



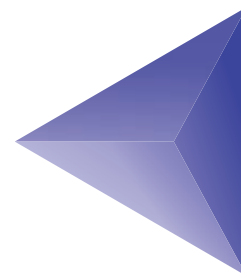
INTRODUÇÃO: MATÉRIA, ENERGIA E MEDIDAS

▲ A fabricação de pigmentos sintéticos é um dos exemplos mais antigos de indústria química. Os impressionistas utilizaram bastante as cores fortes dos pigmentos surgidos na época, como exemplifica a pintura *Estrada com Cipreste e Estrela*, de Vincent van Gogh.

O título deste livro é *Química: a ciência central* porque muito do que se passa no mundo envolve química. A **química** é o estudo da matéria, das suas propriedades e das transformações pelas quais ela passa. À medida que avançar em seu estudo, você verá como os princípios químicos atuam em todos os aspectos das nossas vidas, incluindo o modo como nossos corpos processam os alimentos que comemos, a produção de energia para nossos veículos e dispositivos eletrônicos portáteis, a mudança da cor das folhagens no outono e questões importantes do meio ambiente. Você também verá que as propriedades das substâncias podem ser adaptadas para aplicações específicas ao controlar sua composição e estrutura.

Este primeiro capítulo oferece uma visão geral a respeito do significado da química e da função dos químicos. A seção “O que veremos” neste e nos outros capítulos apresenta a organização do capítulo e algumas das ideias que serão consideradas.

1



O QUE VEREMOS

- 1.1 ▶ Estudo da Química** Aprender o que é química, o que são átomos e moléculas e por que é importante estudar química.
- 1.2 ▶ Classificações da matéria** Examinar classificações fundamentais da matéria; distinguir entre *substâncias puras* e *misturas* e entre *substância simples* e *composta*.
- 1.3 ▶ Propriedades da matéria** Usar *propriedades* para caracterizar, identificar e separar substâncias; distinguir as propriedades químicas das físicas.
- 1.4 ▶ A natureza da energia** Explorar a natureza da energia e as formas que ela assume, especialmente a energia cinética e a energia potencial.
- 1.5 ▶ Unidades de medida** Aprender como os números e as unidades do sistema métrico são utilizados na ciência para descrever propriedades.
- 1.6 ▶ Incerteza nas medidas e algarismos significativos** Usar algarismos significativos para expressar a incerteza inerente em quantidades medidas e nos cálculos.
- 1.7 ▶ Análise dimensional** Aprender a usar números e unidades em cálculos; usar unidades para verificar se um cálculo está correto.



Objetivos de aprendizagem

Após terminar a **Seção 1.1**, você deve ser capaz de:

- ▶ Explicar os conceitos de matéria, átomos e moléculas.
- ▶ Demonstrar como as moléculas e os átomos que as compõem são representados por modelos moleculares.

1.1 | Estudo da Química

A química está no centro de muitas transformações que ocorrem no mundo que nos rodeia e explica as diferentes propriedades da matéria. Para entender como surgem essas transformações e propriedades, é preciso olhar bem abaixo da superfície de nossas observações cotidianas.

A perspectiva atômica e molecular da Química

A química é o estudo das propriedades e do comportamento da matéria. A **matéria** é o material físico do universo, ou seja, é tudo aquilo que tem massa e ocupa lugar no espaço. Uma **propriedade** é qualquer característica que nos permita reconhecer um determinado tipo de matéria e distingui-lo de outros tipos. Este livro, seu corpo, o ar que você respira e as roupas que veste são exemplos de matéria. Observamos uma enorme variedade de matéria no mundo, mas inúmeros experimentos mostram que toda matéria é feita de combinações de pouco mais de 100 substâncias chamadas **elementos**. Um dos nossos principais objetivos será relacionar as propriedades da matéria com a sua composição, ou seja, com os elementos particulares que ela contém.

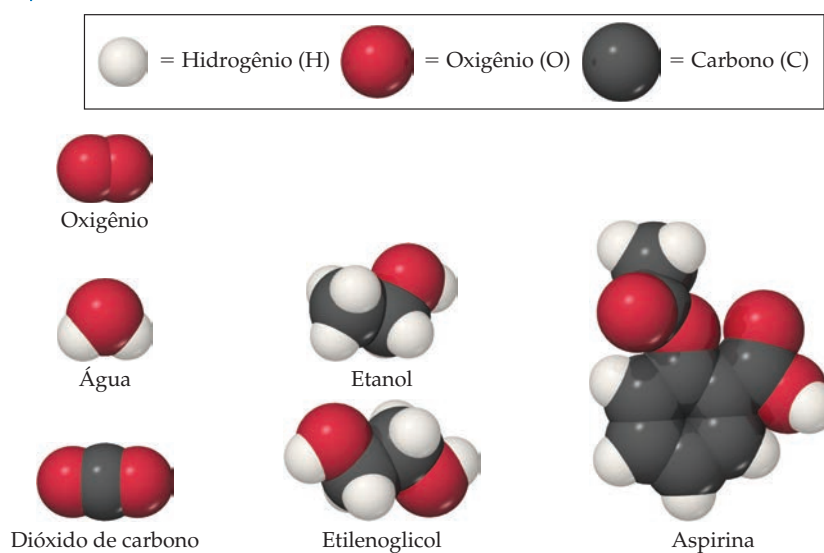
A química também fornece uma base para compreender as propriedades da matéria em termos de **átomos**, partículas fundamentais muito pequenas da matéria. Cada elemento é composto por um único tipo de átomo. Veremos que as propriedades da matéria se referem tanto aos tipos de átomo contidos nela (*composição*) quanto aos arranjos desses átomos (*estrutura*).

