

Capítulo 1

Introdução: matéria e medidas

Você já imaginou por que o gelo derrete e a água evapora? Por que as folhas das árvores mudam de cor no outono ou como uma bateria gera eletricidade? Por que os alimentos levam mais tempo para deteriorar-se quando são mantidos refrigerados ou como nosso organismo usa os alimentos para manter a vida? A química fornece respostas para essas e outras incontáveis perguntas.

A química é o estudo das propriedades dos materiais e das mudanças sofridas por estes. Um dos prazeres de aprender química é ver como os princípios químicos estão presentes em todos os aspectos de nossas vidas, desde atividades cotidianas, como acender um fósforo, até as mais complexas, como o desenvolvimento de novos medicamentos para a cura do câncer. Você está apenas começando a viagem de aprender química. De certo modo, este livro será seu guia. Durante todo o curso, esperamos que você ache este livro tanto agradável como educacional. À medida que você estudar, tenha em mente que os princípios e conceitos químicos aprendidos são ferramentas para ajudá-lo a entender melhor o mundo ao seu redor, e não fins em si mesmos. Esse primeiro capítulo prepara a base para nossos estudos fornecendo uma visão geral da química e trata de alguns conceitos fundamentais sobre matéria e medidas científicas. A lista ao lado, intitulada "O que está por vir", apresenta um resumo de alguns pontos que serão abordados neste capítulo.

1.1 O estudo da química

Antes de viajar para uma cidade desconhecida, você deve dar uma olhada no mapa para obter alguma noção de direção. A química também pode ser desconhecida para você, portanto é útil obter uma noção geral do que o espera pela frente antes de embarcar em sua viagem. Na realidade, você deve até se perguntar por que está fazendo esta viagem.

A perspectiva molecular da química

A química envolve o estudo das propriedades e do comportamento da matéria. **Matéria** é o material físico do universo; é tudo que tem massa e ocupa espaço. Este livro, seu corpo, as roupas que você está usando e o ar que você respira são todos exemplos de matéria. Nem todas as formas de matéria são tão comuns ou tão familiares, mas inúmeros experimentos têm mostrado que uma variedade enorme de matéria em nosso planeta origina-se de combinações de aproximadamente apenas cem substâncias básicas ou elementares.

► O que está por vir ◀

- Começamos nossos estudos fornecendo uma breve perspectiva do que trata a química e por que estudar química.
- Depois examinaremos algumas maneiras fundamentais de classificar os materiais, caracterizando-os como *substâncias puras* ou *misturas* e observando que existem dois tipos fundamentais de substâncias puras: *elementos* e *compostos*.
- Então abordaremos alguns tipos diferentes de *classificação* ou *propriedade* que usamos para caracterizar, identificar e separar substâncias.
- Muitas propriedades baseiam-se em medidas quantitativas, envolvendo tanto números como unidades.
- As unidades de medidas usadas por toda ciência são as do *sistema métrico*, um sistema decimal de medidas.
- As incertezas inerentes a toda medida de grandeza e àquelas obtidas de cálculos envolvendo medidas de grandeza são expressas pelo número de dígitos significativos ou *algarismos significativos* usados para relatar o número.
- Tanto unidades como números são considerados para o cálculo, e obter as unidades corretas para esse resultado é uma maneira importante de conferir se o cálculo está correto.

chamadas **elementos**. Ao longo deste texto, buscaremos relacionar as propriedades da matéria com a composição, isto é, aos elementos específicos que ela contém.

A química também proporciona uma base para a compreensão das propriedades da matéria em termos de **átomos**, que são suas partículas infinitamente pequenas. Cada elemento é composto de um único tipo de átomo. Vemos que as propriedades da matéria relacionam-se não apenas aos tipos de átomos que ela contém (*composição*), mas também aos arranjos desses átomos (*estrutura*).

Os átomos podem se combinar para formar **moléculas** nas quais dois ou mais átomos estão ligados de forma específica. No decorrer deste livro você verá moléculas representadas por esferas coloridas para demonstrar como seus átomos componentes conectam-se entre si (Figura 1.1). A cor simplesmente proporciona um meio conveniente de se distinguir os átomos de diferentes elementos. As moléculas de etanol e etilenoglicol, representadas na Figura 1.1, diferem de alguma maneira na composição. O etanol contém uma esfera vermelha, a qual representa um átomo de oxigênio, enquanto o etilenoglicol contém duas esferas vermelhas.

Mesmo diferenças aparentemente insignificantes na composição ou na estrutura das moléculas podem causar diferenças profundas em suas propriedades. O etanol, também chamado de álcool de cereais, é o álcool presente em bebidas como cerveja e vinho. O etilenoglicol, por outro lado, é um líquido viscoso usado como aditivo automotivo anticongelante. As propriedades dessas duas substâncias diferem em vários aspectos, incluindo as temperaturas nas quais elas congelam e evaporam. Um dos desafios dos químicos é alterar as moléculas de maneira controlada, criando novas substâncias com propriedades diferentes.

Toda mudança no mundo observável — de água fervente a trocas que ocorrem à medida que nossos organismos combatem as viroses invasoras — tem sua base no mundo não observável dos átomos e moléculas. Assim, à medida que prosseguirmos com nosso estudo sobre química, perceberemos que estamos pensando em dois universos: o universo *macroscópico* de objetos de tamanho normal (*macro* = grande) e o universo submicroscópico dos átomos. Realizamos nossas observações no universo macroscópico com nossa percepção cotidiana — no laboratório e ao nosso redor. Entretanto, para entender esse universo devemos visualizar como os átomos se comportam.

