamente 3 130 km de diâmetro.
Ganímedes: aproximadamente 5 262 km de diâmetro.
Titã: aproximadamente 5 149 km de diâmetro.

Atualmente, existem inúmeros astros candidatos a possíveis locais para abrigar vida no Universo. Alguns deles estão localizados no Sistema Solar, como os apresentados a seguir. Muitos outros, no entanto, encontram-se fora desse sistema, em diferentes locais do Universo.

Imagem sem proporção. Cores-fantasia.

Ceres

Planeta-anão localizado na região entre Marte e Júpiter. Ainda não é possível afirmar se Ceres tem água em estado líquido ou oceanos no subsolo, tampouco se apresenta uma atmosfera. No entanto, sabe-se que possui 25% de água congelada, dos quais uma parte pode estar na forma líquida, tornando-o um possível candidato a abrigar vida.

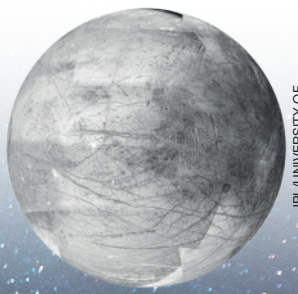
NUAMFOLIO/SHUTTERSTOCK

JPL-CALTECH/UCLA/MPS/DLR/IDA/NASA

Imagem de Ceres obtida pela sonda Dawn, Nasa.

Europa

Lua de Júpiter, em que os cientistas acreditam existir um reservatório de água salgada sob sua crosta gelada e, possivelmente, lagos com água líquida na superfície. Além disso, evidências apontam que Europa apresenta manto rochoso e núcleo rico em ferro. Acredita-se também que o fundo de seu oceano pode abrigar fontes hidrotermais, similares às terrestres, de onde provavelmente tenha evoluído a vida no planeta. No ano de 2019, foi detectado vapor de água na superfície de Europa, outra condição necessária para a existência de vida.



JPL/UNIVERSITY OF ARIZONA/NASA

Imagem de Europa obtida por uma câmera na espaçonave Galileo, Nasa.

MODERNA

2009
Lançamento da sonda Kepler, com o objetivo de identificar possíveis planetas fora do Sistema Solar, os chamados exoplanetas.

2018
A sonda Kepler deixa de se comunicar com a Terra, encerrando seus serviços na investigação de exoplanetas. Lançamento do telescópio TESS, substituindo a sonda Kepler na busca por planetas além do Sistema Solar.

2020
Em janeiro, estavam reconhecidos mais de quatro mil exoplanetas e outros quase cinco mil à espera de confirmação.

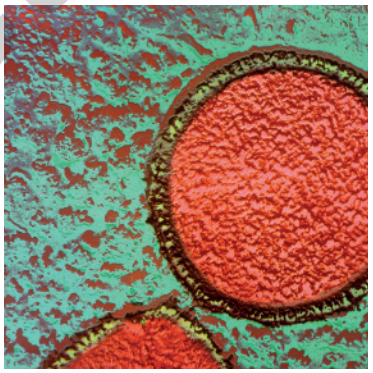
2000

2001
Observações astronômicas, realizadas no Observatório de La Silla, no Chile, levam à descoberta do primeiro planeta (HD28185b) fora do Sistema Solar, em zona habitável e que orbita uma estrela a uma distância semelhante à existente entre a Terra e o Sol.

2015
Descoberta do exoplaneta Kepler-452b, o primeiro semelhante à Terra em zona habitável, que orbita uma estrela semelhante ao Sol e a uma distância parecida Terra-Sol. Seu período de translação é de 385 dias.

Durante muito tempo, ambientes em condições de temperaturas muito elevadas ou muito baixas, ambientes ácidos ou sem incidência luminosa, por exemplo, eram prontamente descartados como possíveis candidatos a abrigar vida. No entanto, a descoberta de seres vivos, como os apresentados a seguir, capazes de sobreviver em condições ambientais extremas, mudaram o que até então eram consideradas condições essenciais à vida.

Micrografia da bactéria *Staphylot hermus marinus* em microscópio eletrônico. Aumento aproximado: 27 000 vezes. Cores artificiais. Essa espécie de bactéria é encontrada em fontes termais submarinas, vivendo na ausência de gás oxigênio e em temperaturas superiores a 90 °C.



WOLFGANG BAUMEISTER/SPL/FOTOARENA

POWER AND SYRED/SPL/FOTOARENA

Micrografia de tardígrados sobre um musgo em microscópio eletrônico de varredura. Aumento aproximado: 270 vezes. Cores artificiais. Os tardígrados podem atingir cerca de 1 mm de comprimento. Em condições extremas, esses invertebrados entram em um estado de resistência, tornando-se capazes de sobreviver a temperatura e pressão extremas, ausência de água e radiação elevada. Alguns experimentos demostram que esses animais suportam o vácuo no espaço.

Ganímedes

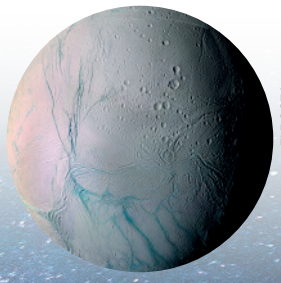
Outra lua de Júpiter e a maior do Sistema Solar possui um oceano subterrâneo com grande quantidade de sais dissolvidos em água. Além desse oceano, há várias camadas de gelo e água entre sua crosta e o núcleo.

JPL/NASA/SPL/FOTOARENA

Imagem de Ganímedes obtida por uma câmera na espaçonave Galileo, Nasa.

Encélado

Lua de Saturno na qual vapor de água e partículas de gelo são lançadas de regiões abaixo da crosta congelada, indicando a existência de um reservatório de água líquida. Estudos indicam que pode haver atividade hidrotermal nesse oceano, o que caracterizaria ambiente potencialmente sustentável para seres vivos.

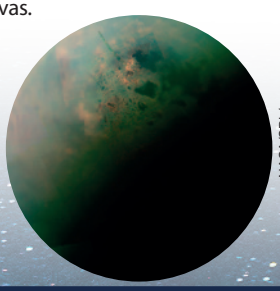


ELROCE/SHUTTERSTOCK

Imagem de Encélado obtida pela sonda Cassini, Nasa.

Titã

É uma das luas de Saturno. Estudos indicam que Titã abrigou vida, mas esse desenvolvimento foi interrompido. Titã possui todos os elementos para ser considerado um planeta semelhante à Terra, como moléculas orgânicas, água no estado líquido, atmosfera rica em nitrogênio, temperaturas adequadas e ocorrência de chuvas.



NASA/SPL/FOTOARENA

Imagem de Titã obtida pela sonda Cassini, Nasa.

MODERNA

Equação de Drake

Converse com seus colegas sobre as informações listadas abaixo.

- O Sol é apenas uma das cerca de 100 bilhões de estrelas existentes na Via Láctea.
- Cada uma das bilhões de estrelas da Via Láctea, possivelmente, abriga um grupo de planetas.
- A Via Láctea é uma das bilhões de galáxias existentes no Universo.
- Em 2020, mais de três mil sistemas planetários estavam confirmados.

Fonte: Beyond our Solar System. *Nasa*, 20 set. 2019. Disponível em: <https://solarsystem.nasa.gov/solar-system/beyond/overview/>. Acesso em: 14 abr. 2020.

Ao refletir sobre as informações acima, você possivelmente deve ter reavaliado a possibilidade de existir formas de vida em outros planetas, afinal a Terra é apenas uma ínfima parte de uma imensidão ainda imensurável. Essa questão povoou a mente de diversos estudiosos ao longo do tempo.

NATIONAL LABORATORY/SCIENCE SOURCE/FOTOARENA

Enrico Fermi

Para o físico italiano Enrico Fermi (1901-1954), por exemplo, considerando diversos fatores, como a quantidade de estrelas na Via Láctea, a idade da nossa galáxia e do Sol e o desenvolvimento da vida na Terra, era de se esperar que existissem diversas civilizações além da terrestre e, possivelmente, algumas delas deveriam ter tido tempo suficiente para se desenvolver e colonizar a galáxia. Essa ideia ficou conhecida como Paradoxo de Fermi e pode ser interpretada da seguinte maneira: se há uma grande possibilidade de haver vida inteligente fora da Terra, por que ainda não a encontramos?

ADAM HART-DAVIS/SPL/FOTOARENA

Frank Drake

Inspirado por essa questão, em 1961, o astrônomo e astrofísico estadunidense Frank Drake (1930-) descreveu uma equação, cujo objetivo era estimar a quantidade de civilizações com tecnologia avançada que possivelmente existem na Via Láctea e que poderiam fazer contato com a Terra. Veja a seguir.

$$N = R_* \cdot f_p \cdot n_e \cdot f_l \cdot f_i \cdot f_c \cdot L$$

em que:

N = número de civilizações tecnologicamente avançadas na Via Láctea.

R_* = taxa de formação de estrelas semelhantes ao Sol, por ano na galáxia.

f_p = fração de estrelas similares ao Sol que possuem planetas ao seu redor.

n_e = número de planetas cujas condições permitem o surgimento da vida, em cada sistema planetário.

f_l = fração dos planetas onde a vida efetivamente surge, dadas as condições para isso.

f_i = fração dos planetas onde uma forma de vida inteligente se desenvolve.

f_c = fração dos planetas em que a vida inteligente desenvolve tecnologias de comunicação.

L = tempo de duração, em anos, de uma civilização tecnológica.

Das variáveis presentes na equação de Drake, apenas R_* e f_p podem ser estimadas com mais precisão. Com base nos conhecimentos atuais sobre o Universo e utilizando a equação de Drake, a quantidade de planetas com civilizações avançadas o bastante para se comunicar conosco ficaria próximo de 100 na Via Láctea, um valor pequeno se levarmos em conta o tamanho da galáxia.

Respostas no **Suplemento para o professor**.

a) Entre as explicações para ainda não termos conseguido contato com civilizações avançadas além da Terra, estão a possibilidade de existirem poucas dessas civilizações, a dificuldade de compreender os sinais recebidos do espaço, o tempo de procura ser curto e a chance de algumas civilizações terem se autodestruído. Argumente com seus colegas sobre a(s) conclusão(ões) que vocês consideram mais provável(is) de sustentar a falta de contato com outras formas de vida no Universo.

b) Elaborem um breve documentário com as informações e argumentos trabalhados nesta seção e neste capítulo. Proponham um título atraente ao público e, em seguida, divulguem o material produzido.

MODERNA

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

ATIVIDADES

Registre em seu caderno. Respostas das questões **1** e **2** no **Suplemento para o professor**.

1. Leia o trecho do texto a seguir e responda às questões. Faça uma pesquisa, se necessário.

[...]

O conceito ecológico de ambiente extremo está intrinsecamente atrelado ao conceito humano de habitabilidade. Uma ampla gama de ambientes com extremos de calor, frio, pH, salinidade, pressão e radiação são dominados por micro-organismos, cuja divergência genética manifestada em diferenciação metabólica possibilitou a ocupação de nichos considerados improváveis. Esses ambientes podem ser característicos de exoplanetas com potenciais chances de abrigar vida, mesmo que suas condições ambientais sejam diferentes das condições medianas do planeta Terra. [...]

DUARTE, R. T. D.; RIBEIRO, C. G.; PELLIZARI, V. H. A magnífica versatilidade da vida microbiana em ambientes extremos da Terra. In: GALANTE, D. et al. (Org.). *Astrobiologia*: uma ciência emergente. São Paulo: Tikinet Edição: IAG/USP, 2016. p. 156. Disponível em: <https://www.iag.usp.br/astronomia/sites/default/files/astrobiologia.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2020.

a) De acordo com o texto, o conceito ecológico de ambiente extremo é válido para todas as formas de vida existentes na Terra?

b) De acordo com o texto, a descoberta de organismos extremófilos influenciou as pesquisas astrobiológicas? Argumente sua resposta.

c) O que você pode concluir a respeito do conhecimento científico?

2. Leia a manchete e o texto a seguir.

> **"Há vida em Marte", afirma cientista, provocando polêmica [...]**
>
> *Afirmação é de William Romoser, professor emérito da Universidade de Ohio (EUA). Colegas, porém, questionam suas conclusões*
>
> REZENDE, H. "Há vida em Marte", afirma cientista, provocando polêmica; veja fotos. *Correio Braziliense*, Brasília, 21 nov. 2019. Ciência e Saúde. Disponível em: <https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/ciencia-e-saude/2019/11/21/interna_ciencia_saude,808111/ha-vida-em-marte-afirma-cientista-provocando-polemica-veja-foto.shtml>. Acesso em: 25 jul. 2020.

A manchete acima ilustra uma questão que ao longo do tempo intriga e se mantém no imaginário do ser humano: a possibilidade de vida em Marte – seja a presença de vida na forma bacteriana, seja até mesmo por abrigar outros seres vivos.

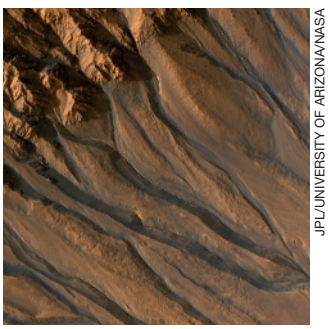
Atualmente, há vários pesquisadores que acreditam e tentam evidenciar a existência de vida em Marte, talvez não da maneira como conhecemos, mas, por exemplo, de forma semelhante a um inseto, como afirma o cientista citado na manchete, o qual baseia sua ideia em análise de fotografias obtidas do solo desse planeta por robôs.

No entanto, no final do século XIX e início do século XX, havia especulações a respeito de possíveis seres verdes habitarem o planeta Marte, os chamados "marcianos". Essas especulações estão relacionadas a um mal-entendido sobre a aparência da superfície de Marte, descrita pelo astrônomo italiano Giovanni Schiaparelli (1835-1910), em 1878.

Esse astrônomo fez um mapa da superfície de Marte, no qual incluía linhas e ranhuras que chamou de *canali*, palavra italiana que significa "canais". No entanto, a tradução dessa palavra para o inglês foi suficiente para acreditarem que existia vida inteligente em Marte, pois nesse idioma existe diferença na grafia da palavra "canal" quando se refere a um canal feito de maneira natural e um feito artificialmente.

Essa confusão foi disseminada, em 1895, pelo astrônomo amador Percival Lowell (1855-1916), por meio da publicação de um livro que atribuía os canais vistos em Marte ao desenvolvimento de dutos de água destinado a plantações feitas pela suposta civilização marciana.

Essas especulações sobre vida inteligente em Marte começaram a ser descartadas a partir do desenvolvimento de tecnologias espaciais, que comprovam, por meio de evidências científicas, a não existência dessas e de outras formas de vida nesse e em outros planetas.



JPL/UNIVERSITY OF ARIZONA/NASA

Canais na superfície de Marte. O formato desses canais indica que eles foram esculpidos por água líquida.

a) O texto exemplifica uma *fake news* do século XIX. O que são *fake news*?

b) De acordo com o texto, qual foi a principal consequência da divulgação inadequada de informações incorretas sobre Marte?

c) Junte-se a três colegas e debatam sobre as *fake news* e suas possíveis consequências sociais, utilizando argumentos para sustentar seu posicionamento sobre esse assunto.

d) Proponha, junto aos demais colegas da turma, medidas que ajudem a evitar a disseminação de *fake news*. Em seguida, elaborem um vídeo com essas medidas e com as principais informações trabalhadas nos itens durante o debate. Divulguem o vídeo por meio de aplicativos de mensagens e redes sociais.