Nas **moléculas**, dois ou mais átomos se unem e adquirem formas específicas. Ao longo deste livro, as moléculas são representadas por esferas coloridas, ilustrando como os átomos estão ligados (**Figura 1.1**). A cor é uma forma conveniente de distinguir os átomos de diferentes elementos. Por exemplo, note que as moléculas de etanol e etilenoglicol na Figura 1.1 têm diferentes composições e estruturas: a do etanol tem um átomo de oxigênio, representado por uma esfera vermelha; a do etilenoglicol tem dois átomos de oxigênio.

Mesmo diferenças aparentemente pequenas na composição ou na estrutura das moléculas podem resultar em profundas diferenças de propriedades. Por exemplo, o etanol e o

Resolva com ajuda da figura

Qual molécula tem a maior quantidade de átomos de carbono? Quantos átomos há nesta molécula?



▲ **Figura 1.1 Modelos moleculares.** As esferas em branco, preto e vermelho representam átomos de hidrogênio, carbono e oxigênio, respectivamente.

etilenoglicol (Figura 1.1) parecem ser bastante semelhantes. O etanol é o álcool encontrado em bebidas como cerveja e vinho, ao passo que o etilenoglicol é um líquido viscoso usado como anticongelante em automóveis. As propriedades dessas duas substâncias, assim como suas atividades biológicas, diferem em muitos aspectos. O etanol é consumido em todo o mundo, enquanto o etilenoglicol é extremamente tóxico. Um desafio para os químicos é modificar a composição ou a estrutura das moléculas de maneira controlada, criando novas substâncias com propriedades diferentes. Por exemplo, a aspirina (Figura 1.1) foi sintetizada pela primeira vez em 1897 em uma tentativa bem-sucedida de melhorar um produto natural extraído da casca de salgueiro, que era utilizado há anos para aliviar a dor.

Toda transformação no mundo observável – da ebulição da água até as transformações que ocorrem quando nossos corpos lutam contra vírus invasores – tem seu fundamento no mundo dos átomos e das moléculas. Assim, à medida que avançarmos no estudo da química, lidaremos com dois reinos: o reino *macroscópico*, dos objetos de tamanho comum (*macro* = grande), e o reino *submicroscópico*, de átomos e moléculas. Fazemos nossas observações no mundo macroscópico, mas, para entendê-lo, devemos visualizar como átomos e moléculas se comportam no nível submicroscópico. A química é a ciência que busca compreender as propriedades e o comportamento da matéria ao estudar as propriedades e o comportamento dos átomos e das moléculas.

Por que estudar Química?

A química está em tudo o que nos cerca. Os exemplos incluem os produtos de limpeza e desinfetantes que se tornaram tão importantes durante a pandemia de covid-19 (Figura 1.2). A indústria química americana é um setor de quase 600 bilhões de dólares que emprega mais de 500 mil pessoas e representa quase 10% das exportações do país.

A química está no centro de muitos assuntos de interesse público, como a melhoria da assistência médica, a conservação de recursos naturais, a proteção ao meio ambiente e o fornecimento da energia necessária para manter a sociedade em funcionamento. Com a química, descobrimos e melhoramos fármacos, fertilizantes e pesticidas, plásticos, painéis solares, LEDs e materiais de construção. Também descobrimos que algumas substâncias químicas podem ser prejudiciais à saúde ou ao ambiente. Isso significa que devemos nos



▲ **Figura 1.2** Produtos químicos domésticos. As propriedades de limpeza e desinfecção desses produtos domésticos, tão utilizados durante a pandemia de covid-19, se devem aos produtos químicos que eles contêm.

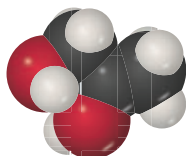
certificar de que os materiais com os quais entramos em contato são seguros. Como cidadão e consumidor, é interessante que você entenda os efeitos, tanto os positivos quanto os negativos, que os produtos químicos podem ter. Queremos que você tenha uma visão equilibrada a respeito dos usos que se pode fazer deles.

Talvez você esteja estudando química porque essa disciplina é parte essencial do seu currículo. Sua especialização pode ser em química, biologia, engenharia, farmácia, agricultura, geologia ou outro campo. A química é essencial para garantir uma compreensão básica dos princípios dominantes de muitos campos relacionados à ciência. Por exemplo, nossa relação com o mundo material levanta questões básicas a respeito dos materiais que nos cercam. Você verá que a química é fundamental para a maioria dos domínios da vida moderna.



Exercícios de autoavaliação

EAA 1.1 Qual(is) das seguintes afirmações é(são) *falsa(s)*? **(a)** Toda matéria é composta de átomos dos elementos. **(b)** Os átomos de diferentes elementos devem ser diferentes. **(c)** Uma molécula deve conter átomos de dois ou mais elementos. **(d)** Diferentes moléculas podem ser compostas dos mesmos elementos. **(e)** A matéria tem massa e ocupa espaço.



Propilenoglicol

EAA 1.2 A molécula apresentada é o *propilenoglicol*, uma substância muito utilizada na indústria química. As cores são: branco =

hidrogênio; vermelho = oxigênio; preto = carbono. Quantos átomos de carbono há em uma molécula de propilenoglicol? **(a)** 2 **(b)** 3 **(c)** 5 **(d)** 8 **(e)** 13

EAA 1.3 A molécula apresentada chama-se *acetamida*. Quantos elementos diferentes e quantos átomos há em uma molécula de acetamida? **(a)** 3 elementos, 4 átomos. **(b)** 3 elementos, 9 átomos. **(c)** 4 elementos, 4 átomos. **(d)** 4 elementos, 9 átomos. **(e)** Não há informações suficientes para responder à questão.



Acetamida



Objetivos de aprendizagem

Após terminar a **Seção 1.2**, você deve ser capaz de:

- ▶ Comparar e diferenciar os estados da matéria: sólido, líquido e gasoso.
- ▶ Diferenciar substâncias simples, substâncias compostas e misturas.
- ▶ Identificar os símbolos químicos de elementos comuns.