Por que estudar química?

A química fornece explicações importantes sobre nosso mundo e como ele funciona. É uma ciência extremamente prática que tem grande impacto no dia-a-dia. De fato, a química encontra-se próxima do cerne de vários problemas que preocupam a todos: melhoria no tratamento da saúde, conservação dos recursos naturais, proteção do meio ambiente e suprimento de nossas necessidades diárias de alimentos, vestuário e moradia. Usando a química, descobrimos medicamentos que melhoram a saúde e prolongam vidas. Aumentamos a produção de alimentos por meio do desenvolvimento de fertilizantes e pesticidas. Criamos plásticos e outros materiais que são usados em todas as áreas. Infelizmente, alguns produtos químicos apresentam grande potencial de causar dano à

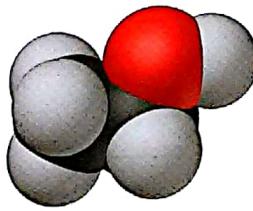


MODELOS 3-D

Oxigênio, Água, Dióxido de carbono, Etanol, Etilenoglicol, Aspirina



(a) Oxigênio



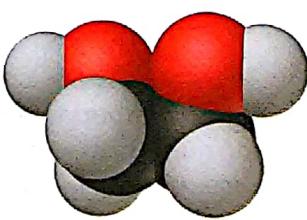
(d) Etanol



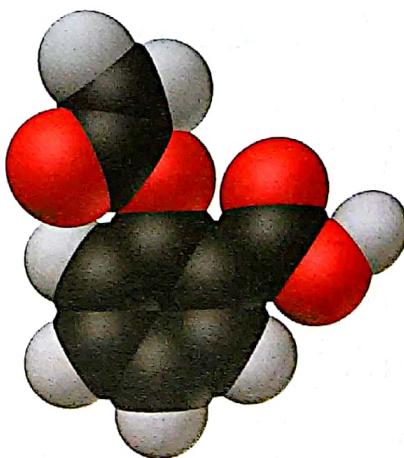
(b) Água



(c) Dióxido de carbono



(e) Etilenoglicol



(f) Aspirina

Figura 1.1 Modelos moleculares. As esferas brancas, pretas e vermelhas representam, respectivamente, os átomos de hidrogênio, carbono e oxigênio.

saúde ou ao meio ambiente. Nossa maior interesse como cidadãos e consumidores conscientes é entender os profundos efeitos, tanto positivos quanto negativos, que um produto químico pode provocar e chegar a um consenso sobre sua utilização.

Entretanto, muitos de vocês estão estudando química não apenas para satisfazer curiosidades ou tornar-se consumidores ou cidadãos mais informados, mas porque é uma parte indispensável da grade curricular. O curso pode ser biologia, engenharia, agronomia, geologia ou qualquer outro. Por que tantos temas diferentes contêm um vínculo indispensável com a química? A resposta é que a química, devido à sua própria natureza, é a *ciência central*. Nossas interações com o mundo material levantam questões básicas sobre os materiais ao nosso redor. Quais as suas composições e propriedades? Como eles interagem conosco e com o ambiente? Como, por que e quando eles sofrem mudanças? Essas questões são importantes quer o material seja parte de chips de alta tecnologia de um computador, um pigmento antigo usado por um pintor renascentista ou o DNA que transmite informações genéticas em nossos organismos (Figura 1.2). A química fornece respostas para essas e outras incontáveis perguntas.

Estudando química, você aprenderá a usar a linguagem e os conceitos que se têm desenvolvido para descrever e melhorar o entendimento da matéria. A linguagem da química é uma linguagem científica universal, largamente utilizada em outras disciplinas. Além disso, o entendimento do comportamento de átomos e moléculas fornece uma larga compreensão de outras áreas da ciência moderna, tecnologia e engenharia. Por essa razão, a química provavelmente terá importante papel no seu futuro. Você estará mais bem preparado se ampliar seu entendimento dos princípios químicos, e é nosso objetivo ajudá-lo a alcançar isso.

1.2 Classificações da matéria

Vamos começar nosso estudo da química examinando algumas formas fundamentais de classificar e descrever a matéria. As matérias podem ser classificadas de duas maneiras principais: de acordo com seu estado físico (como gás, líquido ou sólido) e de acordo com sua composição (como elemento, composto ou mistura).

Estados da matéria

Uma amostra de matéria pode ser um gás, um líquido ou um sólido. Essas três formas de matéria são chamadas de **estados da matéria**, os quais diferem em algumas de suas propriedades observáveis mais simples. Um gás (também conhecido como *vapor*) não tem volume nem forma definida; mas especificamente assume o volume e a forma do recipiente que o contém. Um gás pode ser comprimido, para ocupar um volume menor, ou expandido, para ocupar um volume maior. Um líquido tem um volume definido, independentemente do recipiente que o contém, mas não tem uma forma definida; assume a forma da parte do recipiente que ele ocupa. Um sólido tem tanto forma quanto volume definidos; é rígido. Nem os líquidos nem os sólidos podem ser comprimidos a qualquer escala apreciável.

As propriedades dos estados podem ser entendidas em nível molecular (Figura 1.4). Em um gás, as moléculas estão muito distantesumas das outras e movem-se com velocidades muito altas, colidindo repetidamente entre si e contra as paredes do recipiente. Em um líquido, as moléculas estão mais empacotadas, mas ainda se movem rapidamente, permitindo-lhes desviar-se umas das outras; assim, líquidos vertem-se facilmente. Em um sólido, as moléculas estão presas entre si, geralmente com arranjos definidos, nos quais elas podem apenas oscilar superficialmente em suas posições fixas. Portanto, sólidos têm formas rígidas.



