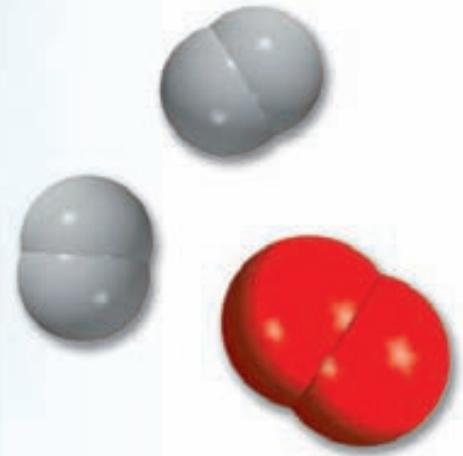


# Química

## El estudio del cambio



Un globo lleno de hidrógeno explota al calentarlo con una flama. El hidrógeno gaseoso reacciona con el oxígeno que está en el aire para formar vapor de agua. La química es el estudio de las propiedades de la materia y de los cambios que ésta experimenta. Los modelos muestran las moléculas de hidrógeno, oxígeno y agua.



## Sumario

- 1.1 Química: una ciencia para el siglo XXI
- 1.2 Estudio de la química
- 1.3 El método científico
- 1.4 Clasificación de la materia
- 1.5 Los tres estados de la materia
- 1.6 Propiedades físicas y químicas de la materia
- 1.7 Mediciones
- 1.8 Manejo de los números
- 1.9 Análisis dimensional en la resolución de problemas

## Avance del capítulo

- Este capítulo inicia con una breve introducción al estudio de la química y su función dentro de la sociedad moderna (1.1 y 1.2)
- A continuación conoceremos las bases del método científico, que es una metodología sistemática para la investigación en todas las disciplinas científicas. (1.3)
- Definiremos el concepto de materia y observaremos que una sustancia pura puede ser un elemento o un compuesto. Distinguiremos entre una mezcla homogénea y una heterogénea. Aprenderemos que, en principio, toda la materia puede existir en cualquiera de los tres estados: sólido, líquido o gaseoso. (1.4 y 1.5)
- Para caracterizar una sustancia necesitamos conocer sus propiedades físicas, las cuales son observables sin que sus propiedades químicas e identidad sufran cambio alguno, lo que sólo puede demostrarse mediante cambios químicos. (1.6)
- Debido a que se trata de una ciencia experimental, la química involucra el uso de las mediciones. Conoceremos las unidades básicas del SI (Sistema Internacional de medidas) y emplearemos sus unidades derivadas en cantidades como el volumen y la densidad. También estudiaremos las tres escalas de temperatura: Celsius, Fahrenheit y Kelvin. (1.7)
- Con frecuencia, los cálculos químicos implican el uso de cantidades muy pequeñas o muy grandes, y una manera conveniente para tratar con algunas de estas cifras es la notación científica. En los cálculos o mediciones cada cantidad debe presentar el número adecuado de cifras significativas, las que corresponden a dígitos importantes. (1.8)
- Por último, entenderemos la utilidad del análisis dimensional para los cálculos químicos. Al considerar las unidades a lo largo de la secuencia completa de cálculos, todas las unidades se cancelarán, a excepción de aquella que se busca. (1.9)

La química es una ciencia activa y en evolución que tiene importancia vital en nuestro planeta, tanto en la naturaleza como en la sociedad. Aunque sus raíces son antiguas, la química es en todos sentidos una ciencia moderna, como veremos un poco más adelante.

Iniciaremos el estudio de la química en el nivel macroscópico, en el que es posible observar y medir los materiales que forman nuestro mundo. En este capítulo analizaremos el método científico, que es la base para la investigación no sólo en química, sino también en las demás ciencias. Luego, descubriremos la forma en que los científicos definen y caracterizan a la materia. Por último, dedicaremos un poco de tiempo al aprendizaje del manejo de los resultados numéricos de las mediciones químicas y a la resolución de problemas numéricos. En el capítulo 2 iniciaremos la exploración del mundo microscópico de átomos y moléculas.





El ideograma chino para el término química significa "el estudio del cambio".

## 1.1 Química: una ciencia para el siglo XXI

La **química** es el estudio de la materia y los cambios que ocurren en ella. Es frecuente que se le considere como la ciencia central, ya que los conocimientos básicos de química son indispensables para los estudiantes de biología, física, geología, ecología y muchas otras disciplinas. De hecho, la química es parte central de nuestro estilo de vida; a falta de ella, nuestra vida sería más breve en lo que llamaríamos condiciones primitivas, sin automóviles, electricidad, computadoras, discos compactos y muchas otras comodidades modernas.

