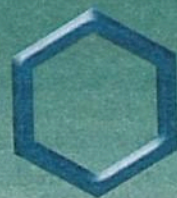
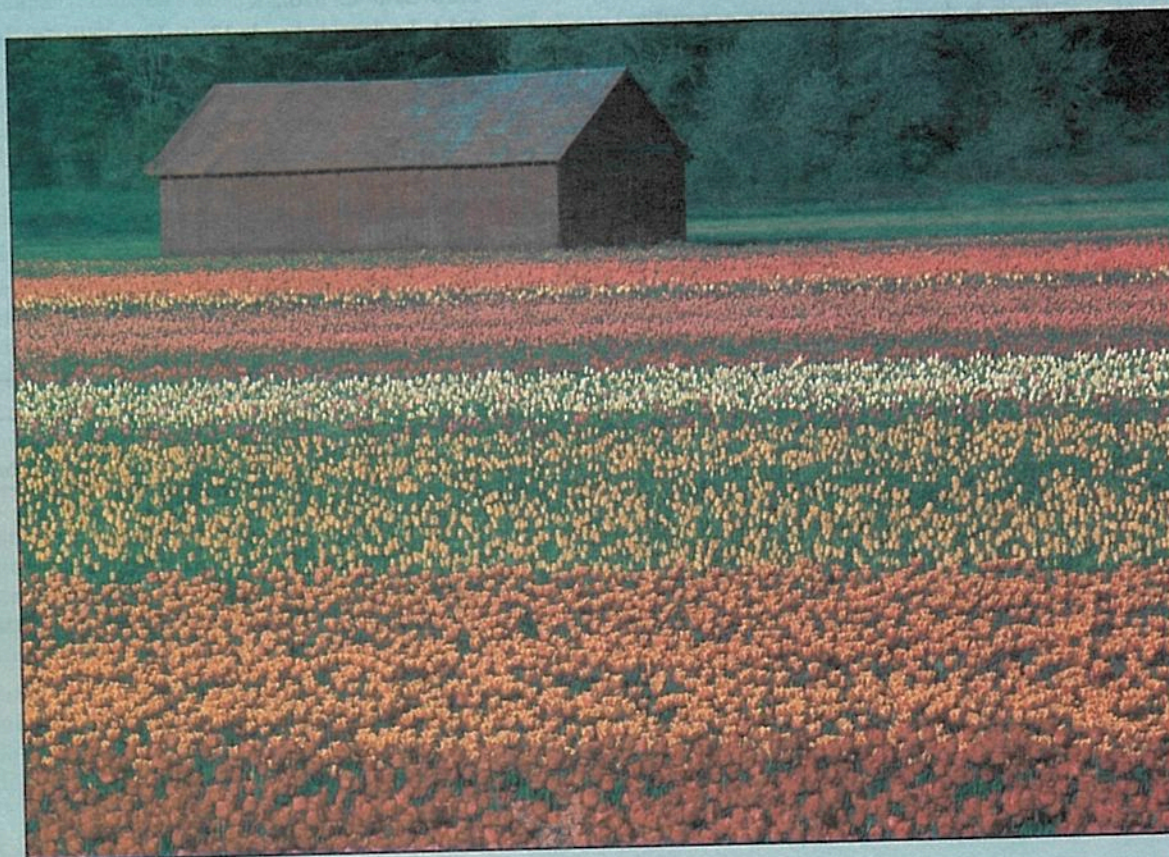


CAPÍTULO 3



Clasificación de la materia



En los invernaderos, las variedades de flores se clasifican a menudo según su color.