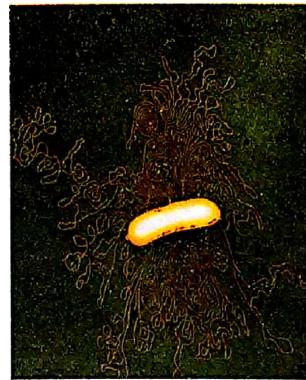
ANIMAÇÃO
Fases da matéria



(a)



(b)



(c)

Figura 1.2 (a) Visão de um chip de computador no microscópio. (b) Pintura renascentista, *A virgem que lê*, de Vittore Carpaccio (1472–1526). (c) Um filamento longo de DNA que escapou de uma célula danificada de certa bactéria.

Substâncias puras

A maioria das formas de matéria que encontramos — por exemplo, o ar que respiramos (um gás), a gasolina para carros (um líquido) e as calçadas por onde caminhamos (um sólido) — não são quimicamente puras. Entretanto, podemos decompor ou separar esses tipos de matéria em substâncias puras diferentes. Uma substância pura (em geral, chamada simplesmente de *substância*) é a matéria que tem propriedades distintas e uma composição que não varia de amostra para amostra. Água e sal de cozinha comum (cloreto de sódio), componentes básicos da água do mar, são exemplos de substâncias puras.



A química no trabalho

A química e a indústria química

A maioria das pessoas está acostumada com produtos químicos domésticos como os mostrados na Figura 1.3, mas poucos percebem o tamanho e a importância da indústria química. As vendas mundiais de produtos químicos e similares produzidos nos Estados Unidos totalizam mais de 400 bilhões de dólares anualmente. A indústria química emprega mais de 10% de todos os cientistas e engenheiros e é um importante contribuinte da economia norte-americana.

Quantidades enormes de produtos químicos são produzidas a cada ano e servem como matéria-prima para uma variedade de usos, incluindo a fabricação de produtos metálicos, plásticos, fertilizantes, medicamentos, combustíveis, tintas, adesivos, pesticidas, fibras sintéticas, chips para microprocessadores e uma infinidade de outros produtos. A Tabela 1.1 relaciona os dez produtos químicos mais fabricados nos Estados Unidos. Abordaremos muitas dessas substâncias e sua utilização à medida que progredirmos no curso.

As pessoas formadas em química ocupam uma variedade de cargos na indústria, no governo e nas universidades. As que trabalham na indústria química têm cargos de químicos laboratoriais, realizando experimentos para desenvolver novos produtos (pesquisa e desenvolvimento), analisando materiais (controle de qualidade) ou auxiliando os consumidores no uso de produtos (vendas e serviços). Outras, com mais experiência ou treinamento, podem trabalhar como gerentes ou diretores de companhia. Existem também carreiras alternativas para as quais um curso de química pode prepará-la, como para o magistério, a medicina, a pesquisa bioquímica, a ciência da informação, o trabalho com meio ambiente, as vendas técnicas ou o trabalho em agências governamentais de fiscalização e leis de patentes.



Figura 1.3 Muitos produtos de uso doméstico, comercializados nos supermercados, têm composições químicas muito comuns.

TABELA 1.1 Os dez produtos químicos mais fabricados pela indústria química em 2000^a

Classificação	Produto químico	Fórmula	Produção em 2000 (bilhões de libras)	Principais usos finais
1	Ácido sulfúrico	H ₂ SO ₄	87	Fertilizantes, fabricação de produtos químicos
2	Nitrogênio	N ₂	81	Fertilizantes
3	Oxigênio	O ₂	55	Aço, soldagem
4	Etileno	C ₂ H ₄	55	Plásticos, anticongelantes
5	Cal	CaO	44	Papel, cimento, aço
6	Amônia	NH ₃	36	Fertilizantes
7	Propileno	C ₃ H ₆	32	Plásticos
8	Ácido fosfórico	H ₃ PO ₄	26	Fertilizantes
9	Cloro	Cl ₂	26	Alvejantes, plásticos, purificação de água
10	Hidróxido de sódio	NaOH	24	Produção de alumínio, sabão

^aA maioria dos dados é da *Chemical and Engineering News*, 25 jun. 2001, pp. 45, 46.