Aunque la química es una ciencia antigua, sus fundamentos modernos se remontan al siglo XIX, cuando los adelantos intelectuales y tecnológicos permitieron que los científicos separaran sustancias en sus componentes y, por tanto, explicaran muchas de sus características físicas y químicas. El desarrollo acelerado de tecnología cada vez más refinada durante el siglo XX nos ha brindado medios cada vez mayores para estudiar lo que es inapreciable a simple vista. El uso de las computadoras y microscopios especiales, por citar un ejemplo, permite que los químicos analicen la estructura de los átomos y las moléculas (las unidades fundamentales en las que se basa el estudio de la química) y diseñen nuevas sustancias con propiedades específicas, como fármacos y productos de consumo no contaminantes.

En este principio del siglo XXI conviene preguntarnos qué función tendrá la ciencia central en esta centuria. Es casi indudable que la química mantendrá una función fundamental en todas las áreas de la ciencia y la tecnología. Antes de profundizar en el estudio de la materia y su transformación, consideremos algunas fronteras que los químicos exploran actualmente (figura 1.1). Sin importar las razones por las que tome un curso de introducción a la química, el conocimiento adecuado de esta disciplina le permitirá apreciar sus efectos en la sociedad y en usted.

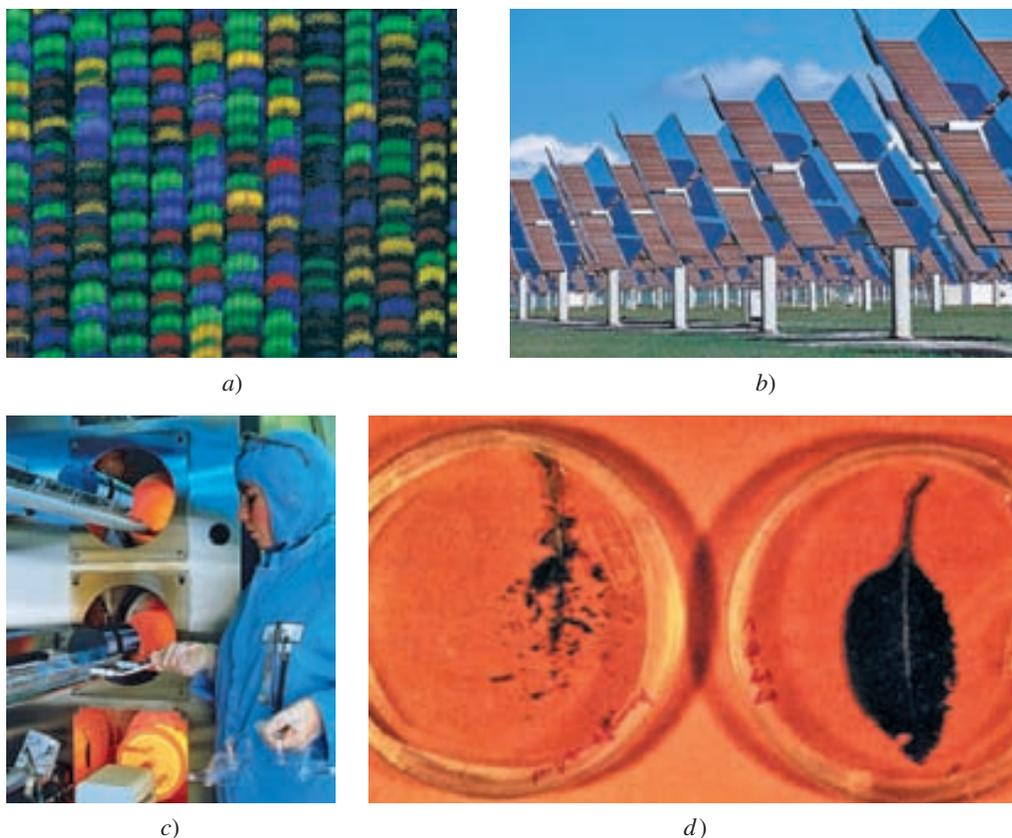
### Salud y medicina

Tres logros importantes en el siglo XX han permitido la prevención y tratamiento de enfermedades. Se trata de medidas de salud pública que establecieron sistemas sanitarios para proteger a numerosas personas contra enfermedades infecciosas; la cirugía con anestesia, que ha posibilitado a los médicos curar enfermedades posiblemente mortales, como la apendicitis, y el advenimiento de vacunas y antibióticos, que hicieron factible la prevención de enfermedades causadas por microorganismos. La terapia génica al parecer será la cuarta revolución en la medicina. (Los genes son la unidad básica de la herencia.) Se cuentan por miles las enfermedades conocidas, entre ellas la fibrosis quística y la hemofilia, ocasionadas por un daño heredado de un solo gen. Muchos otros padecimientos, como cáncer, enfermedades cardíacas, sida y artritis, resultan hasta cierto punto de alteraciones de uno o más genes relacionados con los sistemas de defensa del organismo. En la terapia génica se inserta un gen sano específico en las células del paciente para curar o aminorar esos trastornos. A fin de ejecutar esos procedimientos, el médico debe tener conocimientos sólidos de las propiedades químicas de los componentes moleculares implicados. La descodificación del genoma humano, que comprende todo el material genético de nuestro organismo y desempeña una función esencial en la terapia génica, se basa principalmente en técnicas químicas.