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

MODELO

CAPÍTULO 4

Substâncias e misturas

Substâncias simples e compostas

Íon: átomo eletricamente carregado.

Leia a manchete abaixo.

> **Primeira molécula do Universo é detectada no espaço**
>
> FRANCE PRESSE. Primeira molécula do Universo é detectada no espaço. *G1*, 18 abr. 2019. Ciência e Saúde. Disponível em: <https://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2019/04/18/primeira-molecula-do-universo-e-detectada-no-espaco.ghtml>. Acesso em: 14 abr. 2020.

A molécula a que a manchete acima se refere é o íon hidreto de hélio (HeH^+). Depois de décadas de estudos, em abril de 2019, a Nasa (Agência Espacial Norte-Americana) enfim noticiou a detecção do primeiro tipo de molécula que teria se formado no Universo. Logo após o *Big Bang*, o Universo era composto apenas por átomos de hidrogênio (H) e hélio (He), pois a alta temperatura após a expansão não permitia que outros átomos se formassem. Cerca de 100 mil anos após esse evento, as condições de temperatura e de radiação ultravioleta possibilitaram que os átomos de hélio e de hidrogênio ionizados (H^+) se combinassem, formando o hidreto de hélio. Posteriormente, a combinação dessa molécula com o átomo de hidrogênio possibilitou a formação do gás hidrogênio (H_2), responsável por dar origem às primeiras estrelas.

Passados cerca de 400 milhões de anos, as condições de temperatura e de pressão estelares possibilitaram a formação dos inúmeros outros elementos químicos existentes. Os átomos desses elementos interagiram entre si de diversas maneiras, combinando tanto átomos do mesmo elemento químico como de elementos diferentes. Como resultado, originaram-se diferentes substâncias.

Substância é uma porção de matéria que apresenta propriedades características e composição química definida, ou seja, que não varia de amostra para amostra. As sustâncias podem ser classificadas em **substância simples** ou **substância composta**. A seguir, vamos conhecer algumas características e exemplos de cada uma delas.

Substância simples

As substâncias simples são formadas por dois ou mais átomos de um mesmo elemento químico, em uma proporção definida.

O gás hidrogênio é uma substância simples constituída de dois átomos do elemento químico hidrogênio. Esse gás pode ser utilizado em diferentes situações do cotidiano, inclusive como combustível para alguns veículos. Nesse caso, a combustão do gás hidrogênio por outra substância simples, o gás oxigênio (O_2), libera apenas calor e água (H_2O). Por isso, o H_2 é considerado uma importante fonte de energia renovável e limpa.

As substâncias podem ser representadas por meio de suas fórmulas químicas e estruturais, bem como por meio de modelos espaciais. Veja a seguir.

A H_2 **B** H—H **C**

SERGIO L. FILHO

Fórmula química (**A**), fórmula estrutural (**B**) e representação espacial da substância gás hidrogênio (**C**). Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Registre em seu caderno.

Trocando ideias

A sociedade atual é dependente de fontes de energia baseadas em recursos não renováveis, como os combustíveis fósseis.

- Converse com seus colegas e elaborem argumentos que justifiquem a importância do desenvolvimento de fontes de energia alternativas, como o gás hidrogênio, e de sua introdução na sociedade, tanto do ponto de vista social e econômico como do ambiental.

Resposta e orientações no **Suplemento para o professor**.

1. Qual é a proporção do elemento químico que compõe a substância gás hidrogênio?

A proporção é de dois átomos de hidrogênio.

Veículo movido a gás hidrogênio em um posto de abastecimento.

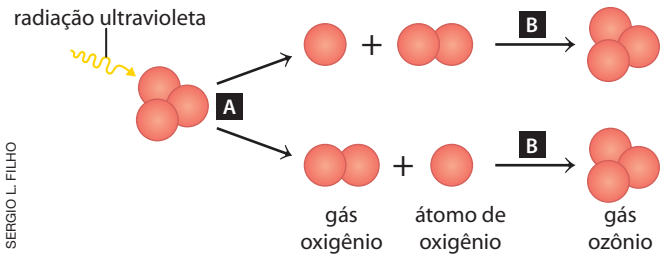
HAUKE-CHRISTIAN DITTRICH/DPA/ALAMY/FOTOARENA

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

MODERNA

Como mencionado anteriormente, o gás oxigênio é uma substância simples, formada por dois átomos do elemento químico oxigênio (O) e essencial para diversos seres vivos, conhecidos como aeróbicos. Além disso, é responsável pela combustão de diversos materiais.

Esse gás é um dos componentes do ar atmosférico. Sob a ação da radiação ultravioleta, os átomos de oxigênio e o gás oxigênio presentes na atmosfera podem se combinar, dando origem ao gás ozônio (O_3), uma substância simples composta por três átomos de oxigênio.



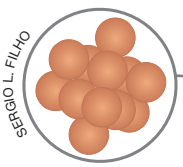
SERGIO L. FILHO

Representação da degradação (**A**) e da formação (**B**) naturais do gás ozônio na atmosfera. Imagens sem proporção e em cores-fantasia.

NARIN PHAPNAM/SHUTTERSTOCK

Cilindro de gás oxigênio hospitalar, identificado pela cor verde. O gás oxigênio também pode ser usado para fins industriais. Nesse caso, os cilindros são identificados pela cor preta.

Observe a imagem abaixo.


SERGIO L. FILHO

Representação do modelo espacial do cobre metálico. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

JOSÉ VITOR ELORZA/ASC IMAGENS

Fio elétrico em corte.

O cobre puro metálico é um exemplo de substância simples formada por inúmeros átomos de cobre (Cu). Esse metal é encontrado naturalmente no estado sólido e é amplamente utilizado na produção de fios condutores de energia elétrica, como mostra a imagem acima. Essa aplicação se deve ao fato de o cobre ser dúctil, maleável e um bom condutor de energia elétrica.

2. Qual é a importância da parte do fio condutor indicada pela letra **A**?

3. Qual é a importância da parte do fio condutor indicada pela letra **B**?

Dúctil: propriedade do material que possibilita que ele seja esticado ou comprimido sem se quebrar.

2. Essa porção corresponde ao item condutor de corrente elétrica do fio, possibilitando que a corrente elétrica seja conduzida ao longo dele.

3. Essa porção é composta por material isolante elétrico, que possibilita o manuseio do fio sem que a pessoa leve um choque elétrico.

Substância composta

4. Analisando uma molécula de gás oxigênio e uma molécula de gás carbônico (CO_2), o que elas têm de diferente em relação a sua composição?

Vimos que a combustão do gás hidrogênio na presença de gás oxigênio tem como produto água e calor, como mostra a reação a seguir.

$$2\,H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2\,H_2O(l) + \text{calor}$$

Observe que a molécula de água é constituída por átomos de diferentes elementos químicos, hidrogênio e oxigênio, combinados entre si. Dizemos, então, que a água é uma substância composta.

O metano (CH_4) é uma substância composta formada por um átomo do elemento químico carbono (C) e quatro átomos de hidrogênio. Esse gás pode ser produzido e liberado tanto por fontes artificiais (por exemplo, a queima de combustíveis fósseis) como por fontes naturais. Nos aterros sanitários, por exemplo, o processo de decomposição da matéria orgânica produz grande quantidade de gases, em especial o gás metano, os quais são removidos das camadas de resíduos por meio de tubulações.

SERGIO RANALLI/PULSAR IMAGENS

Drenos de gás em aterro sanitário no município de Londrina, Paraná (2019).

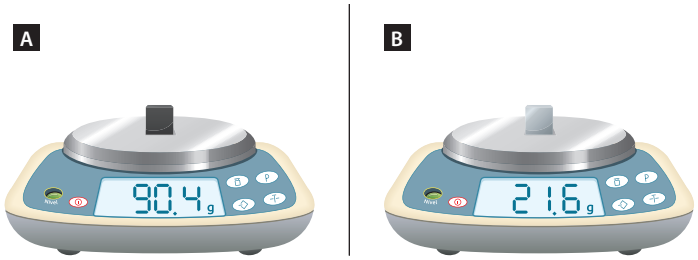
4. Espera-se que os estudantes concluam que, em relação a sua composição, o gás oxigênio é composto apenas por dois átomos de oxigênio, enquanto o gás carbônico é composto por dois átomos de oxigênio e um átomo de carbono, ou seja, elementos químicos diferentes.

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

MODERNA

Propriedades das substâncias

Imagine que dois cubos de dimensões idênticas $(8\ cm^3)$, um composto por chumbo (Pb) puro metálico e outro por alumínio (Al) puro metálico, sejam colocados sobre uma mesma balança, um de cada vez, como mostra a figura abaixo.



HELOÍSA PINTARELLI

Representação da medida da massa de dois cubos de mesma dimensão, sendo um deles composto por chumbo (**A**) e o outro, por alumínio (**B**). Imagens sem proporção e em cores-fantasia.

5. As massas dos cubos de chumbo e de alumínio são idênticas? Em sua opinião, por que isso ocorreu, sendo que os cubos apresentam dimensões idênticas?

5. Não. O objetivo desta questão é levar os estudantes a analisar a situação e, intuitivamente, refletir sobre as propriedades das substâncias, nesse caso, a densidade. Espera-se que eles comentem que, considerando o mesmo volume, as diferentes massas são resultado da variação de densidade das substâncias que compõem os cubos. O chumbo, por ter maior massa para um mesmo volume, apresenta maior densidade que o alumínio.

Embora os dois cubos apresentem as mesmas dimensões, ou seja, o mesmo volume, a massa do cubo de chumbo é diferente da massa do cubo de alumínio. Isso ocorre devido à diferença de densidade das substâncias chumbo e alumínio metálicos.

A densidade relaciona a massa de um corpo e o volume ocupado por ele e pode ser definida por:

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

em que:

d é a densidade do corpo;

m é a massa do corpo;

V é o volume ocupado por esse corpo.

Sendo assim, para um mesmo volume, quanto maior a densidade da substância, maior sua massa. No Sistema Internacional (SI), a massa (m) é expressa em quilograma (kg), o volume (V), em metro cúbico (m^3) e a densidade (d), em $kg \cdot m^{-3}$ ou $\frac{kg}{m^3}$.

Em condições constantes de pressão, além da densidade constante, ao serem aquecidas ou resfriadas, a temperatura de fusão (T_f) e a temperatura de ebulição (T_e) das substâncias puras permanecem constantes, até a completa mudança de fase destas. Veja o gráfico ao lado.

No primeiro patamar (T_f), a temperatura se mantém constante no decorrer do tempo de transição da fase sólida para a líquida. Já no segundo patamar (T_e), a temperatura se mantém constante no decorrer do tempo de transição da fase líquida para a gasosa.

6. Identifique o estado de agregação da matéria em cada um dos segmentos de reta do gráfico: $\overline{AB}$ $\overline{CD}$ $\overline{EF}$.

6. $\overline{AB}$: estado sólido; $\overline{CD}$: estado líquido; $\overline{EF}$: estado gasoso.

À pressão de 1 atm e a 25 °C, a água pura apresenta: $d \simeq 1\ g \cdot cm^{-3}$, $T_f = 0$ °C e $T_e = 100$ °C. Nenhuma outra substância pura apresenta essas mesmas características. Portanto, dizemos que a densidade, a temperatura de fusão e a temperatura de ebulição são propriedades específicas da matéria, pois possibilitam identificar e diferenciar cada substância.

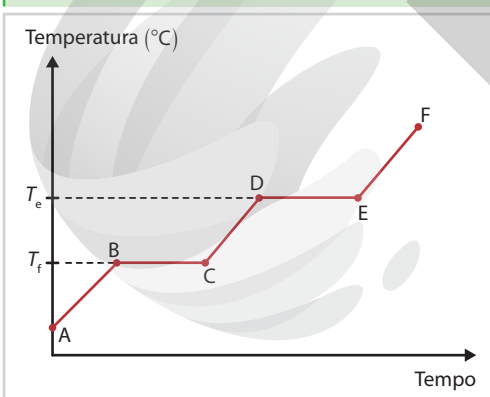
Muitas substâncias, no entanto, não são encontradas naturalmente em sua forma pura. Pelo contrário, são encontradas associadas a outras substâncias caracterizando as chamadas misturas, sobre as quais estudaremos ainda neste capítulo.

!

Para converter $kg \cdot m^{-3}$ em $g \cdot cm^{-3}$, basta dividir o valor por 1 000.
Assim, para o chumbo, $d_{Pb} = 11\,300\ kg \cdot m^{-3}$ ou $d_{Pb} = 11{,}3\ g \cdot cm^{-3}$.
Já para o alumínio, $d_{Al} = 2\,700\ kg \cdot m^{-3}$ ou $d_{Al} = 2{,}7\ g \cdot cm^{-3}$.

PADRÃO DE VARIAÇÃO DE TEMPERATURA DE UMA SUBSTÂNCIA DURANTE AQUECIMENTO

SERGIO L. FILHO



Fonte: RUSSELL, J. B. *Química geral*. Trad. Márcia Guekezian et al. 2. ed. São Paulo: Makron Books, 1994. v. 1. p. 475.

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

MODERNA

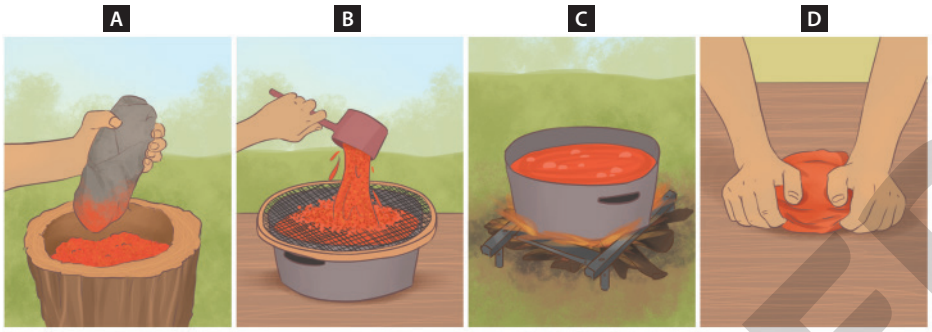
Misturas

A pintura corporal faz parte da identidade cultural dos povos indígenas brasileiros. Essas pinturas têm diferentes significados e podem variar entre os grupos indígenas, entre os membros da comunidade e de acordo com os acontecimentos, por exemplo. As tintas utilizadas para a pintura dos corpos são naturais, ou seja, extraídas de elementos da natureza ou produzidas a partir deles. As sementes do urucunzeiro (*Bixa orellana*), por exemplo, são amplamente utilizadas por alguns povos para a produção da tinta na cor vermelha.

Veja a seguir o modo de preparação dessa tinta pelos indígenas xavantes.*

RENATO SOARES/PULSAR IMAGENS

Crianças da etnia Xavante pintadas com urucum na Aldeia Idzo-Hurro, no município de General Carneiro, Mato Grosso (2010).