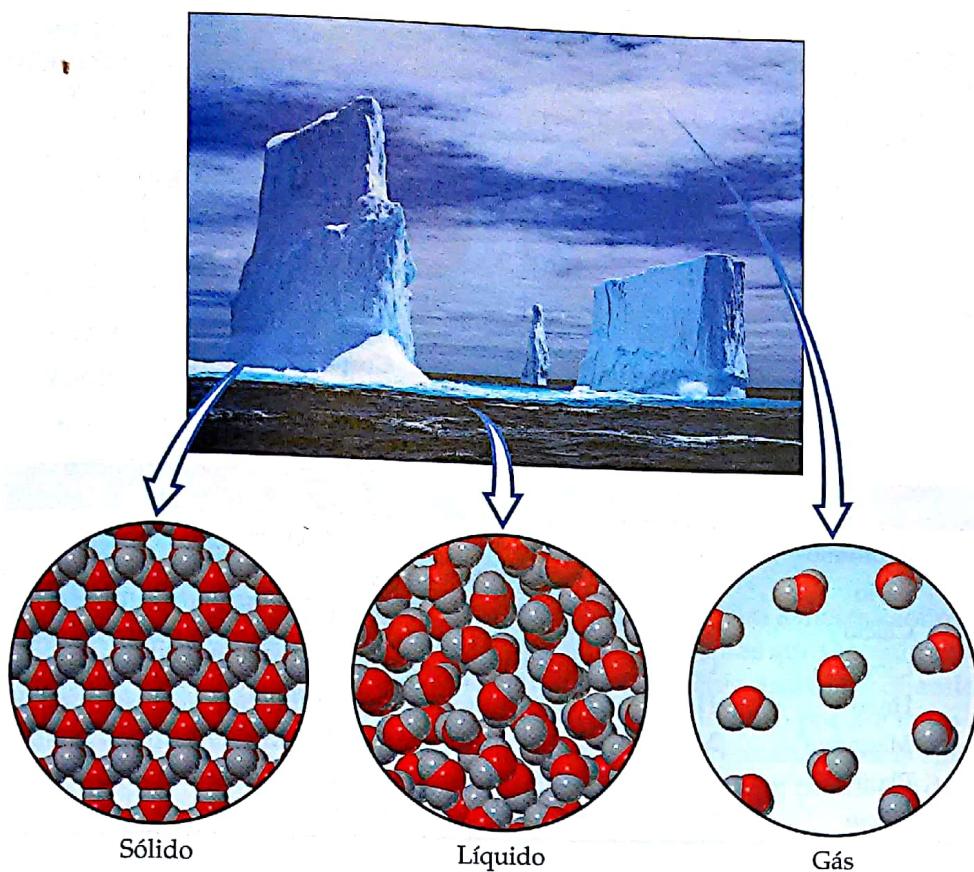


Figura 1.4 Os três estados físicos da água são vapor de água, água líquida e gelo. Nesta foto vemos os estados líquido e sólido da água. Não podemos ver o vapor de água. O que vemos quando olhamos para a fumaça ou para as nuvens são gotas minúsculas de água líquida dispersas na atmosfera. A visão molecular mostra que as moléculas no estado sólido são arranjadas de maneira mais ordenada do que no estado líquido. As moléculas no gás estão muito mais separadas do que no líquido ou no sólido.

Todas as substâncias são elementos ou compostos. Os **elementos** não podem ser decompostos em substâncias mais simples. Em nível molecular, cada elemento é composto de somente um tipo de átomo [Figura 1.5 (a e b)]. **Compostos** são constituídos de dois ou mais elementos, logo eles contêm dois ou mais tipos de átomos [Figura 1.5 (c)]. A água, por exemplo, é um composto constituído de dois elementos, hidrogênio e oxigênio. A Figura 1.5 (d) mostra certa mistura de substâncias. **Misturas** são combinações de duas ou mais substâncias nas quais cada uma mantém sua própria identidade química.

Elementos

118

Na atualidade, existem 114 elementos conhecidos. A abundância desses elementos varia bastante, como mostrado na Figura 1.6. Por exemplo, apenas cinco elementos respondem por mais de 90% da crosta terrestre: oxigênio, silício, alumínio, ferro e cálcio. Em contrapartida, apenas três elementos (oxigênio, carbono e hidrogênio) respondem por mais de 90% da massa do corpo humano.

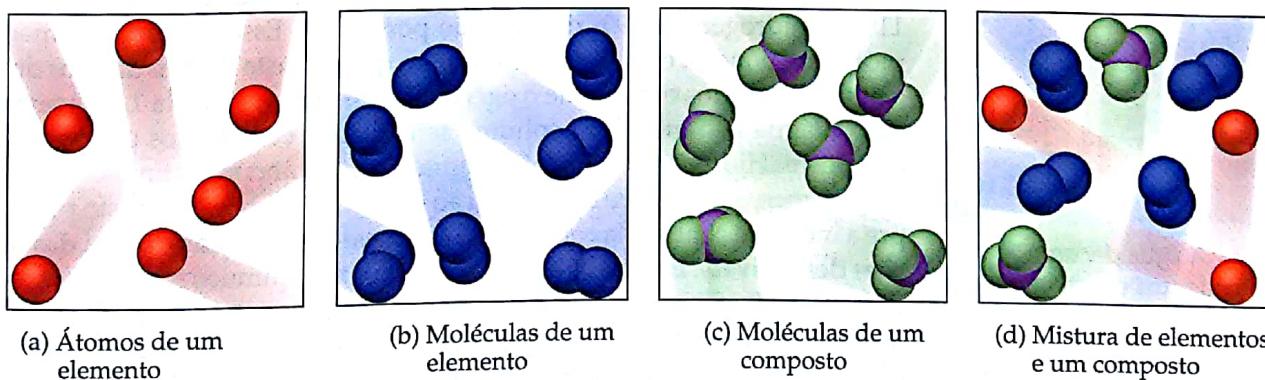


Figura 1.5 Cada elemento contém um único tipo de átomo. Os elementos podem ser constituídos de átomos individuais, como em (a), ou moléculas, como em (b). Os compostos contêm dois ou mais átomos diferentes unidos quimicamente, como em (c). Uma mistura contém unidades individuais de componentes, mostrado em (d) tanto como átomos quanto como moléculas.

Figura 1.6 Os elementos em porcentagem de massa na (a) crosta terrestre (incluindo oceanos e atmosfera) e (b) no corpo humano.