Los químicos de la industria farmacéutica investigan fármacos potentes con pocos o nulos efectos adversos para el tratamiento del cáncer, sida y muchas otras enfermedades, además de fármacos para aumentar el número de trasplantes exitosos de órganos. En una escala más amplia, mejorar nuestra comprensión sobre el mecanismo del envejecimiento permitirá lograr esperanza de vida más prolongada y saludable para los habitantes del planeta.

### Energía y ambiente

La energía es un producto secundario de muchos procesos químicos, y al continuar el aumento en su demanda, tanto en países industrializados, entre ellos Estados Unidos, como en nacio-



**Figura 1.1** a) Salida de datos de un equipo automatizado secuenciador de ADN. Cada línea muestra una secuencia (indicada por colores distintos) obtenida de muestras distintas de ADN. b) Celdas fotovoltaicas. c) Oblea de silicio en fabricación. d) La hoja de la izquierda se tomó de una planta de tabaco no sometida a ingeniería genética y expuesta a la acción del gusano del tabaco. La hoja de la derecha sí fue sometida a ingeniería genética y apenas la atacaron los gusanos. Es factible aplicar la misma técnica para proteger las hojas de otros tipos de plantas.

nes en vías de desarrollo, como China, los químicos intentan activamente encontrar nuevas fuentes de energía. En la actualidad, las principales fuentes de energía son los combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural). Las reservas estimadas de estos combustibles durarán otros 50 a 100 años con el ritmo actual de consumo, por lo que es urgente encontrar fuentes alternas.

La energía solar al parecer es una fuente viable de energía para el futuro. Cada año, la superficie terrestre recibe de la luz solar alrededor de 10 veces la energía contenida en todas las reservas conocidas de carbón, petróleo, gas natural y uranio combinadas. Sin embargo, gran parte de esa energía se “desperdicia” al reflejarse hacia el espacio exterior. En los últimos 30 años, las intensas actividades de investigación han mostrado que la energía solar puede aprovecharse con efectividad de dos maneras. Una de ellas es su conversión directa en electricidad mediante el uso de dispositivos llamados *celdas fotovoltaicas*. La otra consiste en usar la luz solar para obtener hidrógeno a partir del agua. Luego, el hidrógeno alimenta a una *celda combustible* para generar electricidad. Aunque se han logrado adelantos en los conocimientos del proceso científico de conversión de la energía solar en electricidad, la tecnología todavía no ha mejorado al punto de que sea factible producir electricidad en gran escala y con costo económicamente aceptable. Sin embargo, se ha predicho que para el año 2050 la energía solar satisfará más de 50% de las necesidades energéticas.

Otra posible fuente de energía es la fisión nuclear, si bien el futuro de la industria nuclear en Estados Unidos y otros países es incierto a causa de preocupaciones ambientalistas sobre los desechos radiactivos de los procesos de fisión. Los químicos pueden ayudar en el mejo-

ramiento del destino final de los desechos nucleares. La fusión nuclear, el proceso que ocurre en el Sol y otras estrellas, genera enormes cantidades de energía sin producir muchos desechos radiactivos peligrosos. Al cabo de otro medio siglo, es probable que la fusión nuclear se convierta en una fuente significativa de energía.

La producción y utilización de la energía se relacionan estrechamente con la calidad del ambiente. Una desventaja importante de quemar combustibles fósiles es que se produce dióxido de carbono, que es uno de los *gases de invernadero* (es decir, los que promueven el calentamiento de la atmósfera terrestre), además de dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno, que producen la lluvia ácida y el smog. (El aprovechamiento de la energía solar no tiene esos efectos nocivos en el ambiente.) El uso de automóviles eficientes en el consumo de combustibles y de convertidores catalíticos más efectivos debe permitir una reducción considerable de las emisiones automotrices nocivas y el mejoramiento de la calidad de la atmósfera en las áreas con tránsito vehicular intenso. Además, debe aumentar el uso de automóviles eléctricos equipados con baterías duraderas y de automóviles híbridos, alimentados por baterías y gasolina, lo que ayudará a minimizar la contaminación atmosférica.

## Materiales y tecnología

La investigación y el desarrollo de la química en el siglo xx han generado nuevos materiales con efecto de mejoramiento profundo de la calidad de vida y han ayudado a mejorar la tecnología de diversas maneras. Unos cuantos ejemplos son los polímeros (incluidos el caucho y el nailon), la cerámica (como la que se usa en utensilios de cocina), los cristales líquidos (como los de las pantallas electrónicas), los adhesivos (como los usados en notas adherentes) y los materiales de recubrimiento (por ejemplo, las pinturas de látex).