1.2 | Classificações da matéria

À medida que avançarmos neste livro, continuaremos a aprender mais sobre as propriedades da matéria e sobre como os átomos e os elementos que compõem a matéria a afetam. Vamos começar nosso estudo de química examinando duas formas fundamentais de classificar a matéria. A matéria costuma ser caracterizada por seu estado físico (gás, líquido ou sólido) e sua composição (substância simples, *composta* ou *mistura*).

Estados da matéria

Pense no que acontece quando a água líquida congela e forma gelo. Tanto a água líquida quanto o gelo são compostos de moléculas de água, mas sabemos que há uma diferença entre eles: uma é líquida; o outro é sólido. Uma amostra de matéria pode ser um gás, um líquido ou um sólido. Essas três formas, chamadas de **estados da matéria**, diferem em algumas de suas propriedades observáveis.

- Um **gás** (também denominado vapor) não tem volume ou forma fixos; ele preenche uniformemente o recipiente que ocupa. Um gás pode ser comprimido para ocupar um volume menor ou expandir-se para ocupar um volume maior.
- Um **líquido** apresenta um volume específico independentemente do recipiente que ocupa, assumindo a sua forma. Os líquidos não são facilmente compressíveis.
- Um **sólido** tem forma e volume definidos e não é facilmente compressível.

As propriedades dos estados da matéria podem ser analisadas do ponto de vista molecular (**Figura 1.3**). Em um gás, as moléculas estão afastadas umas das outras e se deslocam a altas velocidades, colidindo repetidas vezes umas nas outras e contra as paredes do recipiente. Quando um gás é comprimido, a quantidade de espaço entre as moléculas diminui e a frequência de colisões entre elas aumenta, mas o tamanho e a forma das moléculas não se alteram. Em um líquido, as moléculas estão mais próximas umas das outras, mas ainda se movem com rapidez. O movimento rápido permite que as moléculas deslizem umas sobre as outras; assim, um líquido flui com facilidade. Em um sólido, as moléculas

se mantêm fortemente unidas, em geral em arranjos definidos nos quais as moléculas podem oscilar apenas ligeiramente, sem sair de suas posições. As distâncias entre as moléculas são similares nos estados líquido e sólido, mas nos sólidos as moléculas geralmente estão presas em suas posições, enquanto nos líquidos elas têm uma liberdade de movimento considerável. Mudanças de temperatura e/ou pressão podem levar à transformação de um estado da matéria para outro, como ilustram os processos de fusão do gelo ou de condensação de vapor de água. Discutiremos essas conversões de um estado para outro em mais detalhes no Capítulo 11.

Substâncias puras

A maioria das formas da matéria que encontramos – o ar que respiramos (gás), a gasolina utilizada nos carros (líquido) e a calçada sobre a qual caminhamos (sólido) – não é quimicamente pura. Podemos, no entanto, separar essas formas de matéria para obter substâncias puras. Uma **substância pura** (normalmente chamada apenas de *substância*) é a matéria que tem propriedades específicas e uma composição que não varia em diferentes amostras. A água destilada e o sal de cozinha (cloreto de sódio) são exemplos de substâncias puras.

As substâncias podem ser simples ou compostas.

- **Substâncias simples** são aquelas que não podem ser decompostas em substâncias mais simples. Em nível molecular, cada substância simples é composta apenas de um tipo de átomo [Figura 1.4 (a e b)].
- **Substâncias compostas** (ou simplesmente *compostos*) são substâncias formadas por dois ou mais elementos, contendo dois ou mais tipos de átomos [Figura 1.4 (c)]. A água, por exemplo, é uma substância composta por dois elementos: hidrogênio e oxigênio.

A Figura 1.4 (d) mostra uma mistura de substâncias. As **misturas** são combinações de duas ou mais substâncias em que cada uma delas mantém a sua identidade química.

Resolva com ajuda da figura

Em que estado da água as moléculas estão mais afastadas umas das outras?

Vapor de água Água no estado líquido Gelo

▲ **Figura 1.3** Os três estados físicos da água: vapor de água, água líquida e gelo. Vemos os estados líquido e sólido, mas não podemos enxergar o estado gasoso (vapor). Na ilustração, as setas vermelhas mostram que os três estados da matéria se convertem um no outro.

Resolva com ajuda da figura

Qual é a diferença entre as moléculas de uma substância composta e as moléculas de uma substância simples?

(a) Átomos de um elemento (b) Moléculas de uma substância simples (c) Moléculas de uma substância composta (d) Mistura de substâncias simples e um composto

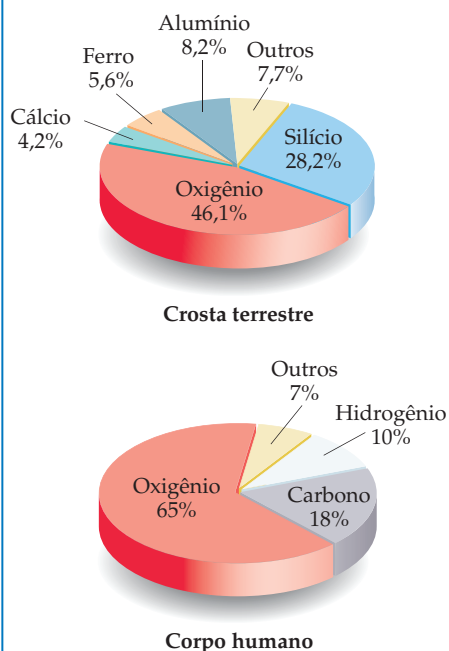
As substâncias simples são formadas por apenas um tipo de átomo.

Compostos devem ter pelo menos dois tipos de átomos.

▲ **Figura 1.4** Comparação molecular entre substâncias simples, compostos e misturas.

Resolva com ajuda da figura

Se o gráfico de pizza inferior fosse desenhado como a porcentagem em termos de números de átomos e não em termos de massa, a fatia do hidrogênio seria maior ou menor?