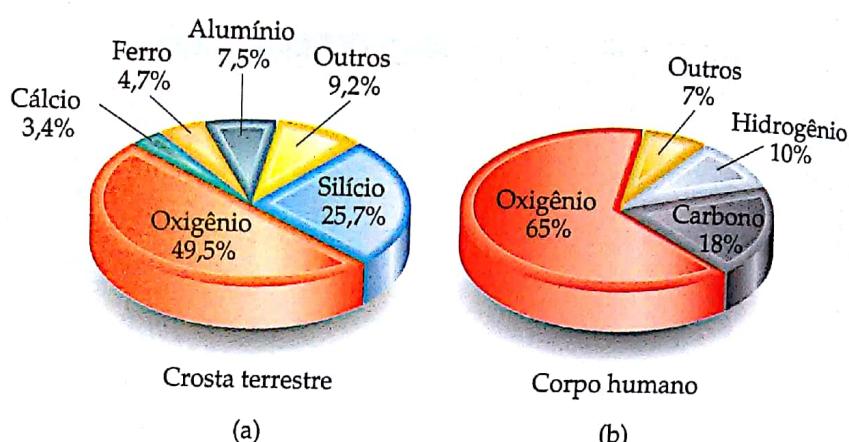


TABELA 1.2 Alguns elementos comuns e seus símbolos

Carbono	C	Alumínio	Al	Cobre	Cu (de <i>cuprum</i>)
Flúor	F	Bário	Ba	Ferro	Fe
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	Magnésio	Mg	Prata	Ag (de <i>argentum</i>)
Fósforo	P (de <i>phosphorus</i>)	Platina	Pt	Sódio	Na (de <i>natrium</i>)
Enxofre	S (de <i>sulfur</i>)	Silício	Si	Estanho	Sn (de <i>stannum</i>)

Alguns dos elementos mais comuns estão relacionados na Tabela 1.2, com as abreviaturas químicas — ou símbolos químicos — usadas para simbolizá-los. Todos os elementos químicos conhecidos e seus símbolos estão relacionados no encarte deste livro. A tabela na qual o símbolo químico para cada elemento está dentro de um cubículo é chamada de *tabela periódica*. Na tabela periódica os elementos são organizados em colunas verticais de forma que elementos intimamente relacionados são agrupados. Descrevemos essa importante ferramenta com mais detalhes na Seção 2.5.

O símbolo de cada elemento consiste de uma ou duas letras, com a primeira maiúscula. Esses símbolos são geralmente derivados do nome do elemento em latim. Você precisará saber esses símbolos e aprender outros à medida que se deparar com eles no livro.

Compostos

A maioria dos elementos pode interagir com outros elementos para formar compostos. O gás hidrogênio, por exemplo, incendeia-se em presença do gás oxigênio para formar água. Reciprocamente, a água pode se decompor nos elementos que a compõem com passagem de uma corrente elétrica, como mostrado na Figura 1.7. A água pura, independentemente de sua origem, consiste de 11% de hidrogênio e 89% de oxigênio por massa. Essa composição macroscópica corresponde à composição molecular, que consiste de dois átomos de hidrogênio combinados com um de oxigênio. Como visto na Tabela 1.3, as propriedades da água não mantêm nenhuma semelhança com as dos elementos que a compõem. Hidrogênio, oxigênio e água são substâncias distintas.

A observação de que a composição elementar de um composto puro é sempre a mesma é conhecida como **lei da composição constante** (ou **lei das proporções definitivas**). Ela foi divulgada primeiro pelo químico francês Joseph Louis Proust (1754–1826) por volta de 1800. Apesar de essa lei ser conhecida há mais de 200 anos, permanece entre algumas pessoas a crença geral de que existe uma diferença básica entre compostos preparados em laboratório e seus correspondentes encontrados na natureza. Entretanto, um composto puro tem a mesma composição e propriedades independentemente de sua origem. Tanto os químicos como a natureza têm de usar os mesmos elementos e trabalhar sob as mesmas leis naturais. Quando dois materiais diferem na composição e nas propriedades, sabemos que são constituídos de compostos diferentes ou que eles diferem na pureza.

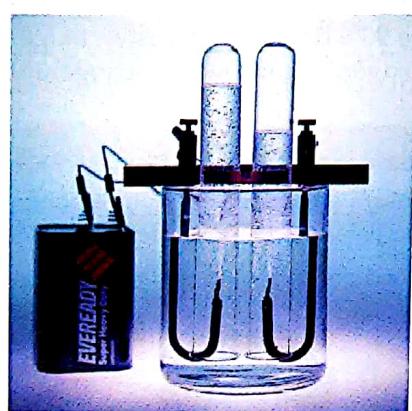


Figura 1.7 A água decompõe-se em seus elementos constituintes, hidrogênio e oxigênio, quando uma corrente elétrica direta passa por ela. O volume de hidrogênio (à direita) é duas vezes maior que o volume do oxigênio (à esquerda).

mesmas leis naturais. Quando dois materiais diferem na composição e nas propriedades, sabemos que são constituídos de compostos diferentes ou que eles diferem na pureza.

TABELA 1.3 Comparação entre água, hidrogênio e oxigênio

	Água	Hidrogênio	Oxigênio
Estado ^a	Líquido	Gás	Gás
Ponto de ebullição normal	100 °C	-253 °C	-183 °C
Densidade ^a	1,00 g/mL	0,084 g/L	1,33 g/L
Combustão	Não	Sim	Não

^a À temperatura ambiente e pressão atmosférica. (Veja Seção 10.2.)