¿Qué nos reserva el futuro cercano? Algo muy probable es el uso de materiales *superconductores* a temperatura ambiente. La electricidad se conduce por cables de cobre, que no son conductores perfectos. Por consiguiente, casi 20% de la energía eléctrica se pierde en forma de calor entre la planta generadora de electricidad y los hogares u oficinas, lo que constituye un desperdicio enorme. Los superconductores son materiales desprovistos de resistencia eléctrica, y por tanto conducen la electricidad sin pérdida de energía. Aunque el fenómeno de la superconductividad a temperaturas muy bajas (más de 400 grados Fahrenheit por debajo del punto de congelación del agua) se ha conocido durante más de 90 años, un adelanto importante a mediados del decenio de 1980 reveló que es posible fabricar materiales que actúen como superconductores a la temperatura ambiente o cerca de ella. Los químicos han ayudado en el diseño y síntesis de nuevos materiales promisorios en dicha búsqueda. En los 30 años siguientes, veremos la aplicación en gran escala de superconductores a altas temperaturas en la resolución de imágenes por resonancia magnética (IRM), trenes de levitación magnética y fusión nuclear.

Si fuera necesario mencionar un adelanto tecnológico que ha conformado nuestras vidas más que ningún otro, habría que señalar a las computadoras. El “motor” que impulsa la revolución de las computadoras es el microprocesador, el diminuto chip de silicio que ha servido de base para numerosas invenciones, como las computadoras portátiles y aparatos de fax. La eficiencia de los microprocesadores se juzga según la velocidad con la que realizan operaciones matemáticas, como la suma. El ritmo del progreso es tal que desde su advenimiento se ha duplicado la velocidad de los microprocesadores cada 18 meses. La calidad de un microprocesador depende de la pureza del chip de silicio y de la capacidad para agregar la cantidad necesaria de otras sustancias, situación en que los químicos desempeñan una función importante en la investigación y desarrollo de chips de silicio. En el futuro, los científicos empezarán a explorar las perspectivas de la “computación molecular”, es decir, la sustitución del silicio con moléculas. Las ventajas radican en que puede lograrse que ciertas moléculas respondan a la luz, no a los electrones, con lo que se tendrían computadoras ópticas, no electrónicas. Con base en la ingeniería genética apropiada, los científicos pueden sintetizar esas moléculas con microorganismos, que sustituirían a grandes fábricas. Las computadoras ópticas también tendrían una capacidad mucho mayor de almacenamiento que las electrónicas.

## Alimentos y agricultura

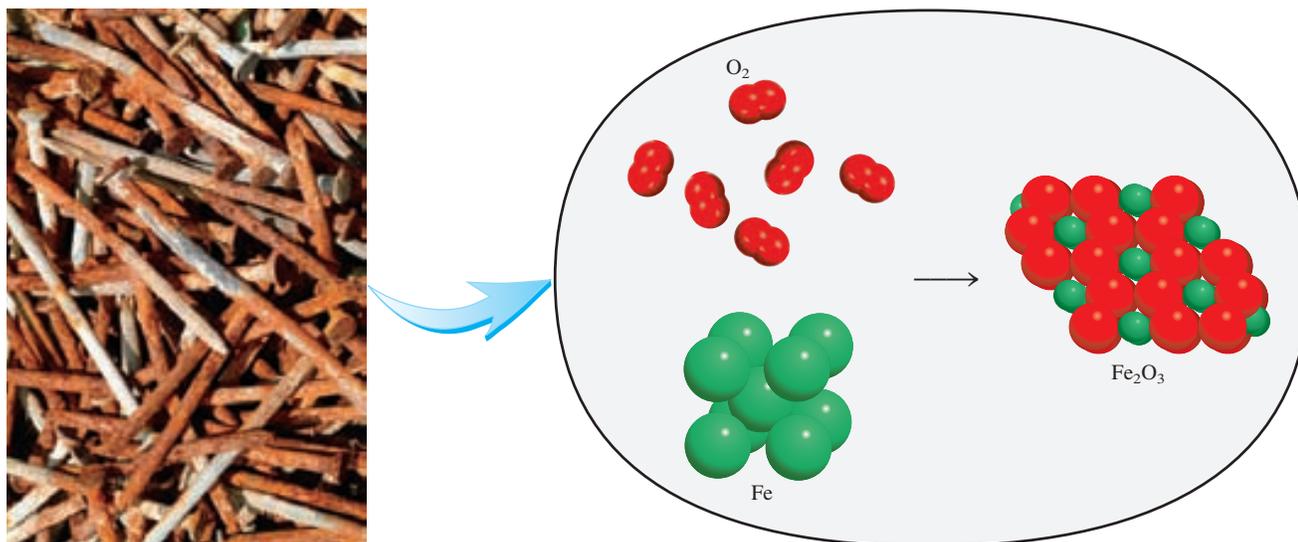
¿Cómo alimentar a la creciente población mundial? En países pobres, casi 80% de la fuerza laboral se dedica a la producción agrícola y la mitad del presupuesto familiar promedio se gasta en alimentos. Ello constituye una carga enorme para los recursos de esas naciones. Los factores que afectan la producción agrícola son la riqueza del suelo, los insectos y enfermedades que dañan los cultivos, y otras plantas que compiten por los nutrientes. Además de la irrigación, los agricultores recurren a fertilizantes y plaguicidas para mejorar la productividad de sus cultivos. Desde el decenio de 1950, el tratamiento de los cultivos infestados por plagas ha consistido a veces en la aplicación indiscriminada de compuestos químicos potentes. Es frecuente que tales medidas hayan tenido efectos nocivos graves en el ambiente. Incluso el uso excesivo de fertilizantes es dañino para el suelo, el agua y el aire.