▲ **Figura 1.5** Abundância relativa dos elementos.* Percentagem em massa de elementos na crosta terrestre e no corpo humano.

TABELA 1.1 Alguns elementos comuns e seus símbolos

Carbono	C	Alumínio	Al	Cobre	Cu (de <i>cuprum</i>)
Flúor	F	Bromo	Br	Ferro	Fe (de <i>ferrum</i>)
Hidrogênio	H	Cálcio	Ca	Chumbo	Pb (de <i>plumbum</i>)
Iodo	I	Cloro	Cl	Mercúrio	Hg (de <i>hydrargyrum</i>)
Nitrogênio	N	Hélio	He	Potássio	K (de <i>kalium</i>)
Oxigênio	O	Lítio	Li	Prata	Ag (de <i>argentum</i>)
Fósforo	P	Magnésio	Mg	Sódio	Na (de <i>natrium</i>)
Enxofre	S	Silício	Si	Estanho	Sn (de <i>stannum</i>)

Elementos

Atualmente, conhecemos 118 elementos, embora suas respectivas abundâncias variem bastante. O hidrogênio constitui cerca de 74% da massa da Via Láctea, e o hélio, 24%. No planeta Terra, apenas cinco elementos (oxigênio, silício, alumínio, ferro e cálcio) representam mais de 90% da crosta terrestre, e somente três (oxigênio, carbono e hidrogênio) representam mais de 90% da massa do corpo humano (**Figura 1.5**).

A **Tabela 1.1** lista alguns elementos comuns e os *símbolos* químicos utilizados para designá-los. O símbolo para cada elemento consiste em uma ou duas letras, sendo a primeira maiúscula. A maior parte desses símbolos deriva dos nomes dos elementos em inglês, mas, em alguns casos, eles derivam de nomes com outra origem estrangeira (expressas na última coluna da Tabela 1.1). Você precisará saber esses símbolos e aprender outros que aparecerão ao longo do livro.

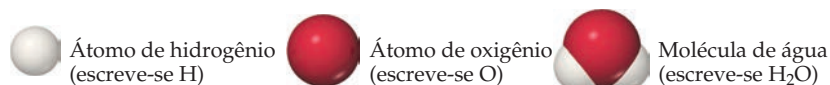
Todos os elementos conhecidos e seus símbolos estão listados na contracapa inicial deste livro em uma tabela conhecida como *tabela periódica*. Na tabela periódica, os elementos estão dispostos em colunas, de modo que aqueles que têm propriedades semelhantes fiquem próximos uns dos outros. Essa tabela será descrita com mais detalhes na Seção 2.5 e, no Capítulo 7, estudaremos as propriedades de repetição periódica dos elementos.

Compostos

A maior parte dos elementos pode interagir com outros para formar compostos. Por exemplo, quando o gás hidrogênio reage com o gás oxigênio, os elementos hidrogênio e oxigênio se combinam para formar o composto água. Como cada molécula de água contém dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio, denotamos a molécula por H_2O . O número 2 subscrito indica que há dois átomos de H na molécula. Quando há apenas um átomo de um elemento na molécula, como no caso do O na água, não usamos o número 1 subscrito.

Se submetermos a água a uma corrente elétrica, ela pode ser decomposta novamente em seus elementos (**Figura 1.6**).

Decompor a água pura em seus elementos constituintes demonstra que ela contém 11% de hidrogênio e 89% de oxigênio em sua massa, independentemente de sua origem. Essa proporção é constante porque toda molécula de água é composta de dois átomos de hidrogênio e um átomo de oxigênio:

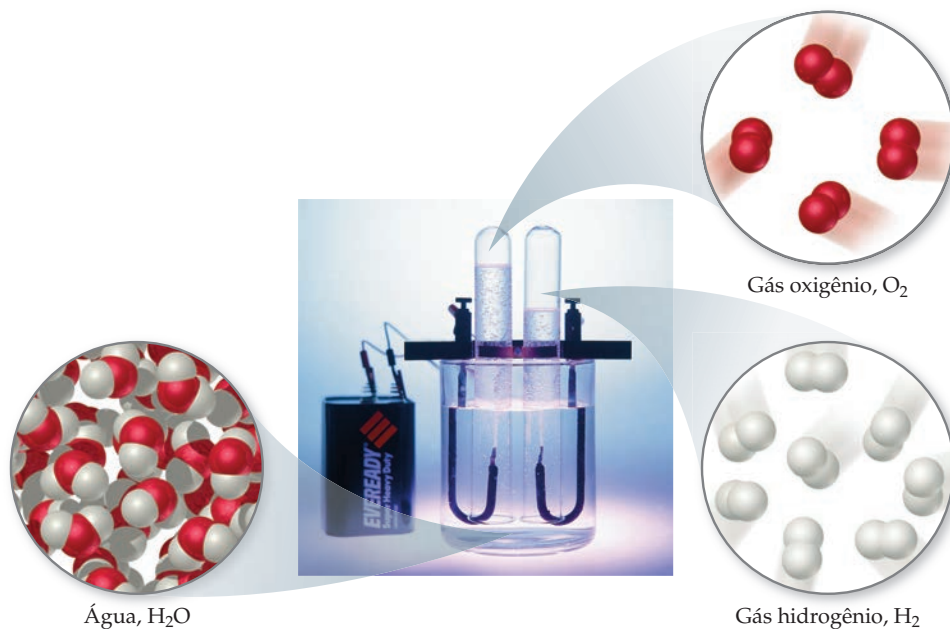


A quantidade de oxigênio em massa é maior do que a de hidrogênio porque os átomos de oxigênio são mais pesados do que os de hidrogênio.

*CRC Handbook of Chemistry and Physics, 97th ed. (2016–2017), pp. 14–17.