HELOÍSA PINTARELLI

Representação de algumas etapas do processo de produção da tinta vermelha a partir das sementes de urucum pelos indígenas xavantes. Imagens sem proporção e em cores-fantasia.

Utilizando uma pedra, as sementes colhidas são trituradas (**A**). Adiciona-se água e, com o auxílio de uma peneira, a solução contendo o corante é separada em uma vasilha (**B**). Essa solução é aquecida no fogo e a ela são adicionados materiais de outras duas espécies vegetais, visando tornar o corante mais vermelho e brilhoso, bem como garantir uma consistência adequada à tinta (**C**). O produto é exposto diretamente à luz solar e, após a secagem e o endurecimento do corante, os homens da tribo moldam esferas com esse material (**D**), as quais são envoltas com folhagens e reservadas até o momento do uso. Para utilizar o pigmento produzido, os indígenas adicionam o látex da castanha do babaçu, que facilita a aplicação e a remoção da tinta do corpo.

Fonte: TSUWATÉ, V. T.; LEÃO, M. F. Descrição do preparo do corante e das diversas utilizações do urucum pelo povo Xavante. *Destaques Acadêmicos*, Lajeado, v. 9, n. 4, p. 77-93, 2017. Disponível em: <http://univates.br/revistas/index.php/destaques/article/view/1652>. Acesso em: 6 fev. 2020.

*O método de produção da tinta de urucum descrito ao lado é utilizado pela comunidade xavante localizada no município de Barra do Garça, Mato Grosso.

7. O objetivo desta questão é levantar os conhecimentos prévios dos estudantes a respeito do conceito de misturas. Espera-se que eles respondam que sim, uma vez que a tinta utilizada é resultante da combinação do pigmento extraído das sementes de urucum, água, látex e outros materiais de origem vegetal. Além disso, esses próprios materiais podem se tratar de misturas.

7. A tinta produzida pelos indígenas xavantes pode ser considerada uma mistura? Argumente sua resposta.

Boa parte dos materiais que encontramos no ambiente são misturas de diferentes substâncias. Por exemplo, neste exato momento, mesmo sem perceber, você está em íntimo contato com uma mistura, o ar atmosférico. Embora inspiremos o ar para absorver gás oxigênio, este não é seu único componente. O ar atmosférico é uma mistura constituída por, aproximadamente, 78% de gás nitrogênio (N_2), 21% de gás oxigênio e 1% de outros gases, incluindo gás carbônico e vapor de água, $H_2O(g)$.

Observe a imagem ao lado.

FOTOMONTAGEM DE HELOÍSA PINTARELLI. FOTO: STOCK FOUR/SHUTTERSTOCK

Representação da previsão do tempo. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Fonte: Climatempo. Disponível em: <https://www.climatempo.com.br/previsao-do-tempo/cidade/277/londrina-pr>. Acesso em: 14 abr. 2020.

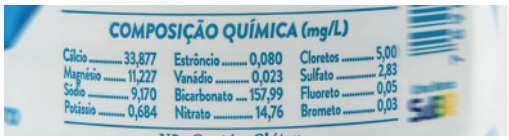
8. De que maneira o ser humano pode interferir na composição da mistura do ar atmosférico?

Os estudantes podem citar quaisquer atividades humanas que adicionam gases e poluentes atmosféricos, como queima de combustíveis fósseis, queimadas e atividade industrial.

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

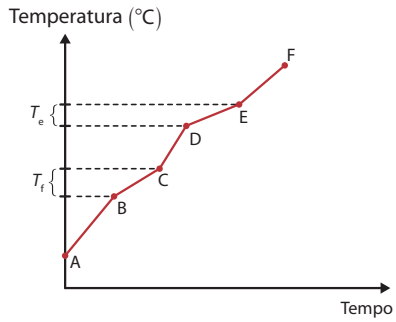
MODERNA

JOSÉ VITOR ELORZA/ ASC IMAGENS



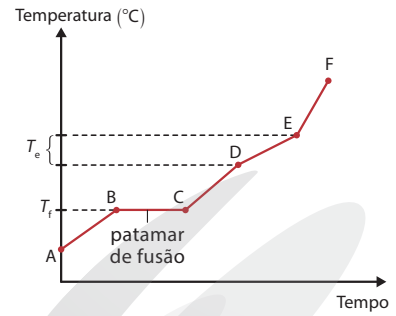
Informações sobre a composição química no rótulo de uma garrafa de água mineral.

VARIAÇÃO DE TEMPERATURA DE UMA MISTURA COMUM DURANTE AQUECIMENTO



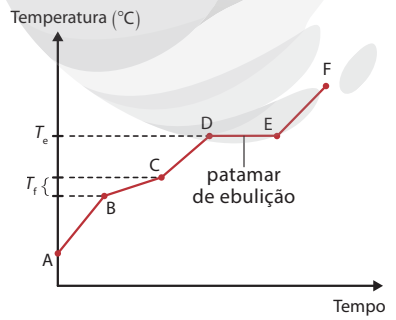
Fonte: RUSSELL, J. B. *Química geral*. Trad. Márcia Guekezian et al. 2. ed. São Paulo: Makron Books, 1994. v. 1. p. 475.

VARIAÇÃO DE TEMPERATURA DE UMA MISTURA EUTÉTICA DURANTE AQUECIMENTO



Fonte: ATKINS, P.; PAULA, J. de. *Físico-Química*. Trad. Edilson Clemente da Silva et al. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008. v. 1. p. 170-175.

VARIAÇÃO DE TEMPERATURA DE UMA MISTURA AZEOTRÓPICA DURANTE AQUECIMENTO



Fonte: ATKINS, P.; PAULA, J. de. *Físico-Química*. Trad. Edilson Clemente da Silva et al. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008. v. 1. p. 165-170.

ILUSTRAÇÕES: SERGIO L. FILHO

Enquanto as substâncias possuem composição fixa, as misturas apresentam composição química variável. No ar atmosférico, por exemplo, a quantidade de vapor de água varia bastante, pois sua concentração depende de alguns fatores, como o clima, a poluição e os ventos.

Embora a água pura seja um exemplo de substância composta, a água potável que ingerimos é uma mistura de água e sais minerais, daí o nome água mineral. Além disso, dependendo da amostra, as substâncias componentes da mistura podem variar, bem como a quantidade dessas misturas na solução. Tais variações interferem nas propriedades da mistura, alterando, por exemplo, sua densidade e as temperaturas de fusão e de ebulição.

9. Por que a composição química da água mineral pode variar?

Ao ser aquecida ou resfriada, à pressão constante, uma mistura comum não apresenta patamares de temperatura durante a mudança de estado de agregação, como é observado para as substâncias. Isso ocorre porque, nessas condições, cada uma das substâncias componentes da mistura apresenta temperaturas de fusão e de ebulição específicas durante o aquecimento, bem como temperaturas de solidificação e de condensação, também específicas, durante o resfriamento.

Algumas misturas, no entanto, ditas especiais, apresentam patamares durante o processo de aquecimento e de resfriamento, a uma pressão constante, comportando-se como substâncias puras. Quando, durante o aquecimento da mistura, observa-se um patamar de fusão (temperatura de fusão constante e fixa), a mistura é chamada **eutética**. Já quando é observado um patamar de ebulição (temperatura de ebulição constante e fixa) durante esse processo, a mistura é chamada **azeotrópica**.

As misturas ditas especiais apresentam composição química e propriedades específicas. Veja os exemplos abaixo.

TEMPERATURA DE FUSÃO DE MISTURA EUTÉTICA

Componentes	Porcentagem em massa	T_f (°C) a 1 atm	
		Substância	Mistura
Chumbo	85,4	327,5	212 (valor constante)
Ouro	14,6	1064,2	

Fonte: HAYNES, W. M. (Ed.). *CRC Handbook of chemistry and physics*. 97. ed. London: CRC Press, 2014. p. 15-33.

TEMPERATURA DE EBULIÇÃO DE MISTURA AZEOTRÓPICA

Componentes	Porcentagem em massa	T_e (°C) a 1 atm	
		Substância	Mistura
Água	4,3	100	76,1 (valor constante)
Etanol	95,7	78,2	

Fonte: HAYNES, W. M. (Ed.). *CRC Handbook of chemistry and physics*. 97. ed. London: CRC Press, 2014. p. 6-224.

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

MODERNA

9. Espera-se que os estudantes comentem que essa composição pode variar porque ela sofre influência da composição da fonte de onde é extraída. Uma vez que a composição mineral dos solos é variável, a composição química da água extraída desses locais também se altera.

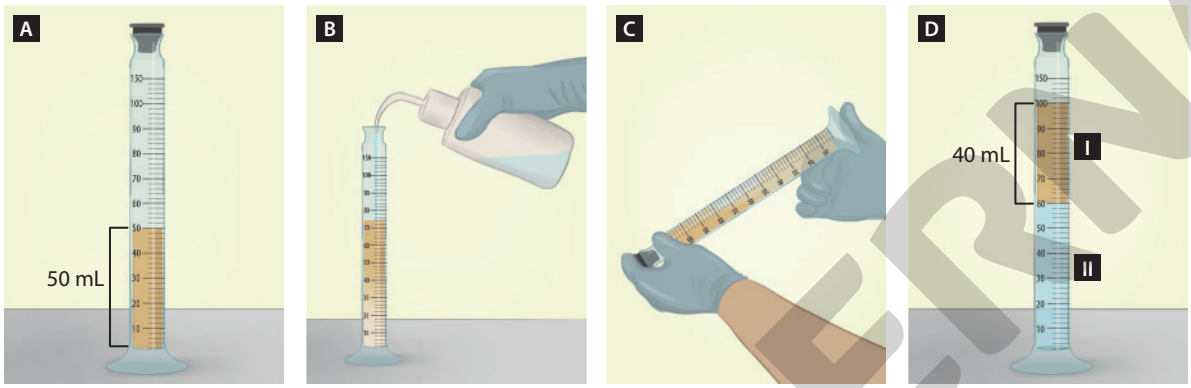
Além de variações quanto as suas propriedades, as misturas podem apresentar diferenças no número de fases, sendo classificadas em **misturas homogêneas** ou **misturas heterogêneas**.

Fase: nesse caso, refere-se a cada porção da mistura que apresenta as mesmas propriedades físicas e químicas em toda sua extensão.

Misturas homogêneas e heterogêneas

O aspecto das misturas pode se mostrar uniforme, possibilitando a identificação de uma única fase, ou apresentar duas ou mais fases. Esse aspecto pode variar de acordo com alguns fatores, como os componentes da mistura e a proporção deles nesse meio.

Quando os componentes de uma mistura são imiscíveis entre si, ou seja, que não se misturam, observa-se a formação de duas ou mais fases. A gasolina comercializada, por exemplo, é uma mistura homogênea que apresenta determinada quantidade de etanol anidro em sua composição, permitida por lei. Veja a seguir o teste feito para determinar o teor de álcool na gasolina e, consequentemente, sua qualidade.



ILUSTRAÇÕES: HELOÍSA PINTARELLI

Representação das etapas do teste da proveta, realizado para verificar o teor de etanol anidro na gasolina combustível comercial. Uma amostra de 50 mL de gasolina é adicionada a uma proveta de capacidade de 100 mL (**A**). Em seguida, adicionam-se 50 mL de uma solução de cloreto de sódio (água + NaCl) (**B**). A proveta é tampada e invertida cerca de 10 vezes (**C**) e, então, é mantida em repouso por cerca de 10 minutos, até que seja possível observar a separação das fases (**D**). Imagens sem proporção e em cores-fantasia.

Fonte: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. *Cartilha do posto revendedor de combustível*. 6. ed. Rio de Janeiro: ANP, 2017. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/images/publicacoes/cartilhas/Cartilha_Posto_Revendedor_de_Combustiveis_6a_ed.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2020.

10. Por que o volume final da gasolina (etapa **D**) variou, quando comparado ao volume inicial (etapa **A**)?

Porque o etanol anidro, um dos constituintes da gasolina combustível, dissolveu-se na solução de cloreto de sódio adicionada à proveta, aumentando o volume dessa porção da mistura. A porção restante de gasolina é composta por elementos não miscíveis em água.

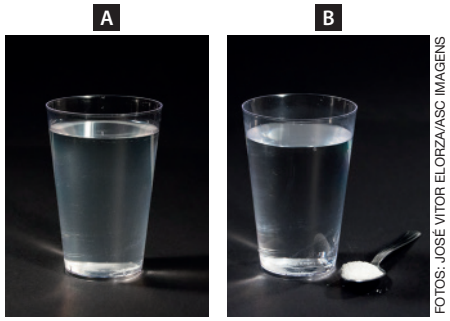
Ao final desse teste (etapa **D**), observa-se a formação de duas fases: uma composta por gasolina, imiscível em água (**I**); e outra composta por água, cloreto de sódio e etanol anidro (**II**). Nesse caso, a mistura formada é do tipo **heterogênea**.

A análise da variação dos volumes da gasolina e da solução aquosa possibilita aos fiscais identificar o teor de etanol anidro na gasolina. Esses resultados são comparados com padrões estabelecidos por lei, possibilitando identificar se a gasolina comercializada está dentro dos padrões estabelecidos ou não.

Agora, analise o exemplo ao lado.

Ao observar uma amostra de água potável, por exemplo, é possível identificar uma única fase (**A**). Por isso, essa mistura é dita **homogênea**. Logo, apresenta as mesmas propriedades físicas e químicas ao longo de toda sua extensão.

Ao adicionarmos uma pequena quantidade de sal a essa amostra, a mistura se mantém homogênea (**B**), embora passe a ser composta por sal e água. Isso ocorre porque a quantidade de sal adicionada se dissolveu completamente na água.



FOTOS: JOSÉ VITOR ELORZA/ASC IMAGENS

Amostra de água potável.

Amostra de água potável com sal.

11. Em sua opinião, é possível que uma mistura de água e sal se torne heterogênea? Argumente sua resposta.

Resposta pessoal. O objetivo desta questão é possibilitar aos estudantes que reflitam, ainda que intuitivamente, sobre o coeficiente de solubilidade. Espera-se que eles respondam que, em determinado momento, o sal não será completamente dissolvido pela água, resultando em um sistema heterogêneo.

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

MODERNA

C

JOSÉ VITOR ELORZA/ASC IMAGENS

corpo de fundo

Amostra saturada de água potável com sal.

Em determinado momento do processo de adição de sal à água, observa-se que parte desse sal se deposita no fundo do recipiente, resultando em um sistema heterogêneo. Isso ocorre porque a água apresenta um **coeficiente de solubilidade** específico. Esse coeficiente representa o limite máximo de soluto que pode ser dissolvido em determinada quantidade de solvente, em condições específicas de temperatura e pressão.

12. De que maneira seria possível dissolver o sal excedente, presente no corpo de fundo, sem alterar as condições de temperatura e pressão?

Adicionando mais solvente (água).

Na amostra **B** da página **143**, a quantidade de sal adicionada foi inferior ao coeficiente de solubilidade da água, resultando em uma **solução insaturada**. Ao adicionar a quantidade máxima de sal que a água á capaz de dissolver sob as condições específicas, temos uma **solução saturada**. Qualquer quantidade de sal adicionada além desse limite poderá se depositar no fundo do recipiente, tendo como resultado uma solução saturada com corpo de fundo (**C**).