A fin de satisfacer la demanda de alimentos en el siglo XXI, deben idearse estrategias novedosas para la actividad agrícola. Se ha demostrado ya que con la biotecnología es posible obtener cultivos más abundantes y de mejor calidad. Estas técnicas se han aplicado a muchos productos agrícolas, no sólo para mejorar su producción, sino también para obtener más cosechas anuales. Por ejemplo, se sabe que cierta bacteria produce una proteína tóxica para las orugas que comen hojas. La inclusión del gen que codifica la toxina en las plantas cultivadas les brinda protección contra ellas, de modo que no se requieran los pesticidas. Los investigadores también han encontrado la forma de prevenir la reproducción de las plagas de insectos. Los insectos se comunican entre sí al emitir moléculas especiales, llamadas feromonas, ante las cuales reaccionan. La identificación y la síntesis de feromonas implicadas en el apareamiento permiten interferir en el ciclo reproductivo normal de plagas comunes, por ejemplo, al inducir el apareamiento reproductivo prematuro de los insectos o engañar a las hembras para que copulen con machos estériles. En adición, los químicos pueden idear formas de aumentar la producción de fertilizantes menos dañinos para el ambiente y sustancias que eliminen selectivamente las hierbas nocivas.

## 1.2 Estudio de la química

En comparación con otras disciplinas, es habitual la idea de que la química es más difícil, al menos en el nivel básico. Dicha percepción se justifica hasta cierto punto; por ejemplo, es una disciplina con un vocabulario muy especializado. Sin embargo, inclusive si éste es el primer curso de química que toma usted, ya está familiarizado con el tema mucho más de lo que supone. En las conversaciones cotidianas escuchamos palabras relacionadas con la química, si bien no necesariamente usadas en el sentido científicamente correcto. Ejemplo de ello son términos como “electrónica”, “salto cuántico”, “equilibrio”, “catalizador”, “reacción en cadena” y “masa crítica”. Además, si usted cocina, ¡entonces es un químico en ejercicio! Gracias a su experiencia en la cocina, sabe que el aceite y el agua no se mezclan y que si deja hervir el agua en la estufa llega un momento en que se evapora por completo. También aplica los principios de la química y la física cuando usa el bicarbonato de sodio en la elaboración de pan; una olla a presión para abreviar el tiempo de preparación de guisos, añade ablandador de carnes a un platillo, exprime un limón sobre rebanadas de pera para evitar que se tornen oscuras o sobre el pescado para minimizar su olor, o añade vinagre al agua en la que cuece huevos. Todos los días observamos esos cambios sin pensar en su naturaleza química. El propósito de este curso es hacer que usted piense como químico, que vea el *mundo macroscópico*, lo que podemos ver y tocar directamente, y visualice las partículas y fenómenos del *mundo microscópico* que no podemos experimentar sin la tecnología moderna y nuestra imaginación.

Al principio es factible que le confunda que su profesor de química y este libro alternen continuamente entre los mundos microscópico y macroscópico. Simplemente debe tener presente que los datos de las investigaciones químicas suelen provenir de observaciones de fenómenos a gran escala, si bien las explicaciones suelen radicar en el mundo microscópico invisible e imaginario de átomos y moléculas. En otras palabras, los químicos frecuentemente *ven* algo (en el mundo macroscópico) y *piensan* en algo más (en el mundo microscópico). Por



**Figura 1.2** Vista molecular simplificada de la formación de la herrumbre ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) a partir de átomos de hierro (Fe) y moléculas de oxígeno ( $\text{O}_2$ ). En realidad, el proceso requiere agua y la herrumbre también contiene moléculas de agua.