Resolva com ajuda da figura

O volume de H_2 produzido é maior do que o volume de O_2 produzido porque (a) os átomos de hidrogênio são mais leves do que os átomos de oxigênio, (b) os átomos de hidrogênio são maiores do que os átomos de oxigênio ou (c) cada molécula de água contém um átomo de oxigênio e dois átomos de hidrogênio?



▲ **Figura 1.6** Eletrólise da água. A água é decomposta em seus elementos componentes, hidrogênio e oxigênio, quando uma corrente elétrica passa por ela. O volume de gás hidrogênio, recolhido no tubo de ensaio à direita, é o dobro do volume de gás oxigênio.

Os elementos hidrogênio e oxigênio existem, naturalmente, como moléculas *diatômicas* (com dois átomos):

Molécula de oxigênio  (escreve-se O_2)

Molécula de hidrogênio  (escreve-se H_2)

Como é possível ver na **Tabela 1.2**, as propriedades da água e dos gases hidrogênio e oxigênio não têm qualquer semelhança. O gás hidrogênio, o gás oxigênio e a água são substâncias independentes, uma consequência da singularidade de suas respectivas moléculas.

TABELA 1.2 Comparação entre água, gás hidrogênio e gás oxigênio

	Água	Hidrogênio	Oxigênio
Estado físico ^a	Líquido	Gás	Gás
Ponto de ebulição normal	100 °C	-253 °C	-183 °C
Densidade ^a	1.000 g/L	0,084 g/L	1,33 g/L
Inflamável	Não	Sim	Não

^aÀ temperatura ambiente e à pressão atmosférica.

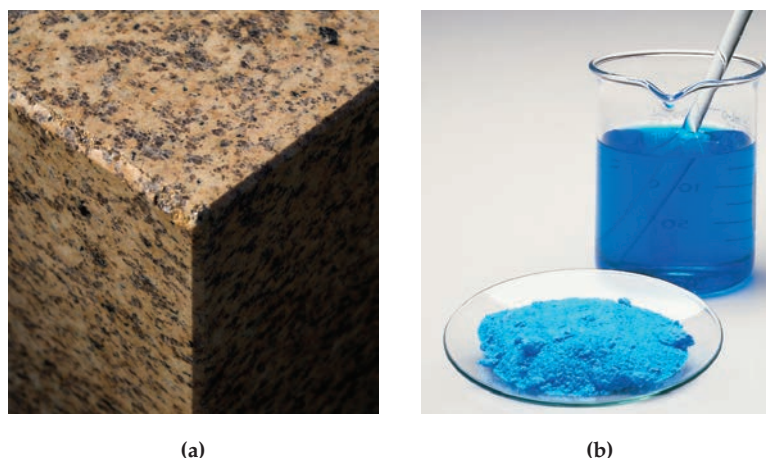
A observação de que a composição elementar de um composto é sempre igual é conhecida como **lei das proporções constantes** (ou **lei das proporções definidas**). O químico francês Joseph Louis Proust (1754–1826) anunciou essa lei pela primeira vez em torno de 1800. Embora ela seja conhecida há 200 anos, algumas pessoas ainda acreditam que existe uma diferença fundamental entre compostos preparados em laboratório e seus correspondentes encontrados na natureza. Isso não é verdade. Independentemente da fonte, seja ela a natureza ou um laboratório, um composto puro apresenta composição e propriedades idênticas sob as mesmas condições. Tanto os químicos quanto a natureza utilizam os mesmos elementos e operam sob as mesmas leis. Quando dois materiais diferem em composição ou propriedades, eles são formados por diferentes compostos ou diferem quanto à pureza.

Misturas

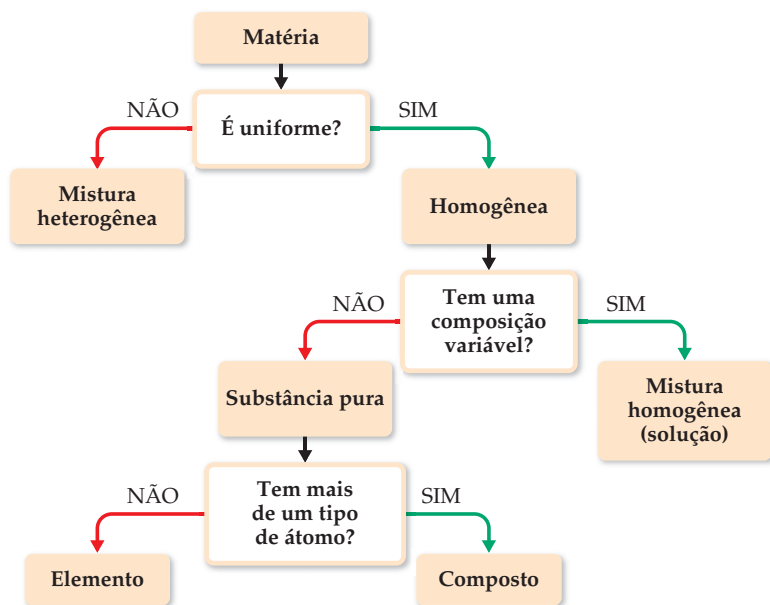
A maior parte da matéria que encontramos consiste em misturas de diferentes substâncias. Em uma mistura, cada substância mantém sua identidade química e propriedades. Em oposição à substância pura, que, por definição, tem uma composição fixa, a composição de uma mistura pode variar. Uma xícara de café adoçado, por exemplo, pode conter pouco ou muito açúcar. As substâncias que constituem uma mistura são chamadas de *componentes* da mistura.

Algumas misturas não têm composição, propriedades e aparência iguais em todas as partes. Rochas e madeiras, por exemplo, apresentam textura e aparência variável em qualquer amostra típica. Tais misturas são *heterogêneas* [Figura 1.7 (a)]. As misturas uniformes são denominadas *homogêneas*. O ar é uma mistura homogênea de nitrogênio, oxigênio e quantidades menores de outros gases. O nitrogênio presente no ar tem todas as propriedades do nitrogênio puro, porque tanto a substância pura quanto a mistura contêm as mesmas moléculas de nitrogênio. Sal, açúcar e outras substâncias se dissolvem em água, dando origem a misturas homogêneas [Figura 1.7 (b)]. Misturas homogêneas também são chamadas de **soluções**. Embora o termo “*solução*” evoque a imagem de um líquido, as soluções podem ser sólidas, líquidas ou gasosas.