As misturas também podem se apresentar na fase sólida. As ligas metálicas, por exemplo, são produzidas a partir da mistura de diferentes metais em proporções variadas. As propriedades dessas ligas variam de acordo com a composição e a proporção de seus componentes, possibilitando diferentes aplicações.

O aço, por exemplo, é constituído de ferro e carbono. Quanto maior a concentração desse último elemento químico, as propriedades da liga metálica, como rigidez e resistência, variam, garantindo seu uso em diferentes áreas, como na construção civil.

Além do aço, existem ligas de alumínio, de cobre e zinco (Zn), como o latão, e de cobre e estanho (Sn), como o bronze. Cada uma delas apresenta propriedades específicas que interferem em sua aplicação.

Na maioria dos casos, pode-se identificar visualmente os componentes de uma mistura heterogênea. No entanto, há misturas em que só é possível identificá-los com o auxílio de um equipamento de ampliação, como um microscópio.

DARIO SABLJAK/SHUTTERSTOCK

Roda de liga de alumínio de automóvel. Esse tipo de material torna as rodas mais leves, além de apresentar outras vantagens, como redução do gasto de combustível.

13. Qual é a importância de misturas, como as ligas metálicas, se comparadas ao uso isolado de seus constituintes?

13. O objetivo desta questão é levar os estudantes a uma reflexão sobre as propriedades das ligas metálicas. Espera-se que eles comentem que a junção de diferentes elementos químicos e a variação de proporção entre eles nas ligas possibilitam a alteração de suas propriedades, favorecendo determinadas aplicações, como aumento de resistência, redução de densidade e aumento de ductibilidade.

TIPPAPATT/SHUTTERSTOCK

Tubo contendo amostra de sangue humano.

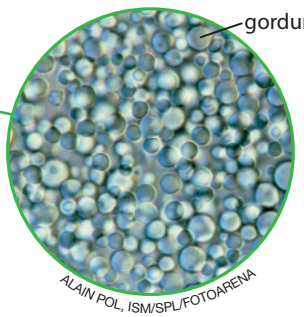
hemáceas

STEVE GSCHMEISSNER/SPL/FOTOARENA

Micrografia de sangue humano em microscópio eletrônico. Aumento aproximado: 1 350 vezes. Cores artificiais.

DONATAS1205/SHUTTERSTOCK

Copo com leite.



gordura

ALAIN POL, ISM/SPL/FOTOARENA

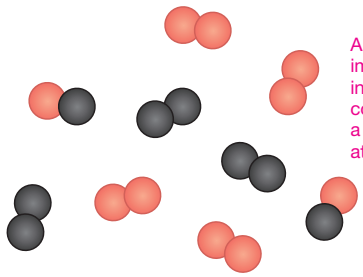
Micrografia de leite em microscópio óptico. Aumento aproximado: 2 800 vezes. Cores artificiais.

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

ATIVIDADES

Registre em seu caderno. Respostas das questões **3** a **5** no **Suplemento para o professor**.

1. Observe a imagem abaixo.



SERGIO L. FILHO

A legenda da imagem não foi inserida para não comprometer a resolução da atividade.

Escreva em seu caderno a alternativa que apresenta informações corretas. Alternativa **c**.

a) Estão representadas seis substâncias simples.

b) Estão representadas três substâncias compostas.

c) Estão representados apenas dois elementos químicos.

d) Estão representados um total de quatro moléculas.

e) Estão representados um total de nove átomos.

2. **(Unesp-SP)** Alguns historiadores da Ciência atribuem ao filósofo pré-socrático Empédocles a Teoria dos Quatro Elementos. Segundo essa teoria, a constituição de tudo o que existe no mundo e sua transformação se dariam a partir de quatro elementos básicos: fogo, ar, água e terra. Hoje, a química tem outra definição para elemento: o conjunto de átomos que possuem o mesmo número atômico. Portanto, definir a água como elemento está quimicamente incorreto, porque trata-se de:

Informe aos estudantes que a água a que o texto se refere é a água pura.

a) uma mistura de três elementos.

b) uma substância simples com dois elementos.

c) uma substância composta com três elementos.

d) uma mistura de dois elementos.

e) uma substância composta com dois elementos.

Alternativa **e**.

3. Para verificar se um objeto de massa 37,8 g era feito de prata, alumínio ou chumbo, o mesmo foi colocado em uma proveta de 100 mL, contendo 7 mL de água. Após a adição do objeto, o volume marcado na proveta foi de 21 mL. Sabendo-se que $d_{Al} = 2{,}7\,g \cdot cm^{-3}$, $d_{Pb} = 11{,}3\,g \cdot cm^{-3}$ e $d_{Ag} = 10{,}5\,g \cdot cm^{-3}$, identifique o material de que é feito esse objeto, sabendo que $1\,cm^3$ equivale a 1 mL.

4. Para evitar o descarte inadequado, uma família destina o óleo de cozinha usado no preparo de alimentos a uma cooperativa de reciclagem que produz sabão artesanal. Veja a seguir o passo a passo de como esse sabão pode ser produzido.

Na cooperativa, são adicionados cerca de 2 L de água fervente em um recipiente plástico. Em seguida, acrescenta-se lentamente e aos poucos cerca de 1 kg de hidróxido de sódio (NaOH), conhecido como soda cáustica. Após a completa dissolução dessa substância, 5 L de óleo usado e coado são adicionados. É preciso mexer bem essa mistura, de preferência com o auxílio de uma colher de pau, por cerca de 30 minutos. Por fim, o conteúdo é despejado em uma fôrma e mantido em repouso, até que o sabão endureça.

a) Qual é a importância da soda cáustica na produção do sabão? Faça uma pesquisa, se necessário.

b) Que tipo de sistema seria formado pela junção de água e óleo, caso não houvesse a adição da soda cáustica? Argumente sua resposta.

c) Qual é a importância ambiental, social e econômica da atitude dessa família ao optar por destinar o óleo para uma cooperativa de reciclagem?

5. O quadro abaixo apresenta informações sobre o efeito da temperatura na quantidade de oxigênio dissolvido em dois tipos de água. Observe-o.

Temperatura (°C)	Quantidade de O_2 dissolvido ($mL \cdot L^{-1}$)	
	Água doce	Água salgada
0	10,29	7,97
10	8,02	6,35
15	7,22	5,79
20	6,57	5,31
30	5,57	4,46

Fonte: SCHMIDT-NIELSEN, K. *Fisiologia animal*: adaptação e meio ambiente. 5. ed. São Paulo: Editora Santos, 2002. p. 10.

a) Analisando os dados acima, o que você pode dizer a respeito da solubilidade do gás oxigênio em água?

b) Estudos recentes indicam que o aumento da temperatura média terrestre está causando uma elevação da temperatura das águas do planeta. Caso esse aumento seja progressivo ao longo dos anos, as formas de vida aquática podem ser prejudicadas? Justifique sua resposta.

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

MODERNA

1. Que possíveis motivos você considera que estejam relacionados, direta ou indiretamente, com a crise de acesso à água?
2. Que medidas podem ajudar a minimizar os problemas relacionados ao acesso à água potável?
3. Mais de 97% do volume de água existente na Terra é salgada. Por que essa água não pode ser consumida diretamente pelo ser humano?
4. De que maneira seria possível tornar a água do mar adequada ao uso e consumo humanos?
5. Quais são os possíveis benefícios sociais do uso da água do mar como fonte de água potável para consumo humano?

Respostas no **Suplemento para o professor**.

Separação de misturas

Leia a manchete abaixo e converse com os colegas sobre as questões propostas.

> **Falta de acesso à água afeta bilhões e provoca aumento de conflitos no mundo, diz relatório da ONU**
>
> *Demanda por água deve continuar a crescer nos próximos anos e pode afetar produção de alimentos. Mais de dois bilhões de pessoas não têm acesso à água potável.*
>
> Falta de acesso à água afeta bilhões e provoca aumento de conflitos no mundo, diz relatório da ONU. *G1*, 18 mar. 2019. Natureza. Disponível em: <https://g1.globo.com/natureza/noticia/2019/03/18/falta-de-acesso-a-agua-afeta-bilhoes-e-provoca-aumento-de-conflitos-no-mundo-diz-relatorio-da-onu.ghtml>. Acesso em: 14 abr. 2020.

A maior parte do volume de água existente na Terra é salgada, também chamada água salina. Essa água apresenta concentração de sais superior à água doce e, por isso, não pode ser consumida pelo ser humano. Nesse cenário, a remoção do excesso do sal da água do mar se tornou uma importante alternativa de acesso à água potável em diversas regiões do mundo, inclusive no Brasil.

Além do contexto descrito acima, diversas outras situações do cotidiano envolvem a necessidade de separar os componentes de uma mistura. Ao preparar café com filtro de papel, ao escolher os grãos de feijão e ao separar o lixo reciclável do não reciclável, por exemplo, estamos aplicando técnicas de separação. Nos laboratórios e indústrias, essas técnicas também são comuns.

A escolha do método é essencial para o sucesso na separação dos componentes de uma mistura. Essa escolha depende de diferentes fatores, como o material que se deseja separar, os constituintes da mistura e suas respectivas características.

Misturas homogêneas

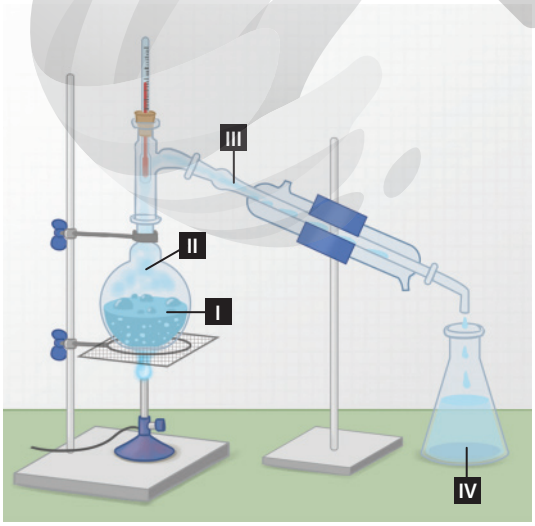
Veja a seguir algumas técnicas que possibilitam separar os componentes de misturas homogêneas.

Destilação simples

A água do mar é um exemplo de mistura homogênea, composta, em sua maior parte, por sais dissolvidos.* A separação dos sais da água pode ser feita por diferentes técnicas, como a destilação simples. Esse processo consiste em separar os componentes da mistura de acordo com suas diferentes temperaturas de ebulição.

*A água do mar apresenta outros elementos dissolvidos, como matéria orgânica resultante da decomposição dos seres vivos. No entanto, em se tratando de salinidade, considera-se apenas a concentração de sais dissolvidos.

Representação da técnica de destilação simples da água do mar. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.



HELOÍSA PINTARELLI

Durante a destilação simples, a mistura, nesse caso a água do mar, é aquecida no interior de um balão de destilação (**I**). A temperatura de ebulição da água é menor que a dos sais e, portanto, ela se transforma primeiro em vapor (**II**). O vapor de água passa pelo interior do condensador, isto é, um conjunto de tubos de isolamento por onde circula água fria continuamente. Ao passar pelo condensador e entrar em contato com as paredes frias dos tubos, o vapor de água condensa, retornando à fase líquida (**III**), sendo então recolhida em um recipiente (**IV**). As substâncias com maior temperatura de ebulição permanecem no interior do balão de destilação.

A destilação simples é utilizada em muitos outros processos laboratoriais e industriais, como, por exemplo, para a fabricação de bebidas alcoólicas. Nesse caso, separa-se o etanol (C_2H_5OH) do material fermentado, aumentando, assim, o teor alcoólico das bebidas destiladas.

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

Evaporação

Outro processo que possibilita a separação dos componentes da água do mar é a vaporização, mais especificamente, a evaporação. Nesse processo, a mistura (água do mar) é deixada exposta diretamente à luz solar até que o material mais volátil, nesse caso a água, evapore. O material evaporado é perdido para o ambiente, não podendo ser recuperado, como ocorre na destilação simples. O processo de evaporação também pode ser realizado pelo aquecimento da mistura.

A remoção da água por meio da evaporação está presente em diferentes situações, como na obtenção do sal de cozinha e na secagem de roupas.

CAIO PEDERNEIRAS/SHUTTERSTOCK

Salina em Galinhos, Rio Grande do Norte (2017).

FESUS ROBERT/SHUTTERSTOCK

Roupas secando em um varal.

6. O que poderia ser feito para coletar a água que vaporiza da amostra?

Poderia ser colocada uma superfície com temperatura inferior à do vapor, para que este pudesse se condensar. As gotículas formadas poderiam, então, ser recolhidas.

7. Explique com suas palavras como ocorre a secagem das roupas no varal.

8. Converse com os colegas sobre os equipamentos de proteção individual (EPI) que devem ser utilizados pelos trabalhadores das salinas.

7. Espera-se que os estudantes comentem que a água presente nos tecidos das roupas se aquece pela ação da luz solar e evapora, reduzindo progressivamente a quantidade de água nos tecidos e, consequentemente, secando as roupas.
8. Como esses trabalhadores ficam expostos por muito tempo aos raios solares, os estudantes podem citar o uso de óculos de sol, bonés ou chapéus, protetor solar, roupas claras e de tecido leve. Além disso, o manuseio do sal exige o uso de botas e luvas.

Destilação fracionada

O etanol hidratado (96%) é um exemplo de biocombustível produzido a partir da fermentação de biomassa, como o bagaço da cana-de-açúcar, e utilizado em veículos movidos a etanol ou do tipo *flex*. Seu uso como combustível se intensificou na década de 1970, em meio a uma das crises do petróleo, visando reduzir a dependência dos combustíveis fósseis.

O etanol resultante da fermentação de biomassa apresenta água em sua composição, sendo, por isso, chamado etanol hidratado. A remoção da água presente nesse combustível pode ser feita, em parte*, por meio da destilação fracionada, viabilizando a separação de líquidos miscíveis.

*Comente com os estudantes que a mistura se torna azeotrópica (estudada anteriormente) ao atingir a proporção de 4,6% de água. A partir dessa concentração, a retirada de água ocorre por meio do uso de materiais desidratantes, ou seja, que absorvem a água. Isso possibilita a obtenção do etanol anidro, adicionado à gasolina.

A destilação fracionada é semelhante à destilação simples, exceto pela existência de uma coluna de fracionamento na primeira, localizada antes do condensador.

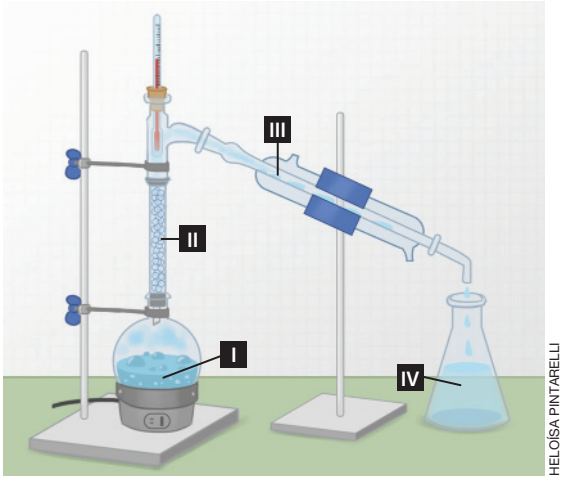
Nesse processo, a mistura de etanol e água é aquecida (**I**). Em determinado momento, os dois componentes começam a evaporar. O etanol, por apresentar menor temperatura de ebulição, apresenta também menor densidade e, por isso, desloca-se mais facilmente pela coluna de fracionamento (**II**). Ao atingir o condensador (**III**), o etanol transforma-se em líquido e é recolhido (**IV**). Como a coluna de fracionamento contém estruturas que atuam como obstáculos, vapores mais densos e com maior temperatura de ebulição, como o da água, demoram mais para chegar ao condensador, possibilitando a separação desses componentes.