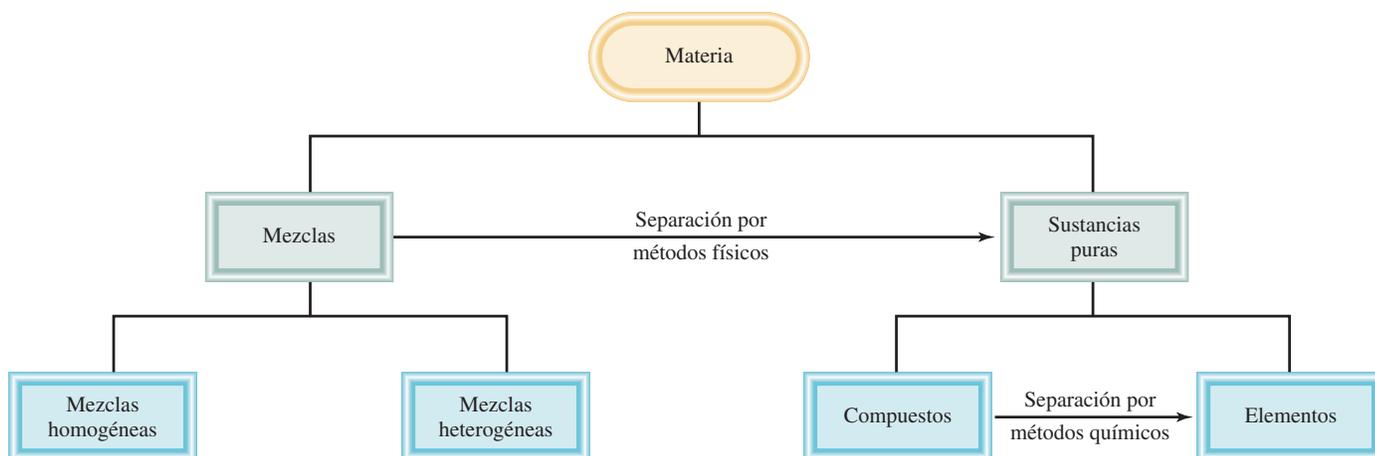
ejemplo, al observar los clavos oxidados de la figura 1.2, un químico pensaría en las propiedades básicas de los átomos individuales del hierro y la forma en que interaccionan dichas unidades con otros átomos y moléculas para producir el cambio observado.

### 1.3 El método científico

Todas las ciencias, incluidas las sociales, recurren a variantes de lo que se denomina **método científico**, que es *un enfoque sistemático para la investigación*. Por ejemplo, un psicólogo que pretende indagar el efecto del ruido en la capacidad de las personas para aprender química y un químico interesado en medir el calor liberado por la combustión del hidrógeno gaseoso en presencia de aire utilizarían aproximadamente el mismo procedimiento en sus investigaciones. El primer paso consiste en definir de manera minuciosa el problema. El siguiente es realizar experimentos, elaborar observaciones detalladas y registrar la información, o *datos*, concernientes al sistema, es decir, a la parte del universo que se investiga. (En los ejemplos recién mencionados, los sistemas son el grupo de personas que estudia el psicólogo y una mezcla de hidrógeno y aire, respectivamente.)

Los datos obtenidos en una investigación pueden ser **cualitativos**, o sea, *consistentes en observaciones generales acerca del sistema*, y **cuantitativos**, es decir, *comprende los números obtenidos de diversas mediciones del sistema*. En general, los químicos usan símbolos y ecuaciones estandarizados en el registro de sus mediciones y observaciones. Esta forma de representación no sólo simplifica el proceso de registro, sino que también constituye una base común para la comunicación con otros químicos.

Una vez terminados los experimentos y registrados los datos, el paso siguiente del método científico es la interpretación, en la que el científico intenta explicar el fenómeno observado. Con base en los datos recopilados, el investigador formula una **hipótesis**, que es *una explicación tentativa de un conjunto de observaciones*. Luego, se diseñan experimentos adicionales para verificar la validez de la hipótesis en tantas formas como sea posible y el proceso se inicia de nuevo. En la figura 1.3 se resumen los pasos principales del proceso de investigación.