A Figura 1.8 resume a classificação da matéria em substância simples, substância composta e mistura. Você deve conseguir classificar as substâncias nessas três categorias.



▲ **Figura 1.7** Misturas. (a) Muitos materiais comuns, incluindo rochas, são misturas heterogêneas. Na foto, vemos o granito, uma mistura heterogênea de dióxido de silício e óxidos de outro metal. (b) As misturas homogêneas são chamadas de soluções. Muitas substâncias, incluindo o sólido azul mostrado [sulfato de cobre(II) penta-hidratado], dissolvem-se em água, dando origem a soluções.



◀ **Figura 1.8** Classificação da matéria. Toda matéria pura é classificada, essencialmente, como substância simples ou composta.

Exercício resolvido 1.1

Como distinguir substância simples, substância composta e misturas

Classifique cada um dos itens a seguir como substância simples, substância composta, mistura homogênea ou mistura heterogênea: (a) ferro fundido; (b) biscoito com gotas de chocolate; (c) recipiente de etilenoglicol puro (ver Figura 1.1); (d) copo de água com uma colher de chá de açúcar dissolvido.

SOLUÇÃO

Podemos seguir o fluxograma da Figura 1.8 para classificar cada substância. (a) O ferro fundido é simplesmente ferro aquecido até o ponto de se fundir em um líquido. Ele ainda contém apenas átomos de ferro e, portanto, é uma substância pura que é uma substância simples. (b) Um biscoito com gotas de chocolate contém diversas substâncias em diferentes quantidades. Ele não é uniforme em toda a sua extensão e, portanto, é uma mistura heterogênea. (c) Como visto na Figura 1.1, uma molécula de etilenoglicol contém átomos de C, H e O. A amostra de etilenoglicol puro é, portanto, uma substância pura que é uma substância composta. (d) A água com açúcar dissolvido tem a

mesma composição em toda a sua extensão. É uma mistura homogênea, também conhecida como solução.

▶ Para praticar

“Ouro branco” contém ouro e um metal “branco”, como o paládio. Duas amostras de ouro branco diferem quanto às quantidades relativas de ouro e paládio. Ambas as amostras são uniformes em composição. Consulte a Figura 1.8 para classificar o ouro branco.

Exercícios de autoavaliação

EAA 1.4 Qual dos processos a seguir pode ser descrito como a transformação de um líquido em um gás? (a) O derretimento da neve. (b) O metal fundido se enrijece ao esfriar. (c) O álcool evapora da sua pele. (d) O vapor se condensa em uma superfície fria. (e) O gelo seco (CO₂ congelado) evapora.

EAA 1.5 Qual das afirmações a seguir está *incorreta*? (a) Canja de galinha é uma mistura heterogênea. (b) A aspirina é composta de 60% de carbono, 4,5% de hidrogênio e 35,5% de oxigênio em massa, independentemente de sua origem. A aspirina é uma substância composta. (c) Os tanques que os mergulhadores usam contêm gás oxigênio e nitrogênio. Os tanques contêm uma mistura homogênea. (d) O enxofre amarelo é composto de moléculas que contêm anéis de oito membros de átomos de enxofre. O enxofre amarelo é uma substância composta. (e) O grafite do lápis é totalmente composto de lâminas de átomos de carbono. O grafite é uma forma de substância simples.

EAA 1.6 O composto *heme* está presente nos glóbulos vermelhos. O heme contém carbono, hidrogênio, ferro, nitrogênio e oxigênio. Qual das alternativas a seguir é a lista correta dos símbolos dos elementos em uma molécula de heme? (a) Ca, Hy, Ir, Ni, Ox (b) C, H, Fe, N, O (c) C, H, I, N, O (d) C, H₂, Fe, N₂, O₂.

EAA 1.7 Um determinado material tem uma composição fixa de átomos de S e Cl, independentemente de sua origem. Qual das afirmações a seguir sobre o material é *verdadeira*? (a) O material é uma mistura homogênea. (b) O material contém átomos de silício e de cloro. (c) O material deve conter números iguais de átomos de S e de Cl. (d) O material é uma mistura heterogênea. (e) O material é uma substância composta que contém dois elementos.



Objetivos de aprendizagem

Após terminar a **Seção 1.3**, você deve ser capaz de:

- ▶ Distinguir entre propriedades químicas e físicas e entre propriedades intensivas e extensivas.
- ▶ Diferenciar transformações químicas de físicas.
- ▶ Descrever como a filtração, destilação e cromatografia podem ser utilizadas para separar misturas de substâncias.

1.3 | Propriedades da matéria

Cada substância tem propriedades específicas. Por exemplo, as propriedades listadas na Tabela 1.2 permitem distinguir o gás hidrogênio, o gás oxigênio e a água. As propriedades de uma substância incluem tudo o que a descreve, como cor, estado físico, massa, capacidade de reagir com outras substâncias, entre outras características. Nesta seção, analisamos mais de perto os tipos de propriedades que normalmente utilizamos para descrever as substâncias.

Tipos de propriedades das substâncias

As propriedades da matéria são classificadas como físicas ou químicas. As **propriedades físicas** podem ser observadas sem que sejam alteradas a identidade e a composição da substância, incluindo cor, odor, densidade, ponto de fusão, ponto de ebulição e dureza. As **propriedades químicas** descrevem como uma substância pode se transformar, ou *reagir*, para formar outras substâncias. Uma propriedade química comum é a inflamabilidade, ou seja, a capacidade que uma substância tem de queimar na presença de oxigênio.