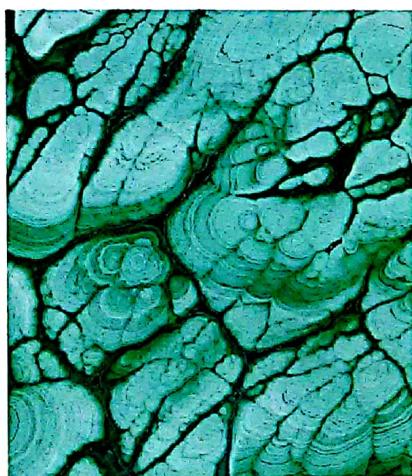


ANIMAÇÃO
Eletrólise da água

Misturas

A maioria das matérias que encontramos consiste de misturas de diferentes substâncias. Cada substância em uma mistura mantém sua própria identidade química e, consequentemente, suas próprias propriedades. Enquanto substâncias puras têm composições fixas, as composições das misturas podem variar. Uma xícara de café adoçado, por exemplo, pode conter pouco ou muito açúcar. As substâncias que compõem uma mistura (como açúcar e água) são chamadas *componentes* da mistura.

Algumas misturas, como areia, pedra e madeira, não têm a mesma composição, propriedades e aparência por toda a mistura. Elas são *heterogêneas* [Figura 1.8 (a)]. Misturas que são uniformes são *homogêneas*. O ar é uma mistura homogênea das substâncias gasosas nitrogênio, oxigênio e menores quantidades de outras substâncias. O nitrogênio no ar tem todas as propriedades que o nitrogênio puro porque tanto a substância pura quanto a mistura contêm as mesmas moléculas de nitrogênio. Sal, açúcar e muitas outras substâncias dissolvem-se em água para formar misturas homogêneas [Figura 1.8 (b)]. Elas são também chamadas de *soluções*. A Figura 1.9 resume a classificação da matéria em elementos, compostos e misturas.



(a)



(b)

Figura 1.8 (a) Muitos materiais comuns, incluindo pedras, são heterogêneos. Esta foto tirada de perto é de *malaquita*, um mineral de cobre. (b) Misturas homogêneas são chamadas de soluções. Muitas substâncias, incluindo o sólido azul mostrado nesta foto (sulfato de cobre), dissolvem-se em água para formar soluções.

COMO FAZER 1.1

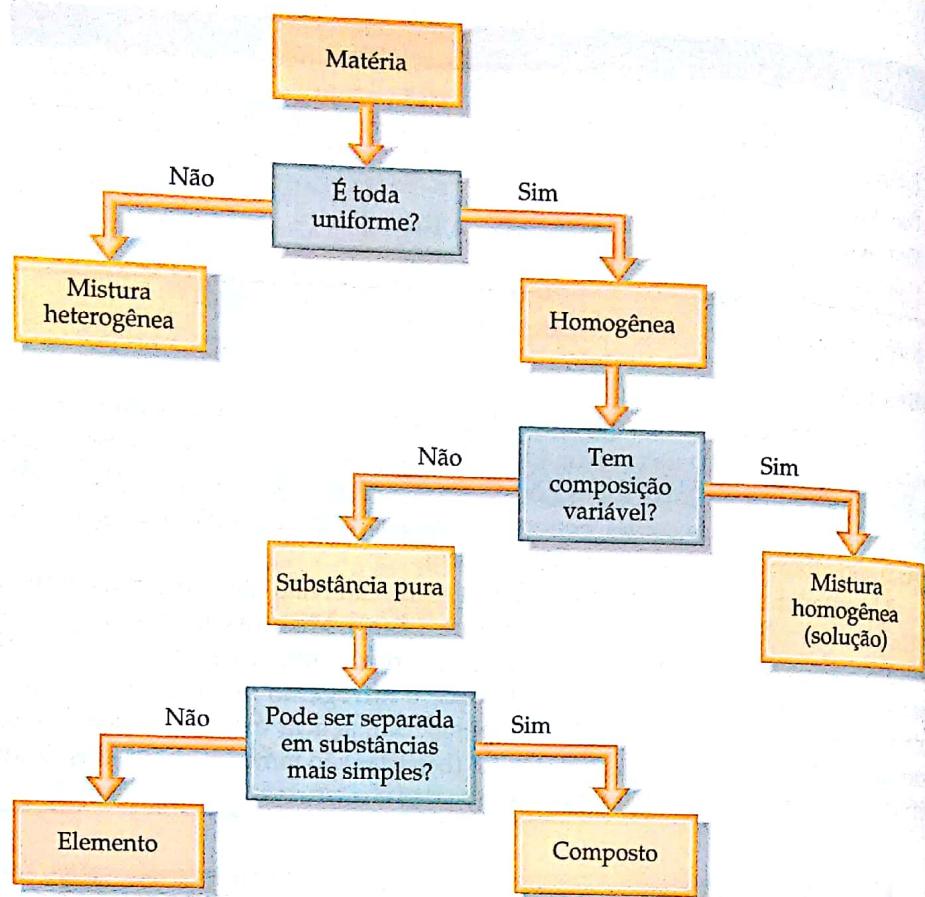
O ‘ouro branco’ usado em jóias contém dois elementos, ouro e paládio. Duas amostras distintas de ouro branco diferem em relação às quantidades de ouro e paládio que contêm. Ambas apresentam composição uniforme. Sem saber mais nada sobre os materiais, como você classificaria o ouro branco?