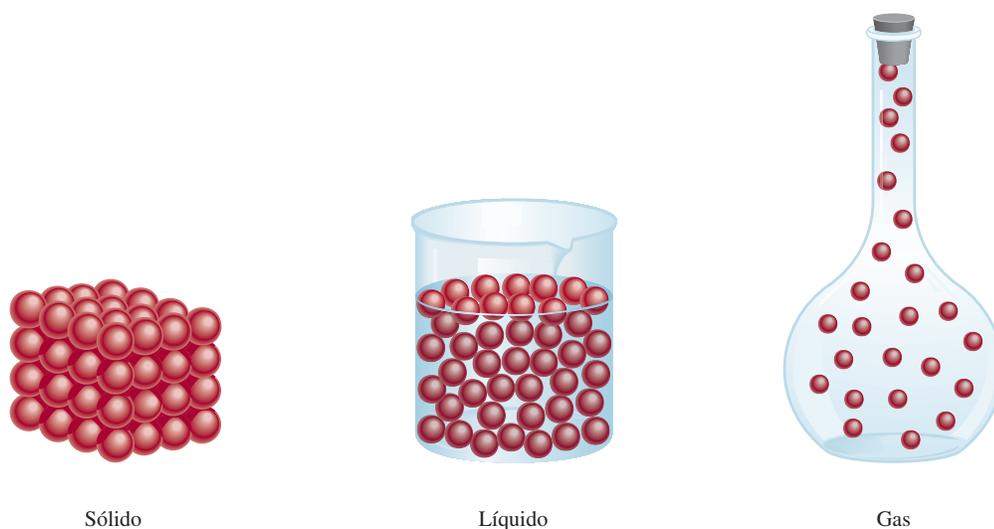


**Figura 1.5** Clasificación de la materia.

## 1.5 Los tres estados de la materia

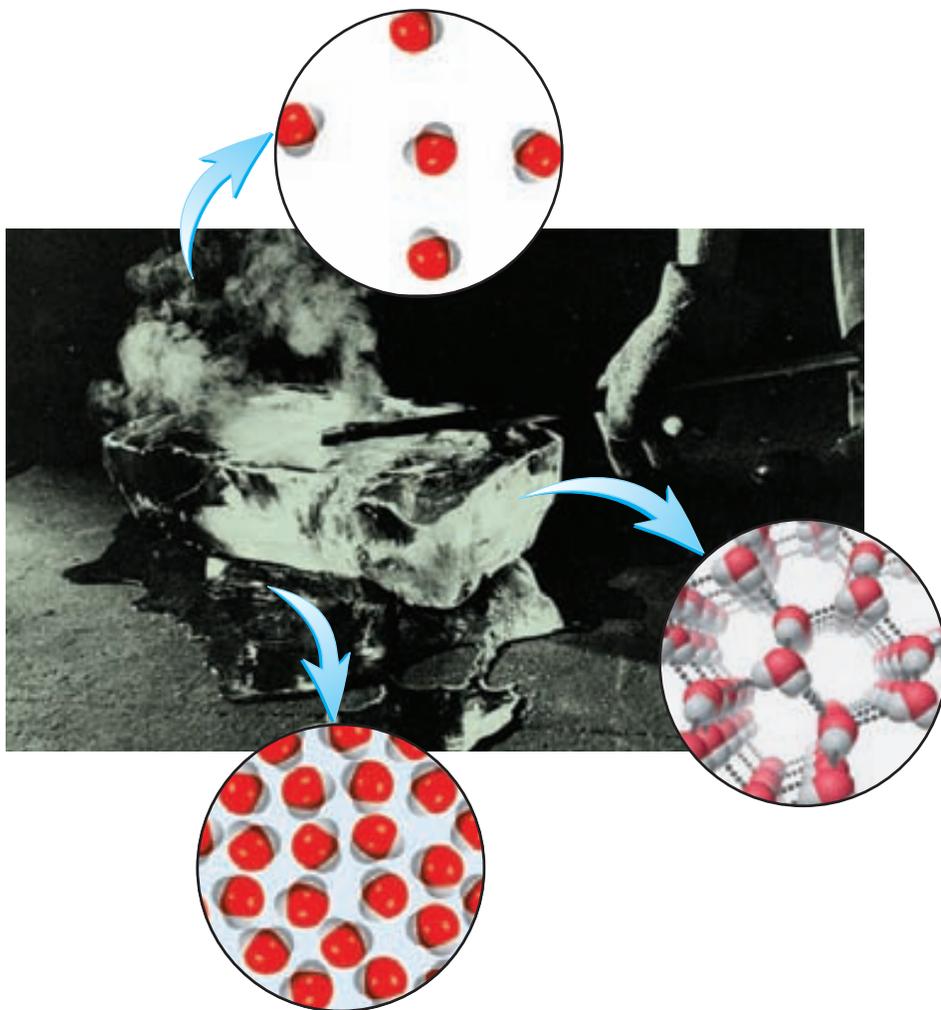
Al menos en principio, todas las sustancias pueden existir en tres estados: sólido, líquido y gaseoso. Como se muestra en la figura 1.6, los gases difieren de los líquidos y sólidos en la distancia que media entre las moléculas. En un sólido, las moléculas se mantienen juntas de manera ordenada, con escasa libertad de movimiento. Las moléculas de un líquido están cerca unas de otras, sin que se mantengan en una posición rígida, por lo que pueden moverse. En un gas, las moléculas están separadas entre sí por distancias grandes en comparación con el tamaño de las moléculas mismas.

Son posibles las conversiones entre los tres estados de la materia sin que cambie la composición de la sustancia. Al calentar un sólido (por ejemplo, el hielo) se funde y se transforma en líquido (agua). (La temperatura en la que ocurre esa transición se denomina *punto de fusión*.) Su calentamiento adicional convierte al líquido en gas. (Esta conversión sobreviene en el *punto de ebullición* del líquido.) Por otra parte, el enfriamiento de un gas hace que se condense en la forma de líquido. Al enfriar adicionalmente este líquido, se congela a su forma



**Figura 1.6** Representación microscópica de un sólido, un líquido y un gas.

**Figura 1.7** Los tres estados de la materia. Un lingote caliente transforma el hielo en agua y luego en vapor de agua.



sólida. Los tres estados de la materia se muestran en la figura 1.7. Advierta que las propiedades del agua son únicas entre las sustancias comunes, ya que las moléculas en su estado líquido están más cerca unas de otras que en el estado sólido.