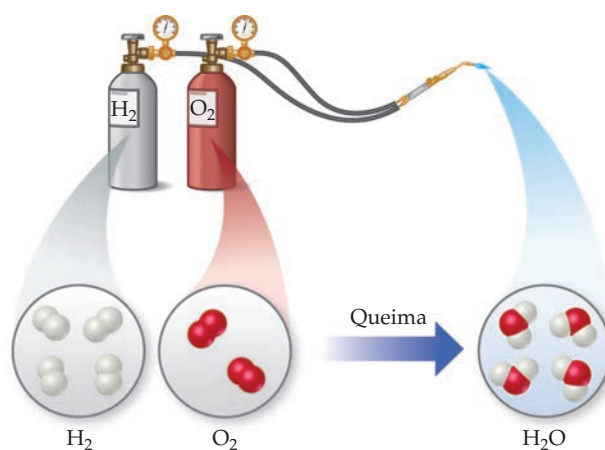
As propriedades das substâncias também são separadas em duas categorias: intensivas ou extensivas. As **propriedades intensivas**, como a temperatura e o ponto de fusão, *não* dependem da quantidade da amostra a ser analisada e são particularmente úteis na química, porque muitas delas podem ser utilizadas para *identificar* substâncias. Já as **propriedades extensivas**, como a massa e o volume, dependem da quantidade de amostra. As propriedades extensivas estão relacionadas à *quantidade* de substância.

Transformações físicas e químicas

As transformações pelas quais as substâncias passam são físicas ou químicas. Em uma **transformação física**, a substância tem sua aparência física alterada, mas a composição permanece igual; isto é, a substância continua sendo a mesma antes e depois da transformação. A evaporação da água é uma transformação física, por exemplo. Quando a água evapora, ela muda do estado líquido para o gasoso, mas ainda é composta de moléculas de água, como mostra a Figura 1.3. Todas as **mudanças de estado** (p. ex., do estado líquido para o gasoso ou do líquido para o sólido) são transformações físicas.

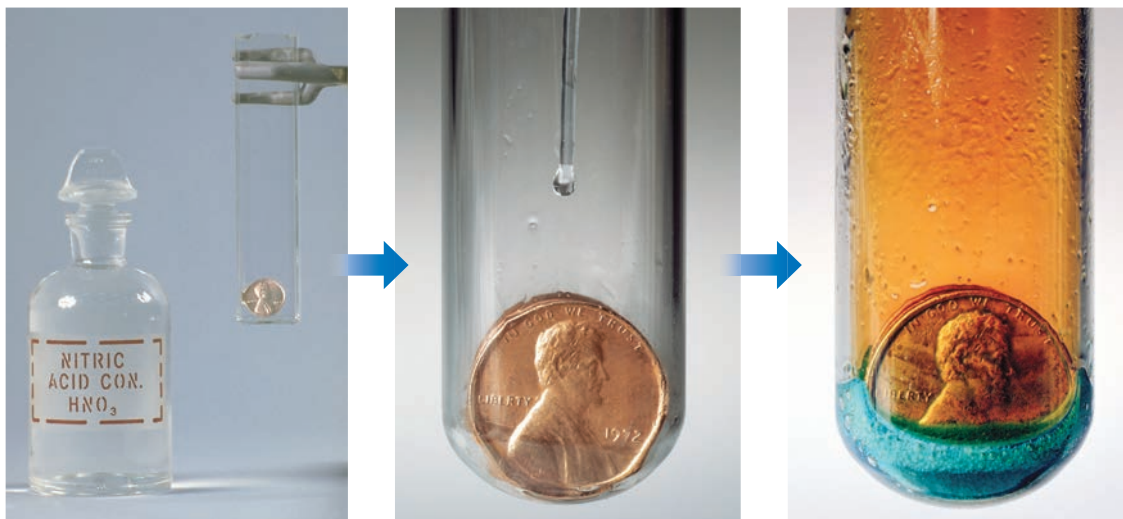
Em uma **transformação química** (também denominada **reação química**), a substância é convertida em outra quimicamente diferente. Quando o gás hidrogênio queima no ar, por exemplo, ele sofre uma transformação química, porque liga-se ao oxigênio para formar a água (**Figura 1.9**).

As transformações químicas podem ser surpreendentes. No relato apresentado na **Figura 1.10**, Ira Remsen (1846–1927), autor de um popular livro de química, descreve suas primeiras experiências com reações químicas.



▲ **Figura 1.9** Uma reação química.

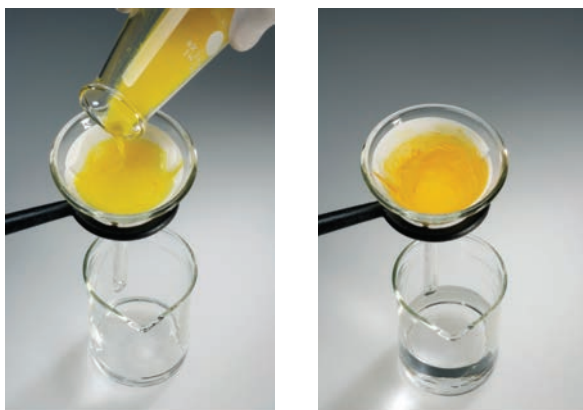
Durante a leitura de um livro didático de química, deparei-me com a afirmação “o ácido nítrico age sobre o cobre” e decidi ver o que isso significava. Após localizar um pouco de ácido nítrico, só tinha de aprender o que as palavras “agir sobre” significavam. Para o bem do conhecimento, estava até mesmo disposto a sacrificar uma das poucas moedas de cobre que tinha em minha posse. Coloquei uma delas sobre a mesa, abri a garrafa com o rótulo “ácido nítrico”, verti um pouco do líquido na moeda e me preparei para fazer uma observação. Mas o que era essa coisa maravilhosa que vi? A moeda já tinha se modificado, e não foi pouca a mudança. Um líquido azul-esverdeado espumou e exalou vapores sobre a moeda e a mesa. O ar tornou-se vermelho-escuro. Como poderia interromper esse processo? Tentei fazer isso pegando a moeda e a jogando pela janela. Aprendi outro fato: ácido nítrico age sobre os dedos. A dor me levou a outro experimento não premeditado. Passei os dedos nas minhas calças e descobri que ácido nítrico age sobre as calças. Esse foi o experimento mais impressionante que já realizei. Digo isso agora ainda com entusiasmo. Foi uma revelação para mim. Claramente, a única maneira de aprender a respeito desses tipos notáveis de ação é ver os resultados, experimentar e trabalhar no laboratório.