Contenido

- | | |
|--|---|
| 3.1 Definición de materia | 3.8 Metales, no metales y metaloides |
| 3.2 Estados físicos de la materia | 3.9 Compuestos |
| 3.3 Sustancias y mezclas | 3.10 Elementos que existen como moléculas diatómicas |
| 3.4 Elementos | 3.11 Fórmulas químicas |
| 3.5 Distribución de los elementos | 3.12 Mezclas |
| 3.6 Nombres de los elementos | |
| 3.7 Símbolos de los elementos | |

Toda la vida buscamos ordenar el caos que nos rodea. Para hacerlo clasificamos las cosas según sus semejanzas. En la biblioteca, agrupan los libros por tema y después por autor. En las tiendas de departamentos organizan su mercancía según su tamaño y estilo, así como por el tipo de cliente. En campos deportivos y teatros, las localidades se clasifican por precio y ubicación. Los químicos también clasifican las sustancias de acuerdo con sus propiedades observables. Por ejemplo, clasifican las sustancias en: líquidos (como agua), sólidos (hielo) o gases (vapor). Los químicos también se interesan en identificar la parte más pequeña de una sustancia que conserva las propiedades de dicha sustancia.

3.1 Definición de materia

El universo entero está formado por materia y energía. Todos los días entramos en contacto con incontables clases de materia. Aire, alimentos, rocas, suelo, vidrio, este libro, son todos, tipos diferentes de materia. Definida de manera amplia, **materia** es *cualquier* cosa que tenga masa y ocupe espacio.

La materia puede ser casi invisible. Por ejemplo, si un tubo de ensayo, vacío en apariencia, se sumerge boca abajo en un vaso con agua, el agua sólo sube ligeramente dentro del tubo; no puede subir más porque el tubo está lleno de materia invisible: aire (figura 3.1).

En apariencia, la materia parece continua, sin fracturas. Sin embargo, en realidad es discontinua y está compuesta por pequeñas partículas llamadas *átomos*. La naturaleza de las partículas de la materia será evidente cuando estudieemos la estructura atómica y las propiedades de los gases.

3.2 Estados físicos de la materia

La materia existe en tres estados físicos: sólido, líquido y gaseoso. Un **sólido** tiene forma y volumen bien definidos, con partículas que se unen con rigidez entre sí. La forma de un sólido no depende del recipiente que lo contenga. Por ejemplo, un cristal de azufre tiene la misma forma y volumen si se coloca dentro de un vaso o sobre una placa de vidrio.

Casi todos los sólidos, como la sal, azúcar, cuarzo y metales, son *cristalinos*. Las partículas que forman los materiales cristalinos existen en forma de patrones geométricos, tridimensionales, regulares, que se repiten. Algunos sólidos como los plásticos, el vidrio y los geles no tienen ningún patrón interno geométrico, regular. Estos sólidos reciben el nombre de sólidos **amorfos** (*amorfo* significa sin forma).

Un **líquido** tiene volumen definido, pero no forma definida, y sus partículas están unidas con firmeza pero no con rigidez. Aunque las partículas se mantienen unidas por fuerzas de atracción muy intensas y están en contacto estrecho entre sí, pueden moverse con libertad. La movilidad de las partículas da fluidez a los líquidos y les permite tomar la forma del recipiente que los contiene.

Un **gas** no tiene volumen definido ni forma fija, y sus partículas se mueven entre sí de manera independiente. Las partículas en estado gaseoso tienen energía suficiente para contrarrestar las fuerzas de atracción que las mantendrían unidas como ocurre en los líquidos o sólidos. Un gas ejerce presión de forma continua, en todas direcciones, sobre las paredes de cualquier recipiente. Debido a esta cualidad, un gas llena por completo el recipiente que lo contiene. En comparación con las partículas de los líquidos y sólidos, las de un gas están relativamen-

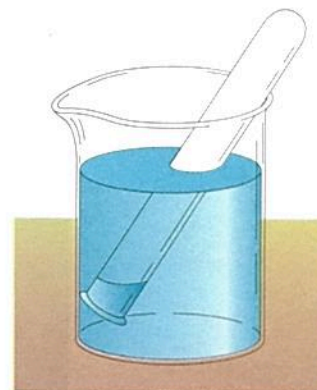


Figura 3.1

Un tubo de ensayo, vacío en apariencia, se sumerge con la boca hacia abajo en agua. Dentro del tubo, que en realidad está lleno de una materia invisible —aire— solamente asciende un volumen pequeño de agua.

materia

sólido

amorfo

líquido

gas

te separadas entre sí. El volumen real de las partículas de gas es muy pequeño en comparación con el volumen de espacio que ocupa dicho gas. Por consiguiente, un gas puede comprimirse a un volumen muy pequeño o expandirse casi en forma indefinida. Los líquidos casi no pueden comprimirse en grado considerable alguno y los sólidos son aún menos compresibles que los líquidos.