### *Revisión de conceptos*

Un cubo de hielo se colocó en un recipiente cerrado. Cuando se calienta, el cubo de hielo primero se derrite y después el agua hierve hasta formar vapor. ¿Cuál de los siguientes enunciados es verdadero?

- La apariencia física del agua es diferente en cada etapa de cambio.
- La masa de agua es la mayor para el cubo de hielo y la menor para el vapor.

## **1.6** Propiedades físicas y químicas de la materia

Se identifican las sustancias por sus propiedades y su composición. El color, punto de fusión y punto de ebullición son propiedades físicas. Una *propiedad física se puede medir y observar sin que se modifique la composición o identidad de la sustancia*. Por ejemplo, es posible

TABLA 1.2 Unidades básicas del Sistema Internacional

Cantidad básica	Nombre de la unidad	Símbolo
Longitud	metro	m
Masa	kilogramo	kg
Tiempo	segundo	s
Corriente eléctrica	amperio	A
Temperatura	kelvin	K
Cantidad de sustancia	mol	mol
Intensidad luminosa	candela	cd

TABLA 1.3 Prefijos usados con las unidades del Sistema Internacional

Prefijo	Símbolo	Significado	Ejemplo
tera-	T	1 000 000 000 000, o $10^{12}$	1 terámetro (Tm) = $1 \times 10^{12}$ m
giga-	G	1 000 000 000, o $10^9$	1 gigámetro (Gm) = $1 \times 10^9$ m
mega-	M	1 000 000, o $10^6$	1 megámetro (Mm) = $1 \times 10^6$ m
kilo-	k	1 000, o $10^3$	1 kilómetro (km) = $1 \times 10^3$ m
deci-	d	1/10, o $10^{-1}$	1 decímetro (dm) = 0.1 m
centi-	c	1/100, o $10^{-2}$	1 centímetro (cm) = 0.01 m
mili-	m	1/1 000, o $10^{-3}$	1 milímetro (mm) = 0.001 m
micro-	$\mu$	1/1 000 000, o $10^{-6}$	1 micrómetro ( $\mu\text{m}$ ) = $1 \times 10^{-6}$ m
nano-	n	1/1 000 000 000, o $10^{-9}$	1 nanómetro (nm) = $1 \times 10^{-9}$ m
pico-	p	1/1 000 000 000 000, o $10^{-12}$	1 picómetro (pm) = $1 \times 10^{-12}$ m

Note que el prefijo métrico sólo representa un número:

$$1 \text{ mm} = 1 \times 10^{-3} \text{ m}$$



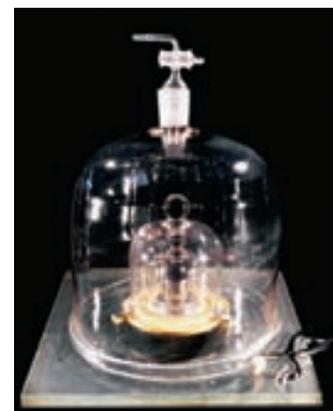
Un astronauta salta sobre la superficie lunar.

## Masa y peso

Aunque los términos “masa” y “peso” suelen usarse indistintamente, en sentido estricto se trata de cantidades diferentes. Mientras que la masa es una medición de la cantidad de materia en un objeto, el *peso*, en sentido técnico, es *la fuerza que ejerce la gravedad sobre un objeto*. Una manzana que cae de un árbol es atraída hacia abajo por la gravedad de la Tierra. La masa de la manzana es constante y no depende de su ubicación, en tanto que el peso sí. Por ejemplo, en la superficie de la Luna la manzana pesaría apenas una sexta parte de lo que pesa en la Tierra, ya que la gravedad lunar equivale a un sexto de la terrestre. La menor gravedad de la Luna permitió que los astronautas saltaran sin dificultad en su superficie, pese a los voluminosos trajes y equipo. Los químicos se interesan principalmente en la masa, que puede determinarse con facilidad con una balanza; por extraño que parezca, el proceso de medir la masa se llama *pesada*.

La unidad básica de masa del SI es el *kilogramo* (kg). A diferencia de las unidades de longitud y tiempo, que se basan en procesos naturales que los científicos pueden repetir en cualquier momento, el kg se define en función de un objeto en particular (figura 1.9). En química es más conveniente usar una unidad más pequeña, el gramo (g):

$$1 \text{ kg} = 1\,000 \text{ g} = 1 \times 10^3 \text{ g}$$



**Figura 1.9** El kilogramo prototipo está hecho de una aleación de platino e iridio. Se conserva en un depósito de seguridad en la Oficina Internacional de Pesos y Medidas que se encuentra en Sèvres, Francia. ¡En 2007 se descubrió que la aleación ha perdido en forma misteriosa aproximadamente 50  $\mu\text{g}$ !