▲ **Figura 1.10** A reação química entre uma moeda de cobre e o ácido nítrico. A dissolução do cobre resulta em uma solução azul-esverdeada; o gás castanho-avermelhado produzido é dióxido de nitrogênio.

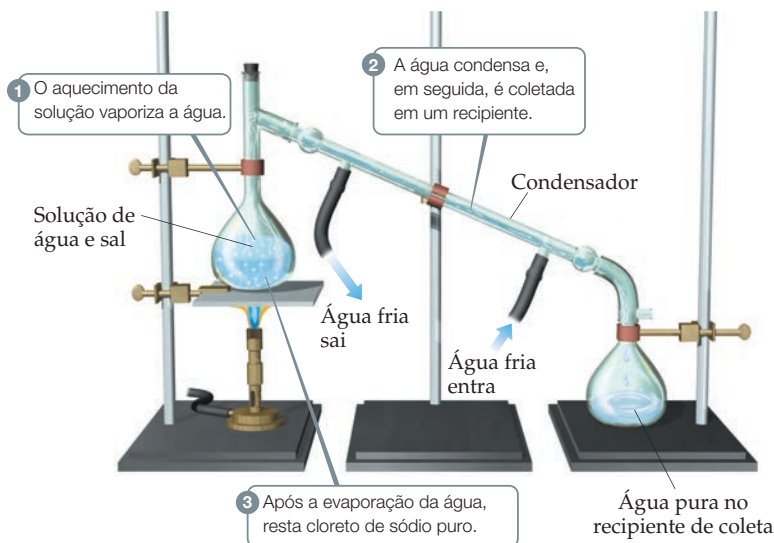
Separação de misturas

Pode-se separar uma mistura em seus componentes ao considerar as diferenças de suas propriedades. Por exemplo, os componentes ferro e ouro de uma mistura heterogênea de limalhas de ferro e ouro podem ser separados pela cor. Uma abordagem menos tediosa seria usar um ímã para atrair a limalha de ferro, o que deixaria o ouro para trás. Podemos também levar em conta uma diferença química importante entre esses dois metais: muitos ácidos dissolvem o ferro, mas não o ouro. Assim, se adicionarmos um ácido apropriado à mistura, ele dissolverá o ferro, deixando intacto o ouro maciço. Os dois podem, então, ser separados por **filtração** (Figura 1.11). Podemos também utilizar outras reações químicas, as quais serão apresentadas mais à frente neste livro, para transformar o ferro dissolvido novamente em metal.



◀ **Figura 1.11** Separação por filtração. A mistura de um sólido com um líquido é filtrada. O líquido passa pelo filtro de papel, e o sólido fica retido no papel.

► **Figura 1.12 Destilação.** Aparelho para separar os componentes de uma solução de cloreto de sódio (água salgada).

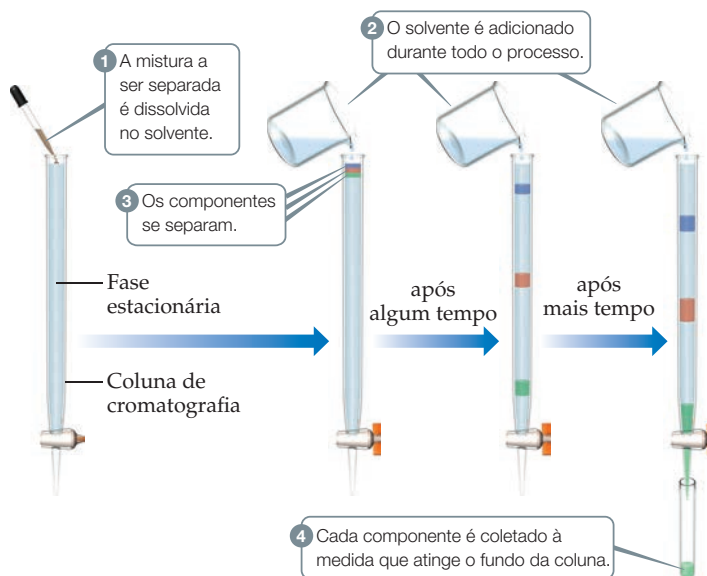


Um método importante de separação dos componentes de uma mistura homogênea é a **destilação**, processo que depende das diferentes capacidades das substâncias para formar gases. Por exemplo, se fervermos uma solução de sal e água, a água vai evaporar, formando um gás, enquanto o sal permanecerá no recipiente. A água gasosa pode ser reconvertida em líquido ao entrar em contato com as paredes de um condensador, como mostra a **Figura 1.12**.

As diferentes capacidades das substâncias para aderir a superfícies de sólidos também podem ser usadas na separação de misturas. Por exemplo, podemos separar uma mistura de substâncias colocando uma amostra no alto de uma coluna preenchida por um sólido poroso, como mostra a **Figura 1.13**. Quando um solvente apropriado é adicionado ao topo da coluna, a mistura se separa em seus diversos componentes. Essa técnica de separação é chamada de **cromatografia** (literalmente, “escrita das cores”).

Resolva com ajuda da figura

A separação da mistura mostrada na figura é um processo físico ou químico?



▲ **Figura 1.13** Separação de três substâncias utilizando cromatografia em coluna.