Solução Vamos usar o esquema mostrado na Figura 1.9 a seguir. Uma vez que o material é uniforme, ele é homogêneo. Uma vez que sua composição varia de uma amostra para a outra, não pode ser um composto. Contrariamente, tem de ser uma mistura homogênea. Pode ser dito que ouro e paládio formam uma solução sólida.

PRATIQUE

A aspirina é composta de 60,0% de carbono, 4,5% de hidrogênio e 35,5% de oxigênio por massa, independentemente de sua origem. A aspirina é uma mistura ou um composto?

Resposta: um composto porque sua composição é constante.



ANIMAÇÃO

Classificação da matéria

Figura 1.9 Esquema de classificação da matéria. Em nível químico, toda matéria é classificada basicamente como elementos ou compostos.

1.3 Propriedades da matéria

Toda substância tem um conjunto único de *propriedades* — características que nos permitem reconhecê-las e distingui-las de outras substâncias. Por exemplo, as propriedades relacionadas na Tabela 1.3 permitem-nos diferenciar entre hidrogênio, oxigênio e água. As propriedades da matéria podem ser classificadas como físicas ou químicas. As **propriedades físicas** podem ser medidas sem alterar a identidade e a composição das substâncias. Essas propriedades incluem cor, odor, densidade, ponto de fusão, ponto de ebulição e dureza. As **propriedades químicas** descrevem como uma substância pode se alterar ou *reagir* para formar outras. Uma propriedade química comum é a capacidade de sofrer combustão, ou seja, de queimar-se na presença de oxigênio.

Algumas propriedades — como temperatura, ponto de fusão e densidade — não dependem da quantidade de amostra analisada. Essas propriedades, chamadas **propriedades intensivas**, são particularmente úteis na química porque muitas podem ser usadas para *identificar* substâncias. As **propriedades extensivas** das substâncias dependem da quantidade de amostra e incluem medidas de massa e volume. Elas estão relacionadas com *quantidade* de substância presente.

Mudanças físicas e químicas

Do mesmo modo que suas propriedades, as mudanças que as substâncias sofrem podem ser classificadas como físicas ou químicas. Durante as **mudanças físicas** uma substância apresenta alteração em sua aparência física, mas não em sua composição. A evaporação da água é uma mudança física. Quando a água evapora, ela passa do estado líquido para o gasoso, mas é ainda composta de moléculas de água, como representado anteriormente na Figura 1.4. Todas as **mudanças de estado** (por exemplo, de líquido para gás ou de líquido para sólido) são mudanças físicas.

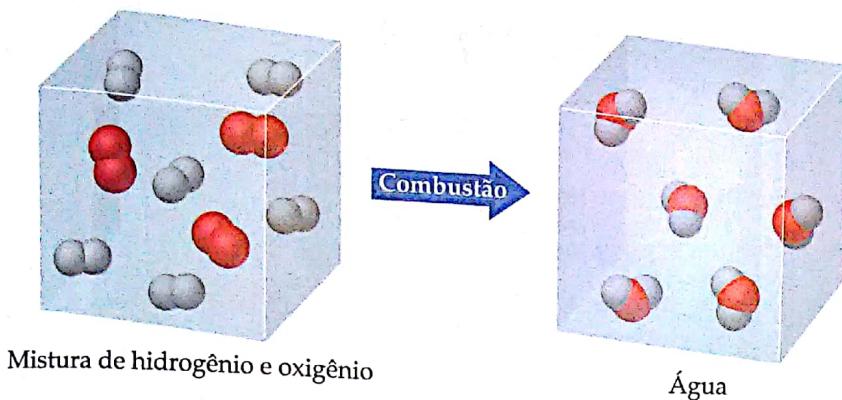


Figura 1.10 Em reações químicas, as identidades das substâncias mudam. Neste caso, uma mistura de hidrogênio e oxigênio sofre uma mudança química para formar água.

Nas **mudanças químicas** (também chamadas de **reações químicas**) uma substância é transformada em uma substância quimicamente diferente. Quando o hidrogênio queima no ar, por exemplo, sofre uma mudança química porque combina-se com oxigênio para formar água. Uma visão em nível molecular desse processo está representada na Figura 1.10.

Mudanças químicas podem ser dramáticas. No relato a seguir, Ira Remsen, autor de um livro popular de química publicado em 1901, descreveu sua primeira experiência com reações químicas. A reação química que ele observou é mostrada na Figura 1.11.

Ao ler um livro de química, deparei com a seguinte afirmação: “ácido nítrico age sobre o cobre” e resolvi ver o que isso significava. Tendo conseguido um pouco de ácido nítrico, queria apenas compreender o que a palavra ‘agir sobre’ significava. Em prol do conhecimento, estava disposto a desperdiçar uma das poucas moedas de cobre que tinha. Coloquei uma delas na mesa, abri uma garrafa com a etiqueta ‘ácido nítrico’, derramei um pouco do líquido no cobre e me preparei para observar. Mas o que foi essa coisa extraordinária que presenciei? A moeda já tinha se transformado, e não foi uma pequena transformação. Um líquido azul-esverdeado espumou e lançou fumaça sobre a moeda e a mesa. O ar ficou vermelho-escuro. Como poderia parar isso? Tentei pegar a moeda e jogá-la pela janela. Aprendi outro fato: ácido nítrico age sobre os dedos. A dor conduziu-me para outro experimento não premeditado. Esfreguei meus dedos na calça e descobri que ácido nítrico age sobre calças. Esta foi a experiência mais impressionante que já fiz. Mesmo agora, falo disso com preocupação. Foi assustador para mim. Obviamente a única maneira de entender esses notáveis tipos de ação é observando os resultados, experimentando, trabalhando em laboratório.