Si se abre un frasco de solución de amoníaco en un rincón del laboratorio, pronto percibimos su olor peculiar en toda la habitación. El amoníaco gaseoso que escapa de la solución demuestra que las partículas gaseosas se mueven libremente con rapidez y tienden a repartirse en el área entera en que se liberaron.

Aunque la materia es discontinua, existen fuerzas de atracción que mantienen unidas a las moléculas y le dan a la materia su apariencia de continuidad. Estas fuerzas de atracción son muy grandes en los sólidos, lo que les da su rigidez; y más débiles en los líquidos, pero aún lo suficientemente fuertes para tener un volumen definido. En los gases, las fuerzas de atracción son tan débiles que sus partículas son, de hecho, independientes entre sí. En la tabla 3.1 aparece una lista de materiales comunes que existen como sólidos, líquidos y gases. En la tabla 3.2 se comparan las propiedades de sólidos, líquidos y gases.

Tabla 3.1 Materiales comunes en los estados sólido, líquido y gaseoso de la materia

Sólidos	Líquidos	Gases
Aluminio	Alcohol	Acetileno
Cobre	Sangre	Aire
Oro	Gasolina	Butano
Polietileno	Miel	Dióxido de carbono
Sal	Mercurio	Cloro
Arena	Aceite	Helio
Acero	Vinagre	Metano
Azufre	Agua	Oxígeno

Tabla 3.2 Propiedades físicas de los sólidos, líquidos y gases

Estado	Forma	Volumen	Partículas	Compresibilidad
Sólido	Definida	Definido	Unidas con rigidez; empaquetamiento compacto	Muy pequeña
Líquido	Indefinida	Definido	Móviles; unidas	Baja
Gas	Indefinida	Indefinido	Independientes entre sí y relativamente separadas	Alta

3.3

Sustancias y mezclas

sustancia

El término *materia* se refiere a todos los materiales que componen el universo. Existen miles de tipos distintos de materia. Una **sustancia** es una clase particular de materia cuya composición es fija, definida. Las sustancias, de ordinario conocidas como *sustancias puras*, son ya sea elementos o compuestos. El cobre, el oro y el oxígeno son ejemplos conocidos de elementos. Entre los compuestos más conocidos tenemos sal, azúcar y agua.



El agua puede existir como sólido (nieve), líquido (agua) y gas (vapor), como se muestra en el Parque Nacional de Yellowstone.

Un examen cuidadoso de una muestra de materia permite clasificarla como *homogénea* o *heterogénea*. La materia **homogénea** es de apariencia uniforme y tiene las mismas propiedades en su conjunto. La materia que se compone de dos o más fases físicamente distintas es **heterogénea**. Una **fase** es una parte homogénea de un sistema separada de las otras partes por fronteras físicas. Un **sistema** es la porción de materia que se está estudiando. Siempre que tengamos un sistema con límites visibles entre sus componentes, ese sistema tiene más de una fase y es heterogéneo. No importa si estos componentes están en estado sólido, líquido o gaseoso.

Una sustancia pura puede existir en fases diferentes de un sistema heterogéneo. Por ejemplo, el hielo que flota en el agua es un sistema de dos fases, constituido por agua sólida y agua líquida. La composición del agua de cada fase es homogénea, pero, como hay dos fases presentes, el sistema es heterogéneo.