Outros combustíveis, como gasolina, querosene, óleo diesel e gás natural também são produzidos a partir do processo de destilação fracionada.

O petróleo é a base para a produção de combustíveis fósseis, além de outros produtos, como os plásticos. Ele é uma mistura complexa de diferentes componentes, chamados hidrocarbonetos, os quais formam grupos com temperaturas de ebulição semelhantes e possibilitam a obtenção de diferentes produtos.

Hidrocarboneto: composto químico formado por átomos de carbono e de hidrogênio.

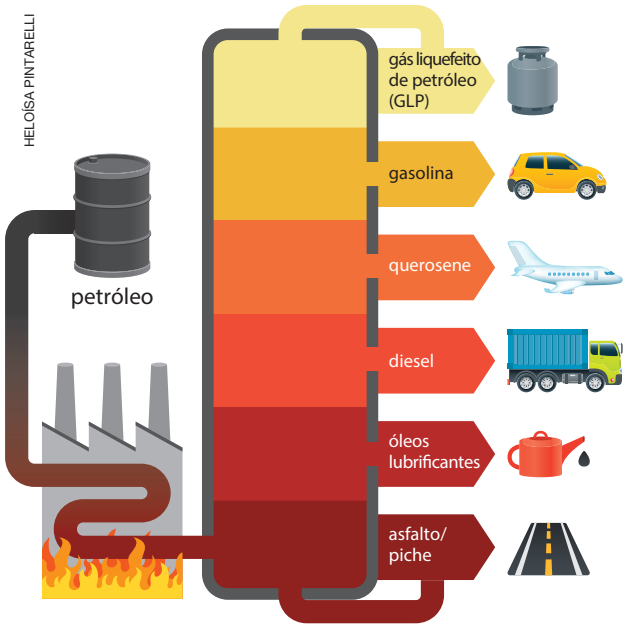
Representação da técnica de destilação fracionada. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.



HELOÍSA PINTARELLI

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

MODERNA



HELOÍSA PINTARELLI

Representação de torre de destilação fracionada de petróleo. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Ilustração produzida com base em: Petrobras. *Refino*. Disponível em: <https://petrobras.com.br/pt/nossas-atividades/areas-de-atuacao/refino/>. Acesso em: 4 ago. 2020.

Nas refinarias, o petróleo bruto passa primeiro por um processo que visa quebrar suas grandes moléculas em moléculas menores. Em seguida, o material é direcionado às torres de fracionamento, para que as frações do petróleo sejam separadas de acordo com as diferenças de temperatura de ebulição. Nessas torres, o material é aquecido até sua vaporização. Quando o vapor de determinada fração do petróleo passa por uma bandeja, com a temperatura inferior à sua temperatura de ebulição, tal fração se condensa, sendo recolhida e separada dos demais componentes.

A destilação fracionada não é o único processo utilizado no refino do petróleo, mas é essencial para a separação de suas diferentes frações.

Essa técnica de separação também pode ser utilizada para separar componentes de misturas gasosas, como o ar atmosférico. Nesse caso, é necessário submeter o ar a um processo de resfriamento e aumento de pressão, fazendo seus componentes passarem para o estado líquido. Essa mistura líquida é, então, aquecida gradualmente e destilada de maneira fracionada. Assim, os componentes do ar atmosférico são separados, obtendo-se os diferentes gases em suas formas puras.

Misturas heterogêneas

Peneiração

A peneiração é uma técnica que possibilita separar sólidos de diferentes dimensões ou sólidos suspensos em líquidos. Tal técnica é utilizada em diferentes situações do dia a dia, como para separar a polpa de fruta batida das sementes trituradas, separar os grumos maiores da farinha de trigo ou do açúcar e até mesmo para remover as rochas na areia durante o preparo da argamassa pelo pedreiro. A remoção das sementes trituradas durante o preparo da tinta de urucum pelos indígenas xavantes, na etapa **B** da página **141**, também envolve a aplicação da peneiração.

DEWALD KIRSTEN/SHUTTERSTOCK

Pessoa peneirando farinha de trigo.

Observe as imagens a seguir.

A

MERKUSHEV VASILIY/SHUTTERSTOCK

Amostra de água de rio.

B

SONSART/SHUTTERSTOCK

Amostra de água de torneira.

9. Como é possível transformar a amostra de água **A** na amostra de água **B**?

O objetivo desta questão é levar os estudantes a refletir sobre as técnicas de separação de misturas envolvidas no tratamento da água. Espera-se que eles comentem que a transformação da amostra de água **A** em **B** é possível por meio da remoção de alguns de seus componentes, o que pode ser feito mediante diferentes técnicas de separação de misturas, que geralmente são realizadas nas Estações de Tratamento de Água.

A água que chega à maioria das residências brasileiras é proveniente de Estações de Tratamento de Água (ETA). Nessas estações, a água captada, geralmente de rios, passa por diferentes processos, que incluem técnicas de separação de misturas. Veja algumas delas a seguir.

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

MODERNA

Decantação

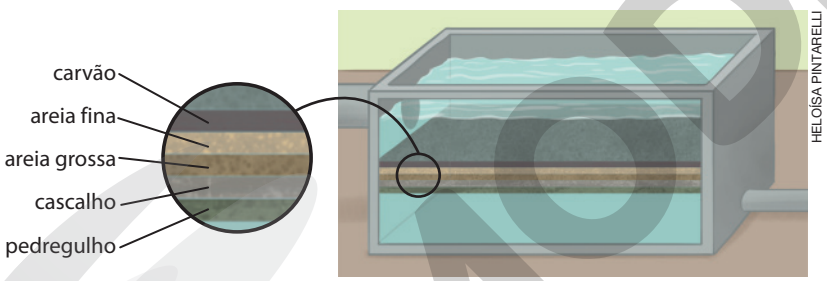
A decantação é uma técnica utilizada para separar materiais que apresentam diferentes densidades ou sólidos em suspensão. Essa separação ocorre por ação da gravidade, após a mistura ser mantida em repouso por certo tempo. Nesse processo, o material mais denso tende a ocupar a posição inferior do recipiente, enquanto o material menos denso ocupa em maior parte a posição superior. A separação é concluída com a retirada da porção superior ou inferior da mistura, de acordo com o método empregado.

Nas ETA, essa técnica é aplicada nos chamados tanques de decantação ou decantadores. Esses tanques recebem a água previamente tratada com coagulante, como o sulfato de alumínio $Al_2(SO_4)_3$ ou o policloreto de alumínio $\left[Al_2(OH)_4Cl_2\right]_6$. O coagulante reage com as partículas de sujeira na água, formando pequenos flocos, que se depositam no fundo dos tanques por ação da gravidade. A porção superior, livre de flocos, continua o processo de tratamento, enquanto a porção inferior compõe o lodo, que é removido dos tanques.

Em nosso dia a dia, a decantação está presente em diferentes situações. Os cosméticos bifásicos, por exemplo, quando mantidos em repouso, separam a porção menos densa do produto, oleosa, da mais densa, aquosa. A limpeza de piscinas, muitas vezes, também envolve essa técnica para a remoção de partículas suspensas na água.

Filtração

A água proveniente dos tanques de decantação na ETA é filtrada. A filtração, geralmente, é utilizada para separar os componentes sólido/líquido de uma mistura. Para isso, a mistura atravessa um filtro, isto é, uma superfície porosa que retém a fase sólida da mistura, permitindo apenas a passagem da fase líquida. Existem diferentes tipos de filtro, com componentes e número de camadas variadas, dependendo do tipo de mistura em questão e do objetivo da aplicação da técnica.



HELOÍSA PINTARELLI

Representação da etapa de filtração em uma Estação de Tratamento de Água. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Em nosso dia a dia, a filtração está presente em diferentes situações, como no preparo do café coado, no tratamento doméstico da água antes do consumo e no uso do aspirador de pó.

PR IMAGE FACTORY/SHUTTERSTOCK

Pessoa utilizando um aspirador de pó. Ao utilizar esse equipamento, as impurezas sólidas do ar e das superfícies ficam retidas no filtro, localizado no interior do aspirador.

10. Por que em embalagens de certos produtos, como sucos de frutas, há uma orientação de que é necessário agitá-los antes do consumo?

11. Qual é a importância de usar o coagulante na água em tratamento?

KARYB/SHUTTERSTOCK

Recipiente contendo demaquilante bifásico. Esse produto contém tanto água quanto elementos solúveis e insolúveis nela. Para seu uso, é necessário agitar o produto, assim seus componentes se distribuirão de forma igual.

10. Espera-se que os estudantes comentem que isso é necessário para que todos os componentes da mistura (produto envazado) se distribuam igualmente. Ao ser mantido em repouso, alguns de seus componentes de maior densidade e menor solubilidade podem se depositar no fundo do recipiente, enquanto outros componentes da mistura podem boiar.

11. O coagulante é um produto que faz pequenas partículas suspensas na água, como argila e microrganismos, que naturalmente não se depositam por ação da gravidade por serem menos densas, unirem-se, formando blocos de sujeira (flocos) densos, o que possibilita a separação por decantação.

12. Qual é a importância de trocar periodicamente os filtros de equipamentos como ar-condicionado, aspirador de pó e filtros domésticos?

Espera-se que os estudantes comentem que essa troca é essencial porque, uma vez que as partículas sólidas, como poeira e microrganismos, ficam retidas no filtro, ao longo do tempo elas se acumulam nesse item, prejudicando sua funcionalidade e podendo causar danos à saúde de seus usuários.

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

MODERNA

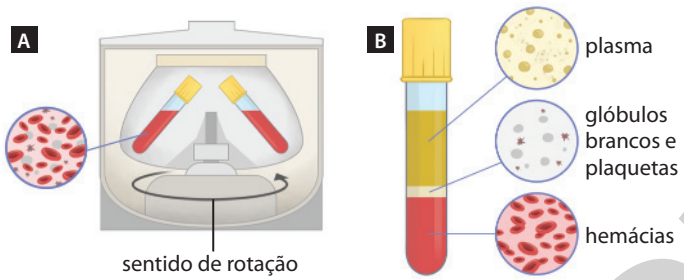
13. O objetivo desta questão é levar os estudantes a refletir sobre o processo como um todo. Eles podem comentar que a reciclagem reduz a extração de matérias-primas do ambiente, diminuindo danos ambientais e sociais ao evitar que mais rejeitos sejam produzidos e armazenados em barragens. Além disso, ao reciclar, reduz-se a quantidade de material descartado, evitando seu acúmulo no meio ambiente. O custo da reciclagem do aço é inferior ao de sua produção a partir do minério de ferro, além deste último consumir mais água em sua realização.

Outras técnicas de separação

Veja a seguir outras técnicas que possibilitam separar os componentes de misturas homogêneas e heterogêneas.

Centrifugação

A decantação é um processo que pode ocorrer de modo muito lento. Visando acelerá-lo, é possível utilizar a centrífuga. Nesse equipamento, a mistura é submetida a uma rotação em alta velocidade. As partículas mais densas da mistura são arremessadas em direção ao fundo do recipiente, enquanto a parte menos densa concentra-se na parte superior. Essa técnica é comumente utilizada em análises laboratoriais de sangue.



ILUSTRAÇÕES: HELOÍSA PINTARELLI

Representação de centrífuga em corte, mostrando os tubos com amostras de sangue em seu interior (**A**) e do sangue centrifugado (**B**). Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Eletroímã: dispositivo que utiliza uma corrente elétrica para adquirir a propriedade magnética característica de um ímã.

Levigação e abanação

A densidade também permite a aplicação de outras duas técnicas de separação: a levigação e a abanação.

Na levigação, uma corrente de água arrasta os materiais menos densos que estão na superfície, enquanto os materiais mais densos permanecem no fundo do recipiente. Essa técnica é muito utilizada por garimpeiros. Nesse caso, a mistura de sedimentos é colocada em um recipiente cônico (bateia) e submetida à água corrente. Os materiais menos densos, como a areia, são arrastados pela água, e os materiais mais densos, como o ouro, depositam-se no fundo do recipiente.

Já na abanação, a corrente de ar arrasta os materiais menos densos. Essa técnica é utilizada para a separação de grãos, como os de café e arroz, de outras partes vegetais coletadas, como cascas e folhas. Para isso, a mistura heterogênea é movimentada em diferentes direções e submetida à corrente de ar, que remove os materiais menos densos.

A intensidade das correntes de água e de ar depende da densidade dos materiais a serem separados.

Garimpeira realizando a técnica de levigação para a extração de ouro, no município de Senador José Porfírio, Pará (2017).

LUCIANA WHITAKER/PULSAR IMAGENS

ALF RIBEIRO/SHUTTERSTOCK

Pessoa separando grãos de café de folhas e galhos, por meio da técnica da abanação, em São Paulo (2015).

Catação e separação magnética

Durante o empacotamento de grãos, como os de feijão, é possível que grãos danificados e itens estranhos, como pedras, sejam embalados com o produto. Por isso, é necessário fazer a separação dos grãos adequados para consumo dos demais itens. Ao fazer esse procedimento, aplica-se uma técnica de separação, a catação, que se baseia no uso de uma pinça, das mãos ou de outro utensílio que possibilite selecionar, capturar e remover alguns componentes da mistura.

O aço é um dos materiais mais reciclados no mundo. Esse processo ocorre, principalmente, nas usinas siderúrgicas. Para isso, inicialmente, é necessário que o aço seja separado das demais sucatas metálicas, o que pode ser feito com a aplicação da separação magnética. Nesse processo, utiliza-se um ímã ou eletroímã para separar os materiais ferromagnéticos, ou seja, que são atraídos por ímã, dos demais materiais.

FERNANDO FAVORETTO/CRIAR IMAGEM

Pessoa utilizando a catação para separar grãos de feijão.

HACHI888/SHUTTERSTOCK

Eletroímã selecionando materiais de aço em uma usina de reciclagem nos Estados Unidos (2016).

13. Qual é a importância da reciclagem de ligas metálicas, como o aço?

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

MODERNA

ATIVIDADES

Registre em seu caderno. Respostas das questões **1** a **3** no **Suplemento para o professor**.

1. Leia o texto a seguir sobre tratamento de água.

[...]

O primeiro tratamento de água em massa foi realizado em Londres. Em 1829, os britânicos desenvolveram um sistema de filtragem para captar água do rio Tâmisa. Os técnicos arquitetaram camas de areia dispostas em camadas. Quando a água escorria por esse sistema, os grãos dos primeiros estratos retinham as impurezas e o líquido chegava limpo ao término do processo.