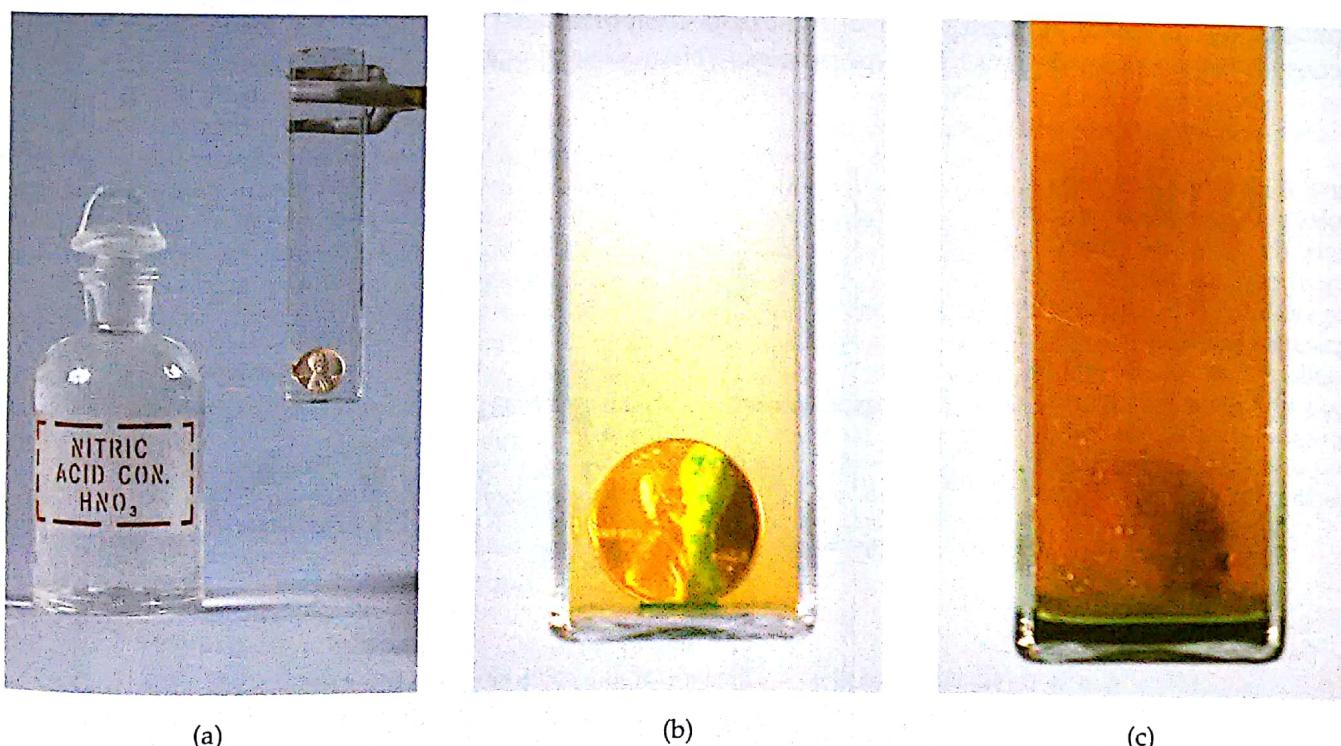


Figura 1.11 A reação química entre uma moeda de cobre de um centavo norte-americano e ácido nítrico. O cobre dissolvido produz a solução azul-esverdeada; o gás marrom avermelhado é dióxido de nitrogênio.

Figura 1.12 Separação por filtração. Uma mistura de um sólido e um líquido é derramada através de um filtro de porosidade média, neste caso, papel. O líquido passa pelo papel enquanto o sólido é retido por ele.



FILME

Misturas e compostos



(a)



(b)

Separação de misturas

Uma vez que cada componente de uma mistura mantém suas propriedades, podemos separar uma mistura em seus componentes, tirando vantagem das diferenças em suas propriedades. Por exemplo, uma mistura heterogênea de limalha de ferro e de ouro pode ser separada uma a uma pela cor do ferro e do ouro. Um modo menos triviantagem de uma diferença química importante existente entre eles: muitos ácidos dissolvem o ferro, mas não o ouro. Assim, se colocássemos a mistura em ácido apropriado, o ferro se dissolveria e o ouro seria ignorado. Os dois poderiam então ser separados por *filtração*, procedimento ilustrado na Figura 1.12. Teríamos de usar outras reações químicas, as quais aprenderemos mais tarde, para transformar o ferro dissolvido em metal.

Podemos separar misturas homogêneas em seus componentes de maneira análoga. Por exemplo, a água tem um ponto de ebulição maior do que o do sal de cozinha; ela é mais *volátil*. Se fervermos uma solução de sal em água, a água, que é mais volátil, evapora, e o do sal é ignorado. O vapor de água é convertido de volta à forma líquida nas paredes do condensador (Figura 1.13). Esse processo é chamado *destilação*.

Figura 1.13 Uma aparelho simples para a separação de uma solução de cloreto de sódio (água salgada) em seus componentes. Ao fervor a solução, a água evaporada condensa-se e é, então, coletada em um frasco receptor. Depois de toda a água ter sido evaporada, o cloreto de sódio puro permanece no frasco de aquecimento.



ANIMAÇÃO

Destilação de água salgada