Una **mezcla** es un material que contiene dos o más sustancias y puede ser heterogénea u homogénea. La composición de las mezclas es variable. Si añadimos una cucharada de azúcar a un vaso de agua, se forma de inmediato una mezcla heterogénea. Las dos fases son un sólido (azúcar) y un líquido (agua). Pero por agitación, el azúcar se disuelve para formar una mezcla homogénea o solución. Ambas sustancias aún están presentes: todas las partes de la solución son dulces y húmedas. La proporción de azúcar y agua puede variar con sólo añadir más azúcar y agitar para disolverla.

Muchas sustancias no forman mezclas homogéneas. Al mezclar azúcar y arena blanca fina se forma una mezcla heterogénea. Quizá se necesite un examen cuidadoso para decidir si la mezcla es heterogénea, porque ambas fases (azúcar y arena) son sólidos blancos. La materia ordinaria casi siempre se en-

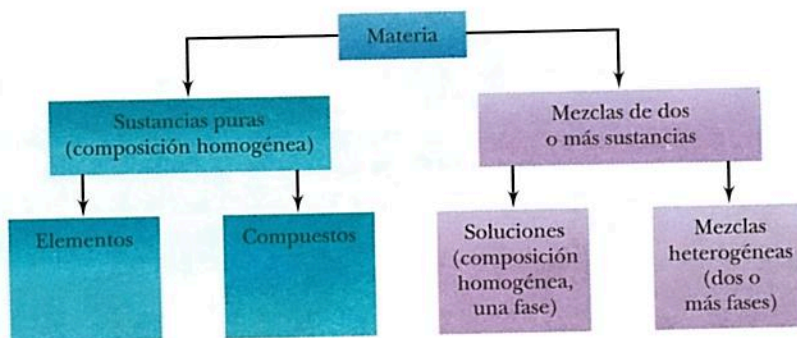
homogénea

heterogénea
fase
sistema

mezcla

Figura 3.2

Clasificación de la materia. La composición de una sustancia pura siempre es homogénea, en tanto que una mezcla contiene siempre dos o más sustancias, y puede ser homogénea o heterogénea.



Los diagramas de flujo ayudan a la representación mental de las conexiones entre conceptos.

cuentra formando mezclas. Si examinamos el suelo, el granito, un mineral de hierro y otros depósitos minerales naturales, veremos que son mezclas heterogéneas. El aire es una mezcla homogénea (solución) de varios gases. En la figura 3.2 se ilustran las relaciones entre sustancias y mezclas.

3.4 Elementos

Todas las palabras que contiene un diccionario de español se forman con un alfabeto de sólo 28 letras. Todas las sustancias que se conocen en la Tierra —y probablemente también en todo el universo— están formadas por una especie de “alfabeto químico”, que se compone aproximadamente de 100 elementos conocidos. Un **elemento** es una sustancia fundamental o elemental que no se puede descomponer por medios químicos en sustancias más sencillas. Los elementos son los componentes fundamentales de todas las sustancias; se numeran en orden de complejidad creciente, empezando con el hidrógeno, el número 1. De los primeros 92 elementos, sabemos que 88 se encuentran en la naturaleza. Los otros cuatro —tecnecio (43), prometio (61), astatino (85) y francio (87)— o no existen en la naturaleza o tienen sólo una existencia transitoria durante el decaimiento radioactivo. Salvo el elemento número 94, el plutonio, no se conoce la existencia en la naturaleza de los elementos más allá del número 92, sino que se han sintetizado, de ordinario en cantidades muy pequeñas, en laboratorios. En fechas recientes, se ha informado de la existencia de trazas del elemento 94 (plutonio) en la naturaleza. Los elementos 110 y 111 se sintetizaron en 1994. Ningún otro elemento diferente a los que se han detectado en la Tierra se ha encontrado en otras partes del universo.

Casi todas las sustancias se pueden descomponer, al menos, en dos sustancias más sencillas. El agua se puede descomponer en hidrógeno y oxígeno; el azúcar, en carbono, hidrógeno y oxígeno; la sal de mesa, con facilidad en sodio y cloro. Sin embargo, un elemento no se puede descomponer en sustancias más simples mediante cambios químicos ordinarios.