A atenção à pureza foi redobrada quando se confirmou, no meio do século 19, que a bebida transmitia a cólera. O tratamento virou obrigatório nas cidades. Uma das técnicas mais comuns passou a ser a adição de cloro [...].

CARDOSO, D. Como fazíamos sem água tratada? *Aventuras na História*, 12 fev. 2019. Disponível em: <https://aventurasnahistoria.uol.com.br/noticias/reportagem/historia-como-faziamos-sem-agua-tratada.phtml>. Acesso em: 14 abr. 2020. © Daniel Cardoso/Perfil.com LTDA.

a) Qual é o método de separação abordado no primeiro parágrafo do texto?

b) De acordo com as informações apresentadas no texto, um único método, citado no item **a**, foi suficiente para garantir a qualidade da água em Londres? Justifique sua resposta.

c) O método citado no item **a** pode ser utilizado para separar que tipo de resíduos (solúveis ou insolúveis) da água a ser tratada? Justifique sua resposta.

d) Atualmente, que outras técnicas de separação de misturas ajudam na adequação da qualidade da água para uso e consumo humano?

e) Qual é a importância da adição de cloro à água tratada?

f) Quais são as diferenças dos processos relatados no texto com a tecnologia de tratamento de água usada hoje em dia?

2. Expressões idiomáticas são conjuntos de palavras que expressam significados diferentes dos literais. "Procurar agulha no palheiro", por exemplo, é uma expressão utilizada para se referir a algo ou alguém muito difícil ou impossível de ser encontrado.

- Em uma situação real, que método(s) poderia(m) ser utilizado(s) para separar uma agulha metálica de palhas? Justifique sua escolha.

3. Para o preparo de macarrão cozido, são adicionados os seguintes itens em uma panela: água, sal, óleo e macarrão cru. Proponha um processo que possibilite separar cada um desses componentes.

SARUNTORN CHOTCHITIMA/SHUTTERSTOCK

Panela contendo água, sal, óleo e macarrão.

4. **(Enem)** As centrífugas são equipamentos utilizados em laboratórios, clínicas e indústrias. Seu funcionamento faz uso da aceleração centrífuga obtida pela rotação de um recipiente e que serve para a separação de sólidos em suspensão em líquidos ou de líquidos misturados entre si.

RODITI, I. **Dicionário Houaiss de física**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2005 (adaptado).

Nesse aparelho, a separação das substâncias ocorre em função: Alternativa **a**.

a) das diferentes densidades.

b) dos diferentes raios de rotação.

c) das diferentes velocidades angulares.

d) das diferentes quantidades de cada substância.

e) da diferente coesão molecular de cada substância.

RETOMANDO O QUE ESTUDEI

Respostas e orientações no **Suplemento para o professor**.

Refletindo sobre o que estudou nesta unidade, responda às questões a seguir.

1. Faça um esquema que represente a interação gravitacional em corpos na Terra e em corpos no Universo.

2. Qual é sua opinião a respeito da existência de vida em diferentes locais do Universo? Liste argumentos que poderiam ser apresentados a uma pessoa cética em relação à possibilidade de existência de formas de vida além da Terra.

3. Qual é a importância de usar máscaras em situações que exigem cuidado com o sistema respiratório, como ocorreu em 2020, durante a pandemia do coronavírus? A qual técnica de separação de misturas o uso de máscaras está relacionada?

4. A Terra apresenta condições até então consideradas ímpares no Sistema Solar e que possibilitam a existência das diferentes formas de vida. Embora o planeta esteja em constante transformação, o ser humano é seu principal agente modificador. Converse com seus colegas sobre como a ação antrópica pode interferir nessas condições consideradas ideais para a existência de vida.

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

MODELO

SER CONSCIENTE

Lixo espacial

Observe a charge a seguir.

ARIONAURO

SANTOS, Arionauro da Silva. Lixo espacial. *Arionauro cartuns*. Disponível em: <http://www.arionaurocartuns.com.br/2019/01/charge-lixo-espacial.html>. Acesso em: 21 fev. 2020.

Respostas no **Suplemento para o professor**.

- A charge ao lado retrata um problema atual, relacionado aos avanços tecnológicos que possibilitaram, por exemplo, ampliar o conhecimento sobre o Universo e seus astros. Que problema é esse? Converse com os colegas sobre esse assunto.

Você pode não enxergá-los a olho nu enquanto observa o céu, mas ao redor da Terra existem milhares de fragmentos de foguetes e de naves espaciais, bem como satélites artificiais sem uso. Esses materiais são mantidos em órbita na Terra e compõem o chamado lixo espacial, que, atualmente, é uma das grandes preocupações da comunidade científica. Isso porque a alta velocidade com que esses objetos se movem faz com que até mesmo o impacto com aqueles de tamanho reduzido possa causar sérios danos a equipamentos em uso nessa região, bem como graves acidentes, inclusive na superfície terrestre.

Afinal, o que levou ao acúmulo desses materiais ao redor da Terra? Há muito tempo o ser humano observa os astros a fim de compreender o Universo. Durante séculos, essas observações eram feitas a olho nu. No entanto, ao longo do tempo, equipamentos como a luneta desenvolvida pelo cientista italiano Galileu Galilei, no século XVII, e outras tecnologias possibilitaram ao ser humano não apenas visualizar os astros com mais detalhes a partir da superfície terrestre, como também observar o Universo e seus astros do espaço e chegar até alguns deles.

Em 1957, os soviéticos lançaram no espaço o primeiro satélite artificial não tripulado, chamado Sputnik 1. A partir disso, diversos outros equipamentos foram lançados ao espaço, como naves espaciais tripuladas e vários satélites artificias, para as mais variadas finalidades. Como resultado dessa corrida espacial, ao longo dos anos houve um acúmulo de materiais em torno da Terra, resultando em um cenário preocupante. Veja a seguir.

Desde o início da era espacial, em 1957, foram lançados no espaço, aproximadamente, cinco mil foguetes. Estes, por sua vez, foram responsáveis por lançar em torno de nove mil satélites artificiais na órbita da Terra.

Atualmente, existem, aproximadamente, cinco mil satélites artificiais no espaço, dos quais apenas 1,9 mil estão em funcionamento.

ALEXANDRE DE SOUZA

Representação de parte da superfície terrestre e do lixo espacial em torno dela. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

REPRODUÇÃO PROIBIDA

A Estação Espacial Internacional é de extrema importância científica, desempenhando diversas funções, como de observatório, laboratório, local de construção e manutenção de equipamentos espaciais, entre inúmeras outras. No entanto, ela está em perigo devido ao acúmulo de lixo espacial. Muitas vezes, os tripulantes da Estação Espacial Internacional precisam realizar manobras para evitar o choque com objetos que fazem parte do lixo espacial.

Assim, ao mesmo tempo em que os avanços tecnológicos possibilitam ampliar ainda mais a exploração do Universo e interferem positivamente em diversos aspectos da vida em sociedade, o mau gerenciamento dessa tecnologia que se insere no espaço e, muitas vezes não é removido, pode ser prejudicial tanto para os estudos científicos como para a sociedade.

A De acordo com a Agência Espacial Europeia (ESA, sigla em inglês), semanalmente são emitidos alertas sobre o risco de colisão de dez de seus satélites artificiais com itens do lixo espacial. Reflita sobre os itens apresentados a seguir e produza um breve texto abordando por que o lixo espacial, embora distante da superfície terrestre, pode interferir em atividades do nosso dia a dia.

Você considera importante a realização de monitoramento do lixo espacial? Quais são as possíveis consequências da colisão de itens do lixo espacial com satélites artificiais operantes para a população mundial?

Fonte: *European Space Agency* (ESA). Disponível em: <https://www.esa.int/Safety_Security/Space_Debris/Space_debris_by_the_numbers>. Acesso em: 3 jun. 2020.

B Faça uma pesquisa em *sites* a respeito de outros projetos que visam à remoção do lixo espacial. Converse com os colegas a respeito desses projetos e reflitam sobre soluções, não apenas para remoção do lixo espacial existente, mas para evitar que mais lixo se acumule no espaço.

C O lixo espacial é um problema atual, assim como a produção excessiva de resíduos sólidos na superfície da Terra. Reflita sobre as possíveis maneiras de reduzir a geração de resíduos sólidos e, com quatro colegas, proponham possíveis soluções ao lixo espacial.

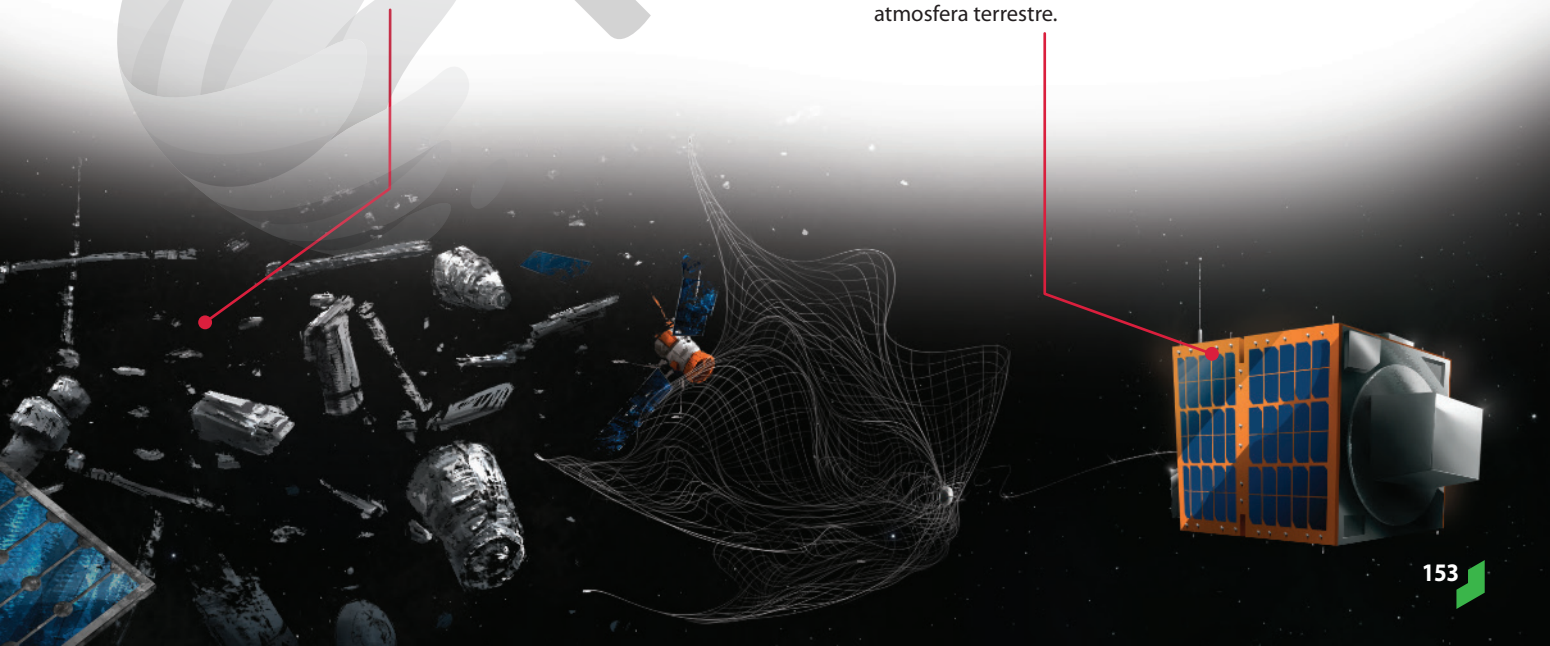
Estima-se que existam na órbita da Terra, aproximadamente:

- 34 mil objetos com tamanho superior a 10 centímetros;
- 900 mil objetos com tamanho entre 1 e 10 centímetros;
- 128 milhões de objetos com tamanho entre 1 milímetro e 1 centímetro.

Todos esses objetos espaciais equivalem a cerca de 8 mil toneladas de lixo orbitando o planeta Terra.

Planejada e desenvolvida por empresas espaciais e instituições de pesquisa, a missão Remove Debris é uma das primeiras tentativas para reduzir o problema do acúmulo de lixo espacial. Essa missão visa testar algumas maneiras de captura dos detritos presentes na órbita terrestre, como o uso de rede e arpão.

A intenção é remover os detritos da órbita da Terra, deixando-os cair para serem destruídos ao atingir a atmosfera terrestre.



MODERNA

Ampliando seus conhecimentos

REPRODUÇÃO

Para ler

- ***Praticar ciência***: metodologias do conhecimento científico, de Pedro Demo. São Paulo: Saraiva, 2012.

  O livro aborda as metodologias utilizadas na produção do conhecimento científico enfatizando a discussão e o questionamento com atitude crítica. Afinal, para fazer Ciência, precisamos questionar, inovar, inventar e superar.

- ***A origem dos elementos químicos***: uma abordagem inicial, de Antônio Manuel Alves Morais. 2. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2012.

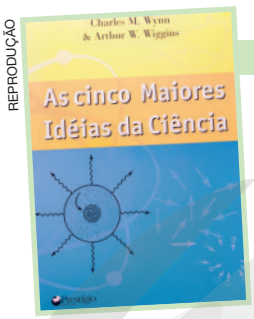
  Este livro retrata a origem dos elementos químicos, dentro de um contexto que vai desde a apresentação do conceito de átomo até o momento em que estes deram forma às primeiras substâncias químicas presentes na Terra.

REPRODUÇÃO

- ***O sonho de Mendeleiev***: a verdadeira história da Química, de Paul Strathern. Rio de Janeiro: Zahar, 2002.

  Este livro faz uma retrospectiva da história da Ciência e da Química, dando ênfase à forma com que Mendeleiev passou a visualizar um novo modo de organizar os elementos químicos na tabela periódica. O autor aborda inclusive a maneira com que Mendeleiev previu quais elementos preencheriam as lacunas até então observadas na tabela periódica.

REPRODUÇÃO



- ***As cinco maiores ideias da Ciência***, de Charles M. Wynn e Arthur W. Wiggins. São Paulo: Ediouro, 2002.

  Neste livro, o autor busca facilitar a compreensão do que é o mundo da Ciência por meio da análise de cinco ideias fundamentais: o modelo atômico, a lei periódica, a teoria do *Big Bang*, o modelo das placas tectônicas e a teoria da evolução. São apresentadas várias ilustrações e discussões que trazem informações de maneira simples e dinâmica.

Para assistir

- ***Hubble 3D***. Direção de Toni Myers. Canadá, 2010 (43 min).

  Este documentário apresenta a missão da tripulação do ônibus espacial Atlantis, que reparou e melhorou o Telescópio Espacial Hubble, o primeiro telescópio óptico do mundo a orbitar o planeta Terra. Além das imagens provenientes das atividades do telescópio, são mostradas fotos que remetem a uma viagem na linha do tempo do Universo. Essas imagens permitem imaginar como ele teria se originado, tal como prevê a teoria do *Big Bang*.

REPRODUÇÃO

- ***Perdido em Marte***. Direção de Ridley Scott, Estados Unidos: Fox Film do Brasil Ltda., 2015 (143 min).

  Durante uma missão ao planeta Marte, um astronauta desaparece após uma tempestade e é dado como morto por seus colegas, que partem de volta à Terra. Após perceberem que ele está vivo, os colegas planejam resgatá-lo. Para sobreviver, o protagonista utiliza os poucos equipamentos que tem e muita engenhosidade.

- ***A teoria de tudo***. Direção de James Marsh. Estados Unidos: Columbia Tristar Buena Vista Films of Brasil Ltda., 2014 (123 min).

  O filme conta a história do astrofísico Stephen Hawking e sua trajetória científica na qual fez descobertas relevantes para o mundo da Ciência, inclusive relacionadas ao tempo.

MODERNA

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

Respostas

Veja a seguir as respostas das atividades de múltipla escolha, das que envolvem cálculos e das questões de provas oficiais.

UNIDADE 1 Ciências da Natureza

CAPÍTULO 1
Do místico ao racional

Página 17

2. Alternativa **e**. A questão aborda a transição do pensamento místico para o racional, fase na qual Aristóteles e Platão estão inseridos, buscando a reflexão sistemática sobre os fenômenos naturais, de modo que esse conhecimento não viesse da inspiração divina. O fato de esses filósofos considerarem que a aceitação de uma crença é uma escolha quer dizer que devemos justificar nossas escolhas racionalmente.

CAPÍTULO 3
A Ciência moderna

Páginas 26 e 27

3. Alternativa **c**. Na revolução científica, diversas ideias e descobertas foram justamente contra o pensamento vigente na época, legitimado pela Igreja e pelo poder monárquico.

4. Alternativa **c**. Galileu adotava uma postura revolucionária de confronto às visões dogmáticas da Igreja e da filosofia conservadora (escolástica). Ele defendia, por exemplo, o heliocentrismo.

5. Soma: 01 + 02 + 16 = 19

01) Correta.

02) Correta.

04) Incorreta. De acordo com o texto, o filósofo estadunidense Thomas Samuel Kuhn (1922-1996) afirmava que uma teoria se torna um modelo de conhecimento ou um paradigma científico. Um cientista, diante de um fato ou de um fenômeno ainda não estudado, o explica usando o modelo ou o paradigma científico mais atual.

08) Incorreta. Para Thomas Kuhn, uma revolução científica acontece quando o cientista descobre que o paradigma disponível não consegue explicar um fenômeno ou um fato novo, sendo necessário produzir um novo paradigma, que o explique melhor. No entanto, isso não torna as teorias anteriores erradas. Para ele, o avanço científico acontece quando um novo paradigma funciona melhor do que o anterior.

16) Correta.

UNIDADE 2 Como tudo começou...

CAPÍTULO 1
Formação do Universo

Páginas 41 e 42

1. **A** – verdadeira.

B – verdadeira.

C – falsa. O Universo não é estático, ele está em constante expansão, e as galáxias estão se afastando umas das outras, sugerindo que em algum período elas deveriam estar mais próximas.

2. Alternativa **a**.

5. Alternativa **e**.

a) Falsa. A estrela D'Alva faz referência ao planeta Vênus.

b) Falsa. Júpiter é um dos planetas gasosos, e o último dos planetas rochosos (a partir do Sol) é o planeta Marte, com calotas polares que provavelmente contêm água.

c) Falsa. A Terra é considerada o planeta azul.

d) Falsa. Júpiter, Saturno, Urano e Netuno são planetas gasosos.

e) Verdadeira.

6. I - b; II - a; III - d; IV - e; V - c.

7. **a)** $\Delta m = 3{,}00 \cdot 10^{-29}$ kg

Resolução: $\Delta m = 4 \cdot m_H - m_{He} \Rightarrow$

$\Rightarrow \Delta m = 4 \cdot 1{,}67 \cdot 10^{-27} - 6{,}65 \cdot 10^{-27} \therefore \Delta m = 3{,}00 \cdot 10^{-29}$ kg

b) $2{,}7 \cdot 10^{26}$ W

Resolução:

A energia dissipada pela diferença de massa entre o núcleo de hidrogênio e de hélio é dada por:

$$E = \Delta m \cdot c^2 \Rightarrow E = 3{,}00 \cdot 10^{-29} \cdot \left(3{,}00 \cdot 10^{8}\right)^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E = 2{,}7 \cdot 10^{-12} \text{ J}$$

Assim, a energia total, por segundo, é:

$$E_{TOTAL} = 2{,}7 \cdot 10^{-12} \cdot 10^{38} \Rightarrow E_{TOTAL} = 2{,}7 \cdot 10^{26} \text{ J}$$

Portanto, a potência total gerada por unidade de tempo é:

$$P_{OT} = \frac{E_{TOTAL}}{\Delta t} = \frac{2{,}7 \cdot 10^{26}}{1} \therefore P_{OT} = 2{,}7 \cdot 10^{26} \text{ W}$$

CAPÍTULO 2
Organizando a matéria

Página 48

2. Alternativa **e**. O termo "nife" é formado pela junção dos símbolos dos elementos químicos níquel e ferro, principais elementos constituintes do núcleo da Terra.

4. Soma: 01 + 04 + 08 = 13

01) Correta.

02) Incorreta. Os limites entre as camadas que formam a estrutura da Terra são chamados descontinuidades, que separam regiões que apresentam mudanças relativamente bruscas de composição química. Isso pode ser percebido pelos estudos realizados com ondas sísmicas.

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

MODERNA

04) Correta.

08) Correta.

16) Incorreta. A crosta é a camada mais externa do planeta, composta basicamente pelos elementos químicos oxigênio, silício, alumínio, ferro, cálcio, magnésio, potássio e sódio.

Página 57

1. Soma: 01 + 04 = 05

01) Correta.

02) Incorreta. No modelo de Rutherford são os elétrons que fica nas órbitas.

04) Correta.

08) Incorreta. O orbital fica na região da eletrosfera.

16) Incorreta. Atualmente é definido a probabilidade estatística do tempo, posição e velocidade.

2. Alternativa **b**.

Alternativas **a**, **c**, **d** e **e**: incorretas. A teoria atômica de Dalton considerava que os átomos eram esféricos, maciços e indivisíveis. Já a teoria atômica de Rutherford sugere que o átomo era formado por uma pequena região central positiva, que concentrava quase toda a massa do átomo – o núcleo –, e era circundada por um grande espaço vazio. Nesse espaço, localizavam-se os elétrons, os quais se movimentavam em torno do núcleo seguindo órbitas específicas. O modelo atômico de Bohr se caracteriza por um núcleo atômico denso, que apresenta carga positiva; ele sugeriu que os átomos de diferentes elementos químicos teriam determinados estados de energia, uma vez que emitiam radiações em determinados comprimentos de onda. Portanto, a relação correta é:

I - Rutherford; II - Dalton; III - Bohr.

3. **a)** Alternativa **e**. De acordo com o modelo atômico proposto por Bohr, quando o elétron absorve energia suficiente, ele se desloca de um nível de menor energia para um de maior energia. Quando retorna ao nível original, o elétron emite, na forma de fóton, a mesma quantidade de energia antes absorvida.

CAPÍTULO 3
Organização dos elementos químicos

Páginas 64 e 65

1. **c)** II e III.

5. Alternativa **d**. Lítio – Metal alcalino; berílio – Metal alcalino terroso; flúor – halogênio; nêonio – gases nobres.

6. Alternativa **d**. O sódio pertence ao grupo dos metais alcalinos, grupo 1.

7. Alternativa **c**. Os níveis de energia estão relacionados ao período da tabela periódica no qual o elemento químico se encontra; no caso do elemento ferro, no 4º período, assim como o cobre.

8. Alternativa **c**. Os elementos nióbio e tântalo pertencem ao grupo 5 da tabela periódica.

9. Soma: 01 + 08 = 09.

O elemento químico com número atômico 38 é o estrôncio; na tabela periódica, ele está localizado no 5º período e no grupo 2, de metais alcalinos terrosos.

11. Alternativa **a**. O elemento carbono está localizando no 2º período e no grupo 14 da tabela periódica. Sua configuração eletrônica no nível de valência é $ns^2\ np^2$, apresentando 4 elétrons na última camada.

CAPÍTULO 4
A Terra no Universo

Página 73

5. Alternativa **e**. O fato de Ptolomeu ter apresentado primeiro o modelo de geocentrismo e este ter sido referência para os astrônomos durante centenas de anos não torna essa ideia mais valiosa do que a do heliocentrismo, apresentada posteriormente por Copérnico. Esse modelo explicativo foi demonstrado com base em cálculos precisos. Embasado pelas ideias de Copérnico e, principalmente, por dados obtidos sobre o planeta Marte e a pesquisa científica, Kepler apresentou uma teoria científica que pôde ser testada e generalizada, o que torna a alternativa **e** correta.

6. Alternativa **c**. No texto são relatadas evidências de que o Universo realmente teve início com o *Big Bang*. No entanto, este não foi por explosão da matéria nem energias infinitas concentradas em um ponto microscópio, mas sim decorrente do inchaço da semente cósmica, ou seja, de uma rápida expansão.

CAPÍTULO 5
Teorias sobre a origem da vida

Páginas 83 a 85

5. Alternativa **e**. Conforme é relatado no texto, a agricultura foi desenvolvida após o ser humano tornar-se moderno, muito tempo depois do surgimento dos primeiros vegetais na Terra. Desde o surgimento da Terra até o aparecimento do ser humano, ocorreram alterações e perturbações na Terra, ou seja, não houve ações antrópicas nesses casos. Logo após o desenvolvimento industrial, ocorreu a produção significativa do lixo do planeta e, consequentemente, danos ao ambiente.

Alternativa **d**. Essa atividade pode ser resolvida por meio de regra de três. Primeiro, é preciso fazer uma regra de três para obter o valor de 1 hora em dias, depois uma segunda regra de três para obter esse valor em anos. Dessa maneira, é obtido o valor de 1 hora em anos, e, fazendo a terceira regra de três, chega-se ao ano em que a agricultura começou a ser praticada pelo ser humano moderno.

Alternativa **b**. Para chegar ao valor de 45 anos, o valor da idade da Terra (4 500 000 000) foi dividido por 100 000 000. Utilizando a escala proposta no texto, ao dividir 15 000 000 000 por 100 000 000, são obtidos 150 anos.

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

6. Alternativa **d**. A resposta correta contempla a ordem mais aceita, atualmente, para o acontecimento desses eventos, que são: inicialmente, a formação de moléculas orgânicas, em razão da exposição da superfície terrestre à radiação ultravioleta e às descargas elétricas, frequentes na atmosfera primitiva; em seguida, pela formação das primeiras células a partir de rearranjos moleculares durante milhões de anos; seguido pelo surgimento de organismos autotróficos, que produzem alimentos por meio de reações fotossintetizantes; por fim, o surgimento de organismos aeróbios, em razão da presença de gás oxigênio na atmosfera promovida pela fotossíntese realizada pelos organismos autotróficos.

9. Alternativa **b**. A figura apresenta a formação das organelas a partir de invaginações da membrana plasmática.

10. Alternativa **d**. As células mais simples são procariontes heterotróficas, que se alimentam apenas de matéria orgânica simples.

11. Alternativa **d**.

IV) Incorreta. As proteínas e ácidos nucleicos presentes nos organismos atuais são os mesmos que formaram os organismos primitivos.

12. Soma: 01 + 08 + 64 = 73

01) Correta.

02) Incorreta. Segundo a hipótese heterotrófica, os primeiros seres vivos obtinham energia da degradação de moléculas orgânicas, por meio da fermentação.

04) Incorreta. As hipóteses heterotrófica e autotrófica foram baseadas em evidências teóricas, entretanto, não há fatos comprovados em laboratório que demonstrem ambas as teorias.

08) Correta.

16) Incorreta. Stanley Miller, por meio de seus experimentos, comprovou a possibilidade da formação de aminoácidos a partir de componentes como metano, amônia, vapor de água, dióxido de carbono e hidrogênio, disponíveis na atmosfera primitiva da Terra.

32) Incorreta. Não há um consenso entre os cientistas em relação à impossibilidade de moléculas orgânicas serem formadas fora do ambiente terrestre, pois há estudiosos que defendem a teoria da panspermia, os quais afirmam que a matéria orgânica teria chegado à Terra em meteoritos vindo de outros planetas.

64) Correta.

UNIDADE 3 A Terra e o Universo

CAPÍTULO 1
Os astros no Universo

Página 95

1. Alternativa **b**. O movimento de translação da Terra em torno do Sol é um dos fatores que permite a mudança da posição relativa entre os corpos, causando a alteração da posição em que o Sol se põe e nasce no horizonte.

2. Alternativa **c**.

I) Correta.

II) Incorreta. De acordo com a primeira lei de Kepler, os planetas executam órbitas elípticas, sendo que o Sol está em um de seus focos.

III) Correta.

IV) Correta.

V) Incorreta. O afélio corresponde ao ponto da órbita de um planeta em que está mais distante do Sol. Portanto, a sua velocidade é mínima.

3. **b)** 164,32

Resolução:

$$\frac{T_N^{\,2}}{R_N^{\,3}} = \frac{T_T^{\,2}}{R_T^{\,3}} \Rightarrow \frac{T_N^{\,2}}{T_T^{\,2}} = \frac{(4{,}5 \cdot 10^9)^3}{(1{,}5 \cdot 10^8)^3} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{T_N^{\,2}}{T_T^{\,2}} = 27\,000 \Rightarrow \frac{T_N}{T_T} \simeq 164{,}32$$

Páginas 107 e 108

2. Alternativa **b**. O cinto de segurança que apresenta menor amplitude de aceleração é o mais seguro, portanto, de acordo com o gráfico, é o cinto 2.

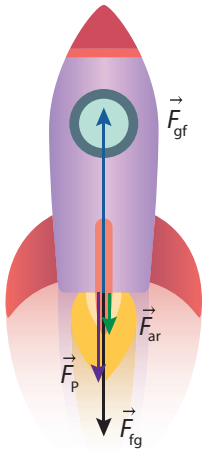
3. Alternativa **b.** Ao saltar do avião, o paraquedista está sujeito à força resultante que corresponde à força peso, com sentido para baixo. Durante a queda, a velocidade do paraquedista aumenta, fazendo surgir e intensificar a força de resistência do ar, com mesma direção que a força peso, porém de sentido contrário. Conforme o tempo passa, a força resultante sobre o paraquedista diminui até ser nula, ou seja, a força de resistência do ar iguala-se à força peso, e o paraquedista atinge a velocidade limite (constante). No instante T_A, em que o paraquedas é aberto, a força de resistência aumenta bruscamente, logo, a força resultante também aumenta bruscamente com sentido para cima. Conforme o tempo passa, a velocidade diminui e, consequentemente, a força de resistência também diminui, até que novamente ocorra o equilíbrio das forças e a velocidade do paraquedista passa a ser constante.

4. Na resolução desta atividade, identifique as principais forças que atuam no foguete, como a força peso, a força de resistência do ar, a força do foguete lançando os gases (ação) e a força dos gases no foguete (reação), que o impulsiona.

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

MODERNA

a)



HELOÍSA PINTARELLI

Representação das forças presentes durante a decolagem de um foguete. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

5. Alternativa **b**. De acordo com a terceira lei de Newton, o ventilador do carro **B** empurra o ar para esquerda enquanto o ar impulsiona o carro para a direita. Já no carro **A**, uma parcela do ar empurrado para a direita pelo ventilador é refletida para a esquerda pela vela parabólica, fazendo o carro **A** mover-se para a direita com velocidade menor da velocidade do carro **B**.

6. Alternativa **e**. A terceira lei de Newton define que o par de forças de ação e reação possui o mesmo módulo e direção, mas sentidos opostos. Como a força de ação atua em um corpo diferente em que atua a reação, essas forças nunca se anulam.

Página 112

1. Alternativa **b**. De acordo com a lei da Gravitação Universal de Newton, a força gravitacional possui dependência direta das massas e inversa do quadrado da distância entre os corpos. Assim, como as massas dos satélites são as mesmas, quanto menor a distância entre o satélite e a Terra, maior é a força gravitacional.

5. 0,4 m/s² e 10 N

Resolução:

Utilizando $\frac{F}{m} = g = 9{,}8 = \frac{G \cdot M}{R_T^2}$, tem-se:

$$g = \frac{G \cdot M}{(R_T + h)^2} = \frac{G \cdot M}{(R_T + 4 \cdot R_T)^2} = \frac{G \cdot M}{25 \cdot R_T^2} =$$

$$= \frac{9{,}8}{25} \simeq 0{,}4 \therefore g \simeq 0{,}4 \text{ m/s}^2$$

$$P = m \cdot g = 25 \cdot 0{,}4 = 10 \therefore P = 10 \text{ N}$$

CAPÍTULO 2
Movimentos na Terra

Páginas 122 e 123

1. Alternativa **d**. Uma vez que os objetos percorrem o mesmo trajeto e chegam ao solo no mesmo instante, como destaca o enunciado, o martelo e a pena possuirão, portanto, a mesma aceleração; corpos em queda no vácuo caem em queda livre e estarão sujeitos à mesma aceleração: a gravitacional.

2. $v = 485$ m/s ou $v = 1\,746$ km/h

Resolução:

Utilizando a equação horária da velocidade e considerando que o paraquedista partiu do repouso, tem-se:

$v = v_0 + g \cdot t \Rightarrow 0 + 9{,}7 \cdot 50 \therefore v = 485$ m/s ou $v = 1\,746$ km/h

O valor obtido no cálculo é maior que o valor atingido realmente, pois no cálculo se considera um movimento de queda livre sob ação apenas da força da gravidade. Como no movimento real existe a resistência do ar, a velocidade realmente atingida é menor.

3. $v = 14{,}1$ m/s

Resolução:

Adotando $g = 10$ m/s², definindo $y_0 = 0$ no local onde o atleta inicia o salto e definindo o referencial vertical crescente para baixo, tem-se:

$$y = y_0 + v_0 \cdot t + \frac{g \cdot t^2}{2} \Rightarrow 10 = 0 + 0 \cdot t + \frac{10 \cdot t^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 10 = \frac{10 \cdot t^2}{2} \Rightarrow 10 = 5 \cdot t^2 \Rightarrow t = \sqrt{2} \therefore t \simeq 1{,}41 \text{ s}$$

Substituindo o valor do tempo em que o atleta ficou no ar na função horária da velocidade, tem-se:

$$v = v_0 + g \cdot t \Rightarrow v = 0 + 10 \cdot 1{,}41 \therefore v = 14{,}1 \text{ m/s}$$

4. **b)** $a_A = a_B = a_C = g$

5. **a)** Verdadeira.

b) Falsa. No lançamento vertical, os corpos estão sujeitos à ação da força gravitacional, portanto a aceleração é a da gravidade, e esta é constante durante todo o movimento.

c) Falsa. Durante a descida, o corpo também executa um MRUV, mas este é um MRUV acelerado.

d) Verdadeira.

e) Verdadeira.

6. Alternativa **d**. Ao desprezar o efeito da resistência do ar, a força resultante que age sobre a régua será o seu peso, que é constante. O movimento de queda da régua terá aceleração constante e, se considerarmos a função horária das posições, a distância percorrida será proporcional ao quadrado do tempo de queda, aumentando mais rapidamente. Assim, o movimento citado corresponde a um movimento acelerado com aceleração constante.

7. Alternativa **a**.

Resolução:

Considerando a aceleração da gravidade local de 10 m/s² e $\Delta y = 20$ m, definindo o referencial vertical crescente para baixo, tem-se, pela equação de Torricelli:

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot g \cdot \Delta y \Rightarrow v^2 = 0^2 + 2 \cdot 10 \cdot 20 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v^2 = 400 \therefore v = 20 \text{ m/s}$$

9. **I)** Falsa. O movimento horizontal do objeto é classificado como uniforme, ou seja, aceleração nula.

II) Verdadeira.

III) Falsa. O movimento horizontal, por ser um movimento uniforme, possui a equação horária da posição de primeiro grau e com aceleração nula.

MODERNA

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

IV) Falsa. Na altura máxima, apenas a componente vertical da velocidade é nula, sendo o vetor velocidade igual a sua componente horizontal.

10. A bola de golfe toca o solo após o buraco distante a 200 m, não havendo possibilidade de a jogada *hole in one* ocorrer.

Resolução:

Nesse tipo de lançamento, temos um MRUV na vertical e um MRU na direção horizontal. Logo, o tempo em que a bola de golfe permanece no ar pode ser obtido usando a função horária da velocidade para um MRUV:

$$v_y = v_{0_y} - g \cdot t \Rightarrow 0 = 50 \cdot \text{sen } 30° - 10 \cdot t_{subida} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 0 = 25 - 10 \cdot t_{subida} \Rightarrow t_{subida} = \frac{25}{10} \therefore t_{subida} = 2{,}5 \text{ s}$$

Como o tempo de subida é igual ao tempo de descida, quando desprezada a resistência do ar, tem-se:

$$t_{total} = t_{subida} + t_{descida} \Rightarrow t_{total} = 2{,}5 + 2{,}5 \therefore t_{total} = 5{,}0 \text{ s}$$

A distância horizontal percorrida pode ser calculada usando a função horária das posições para um MRU, então:

$$x = x_0 + v_x \cdot t \Rightarrow x = 0 + 50 \cdot \cos 30° \cdot 5 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x = 50 \cdot 0{,}87 \cdot 5 \therefore x = 217{,}5 \text{ m}$$

Assim, a bola de golfe toca o solo após pasar o buraco, que está distante 200 m, não existindo a possibilidade da jogada *hole in one* ocorrer.

11. **a)** $v = 10 \cdot t$ e $y = 5 \cdot t^2$

Resolução:

Considerando $v_0 = 0$, no instante $t_0 = 0$, em um local onde a aceleração da gravidade pode ser considerada 10 m/s², a função horária das velocidades é dada por: $v = v_0 + g \cdot t \Rightarrow v = 0 + 10 \cdot t \therefore v = 10 \cdot t$. Já a função horária das posições para esse movimento é dada por:

$$y = y_0 + v_0 \cdot t + \frac{g \cdot t^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow y = 0 + 0 \cdot t + \frac{10 \cdot t^2}{2} \Rightarrow y = \frac{10 \cdot t^2}{2} \therefore y = 5 \cdot t^2$$

b) Para $t = 0$, $v = 0$ e $y = 0$; $t = 0{,}4$ s, $v = 4$ m/s e $y = 0{,}8$ m; $t = 0{,}8$ s, $v = 8$ m/s e $y = 3{,}2$ m

Resolução:

Para $t = 0$, temos: $y = 0$ e $v = 0$;

Para $t = 0{,}4$ s temos: $v = 10 \cdot t \Rightarrow v = 10 \cdot 0{,}4 \therefore v = 4$ m/s e $y = 5 \cdot t^2 \Rightarrow y = 5 \cdot 0{,}4^2 \therefore y = 0{,}8$ m;

Para $t = 0{,}8$ s, temos: $v = 10 \cdot t \Rightarrow v = 10 \cdot 0{,}8 \therefore v = 8$ m/s e $y = 5 \cdot t^2 \Rightarrow y = 5 \cdot 0{,}8^2 \therefore y = 3{,}2$ m

CAPÍTULO 3
A vida na Terra

Página 131

4. Alternativa **d**. Para obter a resposta para essa questão, os estudantes deverão observar a porcentagem de água existente em cada tecido do corpo humano e diminuir esse valor pelo valor total da amostra intacta (200 mg), obtendo assim o valor desta amostra sem a água (80 mg). No caso, 200 mg menos 60% (quantidade de água existente no tecido conjuntivo) resulta no valor de 80 mg.

CAPÍTULO 4
Substâncias e misturas

Página 145

1. Alternativa **c**. Apenas dois elementos químicos estão representados na imagem: um representado pelas bolinhas vermelhas e o outro, pelas bolinhas pretas.

2. Alternativa **e**. A molécula de água é uma substância composta constituída por dois átomos de hidrogênio e um átomo de oxigênio.

3. O objeto é feito de alumínio.

Resolução:

$V_{inicial} = 7$ mL

$V_{final} = 21$ mL

$\Delta V = V_{final} - V_{inicial} \Rightarrow 21 - 7 = 14$ mL

$$d = \frac{m}{V} \Rightarrow d = \frac{37{,}8}{14} \Rightarrow d = 2{,}7 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1} \text{ ou } 2{,}7 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$$

Página 151

4. Alternativa **a**. A alta rotação da centrífuga acelera o processo de decantação, separando os componentes de uma mistura de acordo com suas diferentes densidades.

Siglas

Enem › Exame Nacional do Ensino Médio

IFBA › Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia

IFSUL › Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense

UCPEL › Universidade Católica de Pelotas

Udesc › Universidade do Estado de Santa Catarina

UEL › Universidade Estadual de Londrina

UEM › Universidade Estadual de Maringá

UFG › Universidade Federal de Goiás

UFSC › Universidade Federal de Santa Catarina

UFV › Universidade Federal de Viçosa

Unesp › Universidade Estadual Paulista

Unicentro › Universidade Estadual do Centro Oeste

Unifal › Universidade Federal de Alfenas

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

MODERNA

Referências bibliográficas comentadas

Livros

BACICH, L.; TANZI NETO, A.; TREVISANI, F. de M. (Org.). *Ensino híbrido*: personalização e tecnologia na educação. Porto Alegre: Penso, 2015.

O livro apresenta possibilidades de integração entre as tecnologias digitais e o currículo escolar, auxiliando em um maior engajamento dos estudantes no aprendizado por meio de intervenções efetivas.

CARVALHO, A. M. P. de (Org.) et al. *Ensino de ciências*: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Cengage Learning, 2004.

O livro traz inovações para o ensino, incentivando os estudantes a construir um conhecimento científico para auxiliá-los na compreensão do mundo.

COMINS, N. F.; KAUFMANN III, W. J. *Descobrindo o Universo*. 8. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

Livro completo, com todos os principais temas que envolvem Astronomia e Astrofísica. Contém exercícios de fixação no final de cada capítulo.

FILATRO, A.; CAVALCANTI, C. C. *Metodologias inovativas na educação presencial, a distância e corporativa*. São Paulo: Saraiva Educação, 2018.

Esse livro esclarece os principais aspectos das inovações em educação por meio de metodologias ativas de ensino-aprendizagem, apresentando casos práticos e estratégias.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de física*. 10. ed. São Paulo: LTC, 2016. 4 v.

A coleção apresenta a teoria e exercícios ligados a aplicações práticas do mundo real.

KOTZ, J. C. et al. *Química geral e reações químicas*. 5. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2006. 2 v.

Mostra a relação entre as observações químicas e físicas em laboratório e na natureza, denotando a dinamicidade da Química.

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

O livro oferece material reflexivo sobre práticas docentes, fazendo a ligação entre o que se trabalha na formação profissional e o que é realizado em diferentes espaços de ensino de Biologia.

NEWTON, I. *Principia*: princípios matemáticos de filosofia natural: livro I. 2 ed. 2. reimp. São Paulo: Edusp, 2012.

Newton, nesse livro, expõe seu método a partir dos princípios mais simples, comprovados pelo estudo dos fenômenos, lançando as bases da Mecânica.

O Mundo em que vivemos. São Paulo: Abril, [s. d.]. v. 1.

O livro conta duas histórias, fazendo uma trajetória da origem da Terra e do início da vida no planeta.

PRESS, F. et al. *Para entender a Terra*. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

Livro que aborda uma concepção sobre o planeta, bem como uma análise da gestão ambiental e seus desafios.

PURVES, W. K. et al. *Vida*: a ciência da biologia. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2002.

Obra de introdução à Biologia, com informações detalhadas e estimulantes, sempre iniciando os capítulos com uma história. Tem o propósito de intrigar os estudantes, auxiliando-os a relacionar a teoria ao mundo à sua volta.

RONAN, C. A. *História ilustrada da ciência*: a ciência nos séculos XIX e XX. Rio de Janeiro: Zahar, 2002. v. 4.

O livro traz o desenvolvimento da ciência e do pensamento científico no mundo desde os tempos primitivos e apresenta as principais civilizações científicas e o papel da ciência e tecnologia na sociedade.

Sites

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Versão final. Brasília: MEC, 2018a. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 18 maio 2020.

Este *site* apresenta a Base Nacional Comum Curricular, seguida pelo livro, e define o conjunto de aprendizagens essenciais que os estudantes devem desenvolver durante a Educação Básica.

NASA. Disponível em: <https://www.nasa.gov/images/content/149890main_BetaPictDiskbMac.jpg>.

NASA. *Earth*. Disponível em: <https://solarsystem.nasa.gov/planets/earth/in-depth/>.

NASA. *Planets*. Disponível em: <https://solarsystem.nasa.gov/planets/overview/>. Acessos em: 18 maio 2020.

Sites que dão uma visão geral sobre os planetas de nosso Sistema Solar, suas localizações nas órbitas, em tempo real, além da possibilidade de uma exploração em 3D de planetas, luas, asteroides e cometas.

LOCHNER, J. C.; ROHRBACH, G.; COCHRANE, K. *What is your cosmic connection to the elements?*. Disponível em: <https://www.nasa.gov/pdf/190387main_Cosmic_Elements.pdf>.

UNIVERSITY OF CALIFORNIA. *Origin of the elements*. Disponível em: <https://www2.lbl.gov/abc/wallchart/chapters/10/0.html>. Acessos em: 18 maio 2020.

Os *sites* trazem informações e atividades abrangendo tópicos de Astronomia, Física e Química, como a origem cósmica dos elementos químicos, o *Big Bang*, os ciclos de vida das estrelas e os processos de fusão.

Vida e educação em ciências: a origem da vida na Terra. Universidade de São Paulo. Disponível em: <https://midia.atp.usp.br/impressos/redefor/EnsinoCiencias/VidEd_2011_2012/VidEd_v2_Semana_03.pdf>. Acesso em: 18 maio 2020.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. *O Big Bang*. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/fis02001/aulas/cosmo3.html>. Acesso em: 18 maio 2020.

Este *site* apresenta o modelo padrão e evidências observacionais do *Big Bang*, juntamente com a evolução do Universo e o mapeamento da radiação cósmica, bem como traz suposições sobre o futuro do Universo.

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

MODERNA

ISBN 978-65-5779-059-5

MODERNA