Si pudiéramos tomar un trozo pequeño de un elemento, digamos cobre, y lo dividiéramos y subdividiéramos en partículas cada vez más pequeñas, llegaríamos finalmente a una unidad sencilla de cobre que ya no nos sería posible dividir, y aún seguiría siendo cobre. La partícula más pequeña que puede existir de un elemento se llama **átomo**, que también es la unidad más pequeña del elemento que puede participar en una reacción química. Los átomos están formados por partículas subatómicas aún más pequeñas. Sin embargo, estas partículas subatómicas (descritas en el capítulo 5) no tienen las propiedades de los elementos.

elemento

Consulta la tabla periódica que aparece en las primeras páginas del libro.

átomo



QUÍMICA EN ACCIÓN • Cocteles de nutrientes para plantas saludables

Millones de personas les gusta la jardinería. En la búsqueda de flores hermosas y plantas saludables hemos aprendido que, al igual que los humanos, las plantas necesitan nutrientes para estar sanas y felices. Así que cómo decidimos ¿qué alimentos para plantas o fertilizantes serán los más adecuados para ellas? ¿Por qué son tan importantes los nutrientes para las plantas?

Los fertilizantes básicos contienen tres nutrientes fundamentales: nitrógeno, fósforo y potasio. El nitrógeno estimula el crecimiento del follaje. Con demasiado nitrógeno, algunas plantas no florecerán y con muy poco, las hojas se ponen pálidas o amarillentas. El fósforo refuerza el desarrollo de la raíz y el florecimiento. Las plantas que no crecen pueden tener muy poco fósforo. El potasio desempeña un papel fundamental en la fotosíntesis y en la formación de tallos robustos.

Los alimentos de plantas y fertilizantes también pueden contener una diversidad de otros elementos. Los otros 10 elementos importantes que encabezan la lista de la nutrición de las plantas son:

1. calcio
2. azufre
3. magnesio
4. manganeso
5. hierro
6. cloro
7. zinc
8. boro
9. cobre
10. molibdeno



Jardín perenne en pleno florecimiento.

El calcio promueve el crecimiento de la raíz y células resistentes. A veces el medio ambiente (calor y sequía) dificulta que las plantas absorban el calcio. La carencia de calcio puede provocar que se caiga la floración o que las hojas se tuerzan. El azufre, magnesio, manganeso y hierro se necesitan para la formación de la clorofila. El azufre también es promotor del crecimiento de la raíz y hace disminuir el pH del suelo. Las plantas pueden tener problemas para absorber magnesio si tienen nitrógeno o potasio en demasía. Los suelos ácidos ayudan a la absorción del manganeso. Las plantas pueden absorber mejor el hierro si el suelo es ácido. La falta de

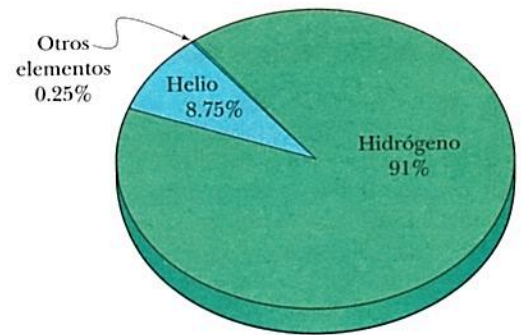
hierro da lugar a plantas pequeñas y hojas amarillas.

El cloro y el zinc intervienen en el metabolismo de las plantas. Es raro que haya plantas que tengan muy poco cloro (en especial, en lugares donde hay albercas), pero en demasía produce hojas amarillas y caducas. El zinc tiene que ver con el consumo de azúcar dentro de la planta. El cobre se encuentra en las proteínas de las plantas. El boro y molibdeno se requieren en cantidades pequeñas; ambos tienen influencia en la absorción de otros nutrientes. Las plantas saludables y hermosas necesitan porciones de buena química así como de agua y luz.

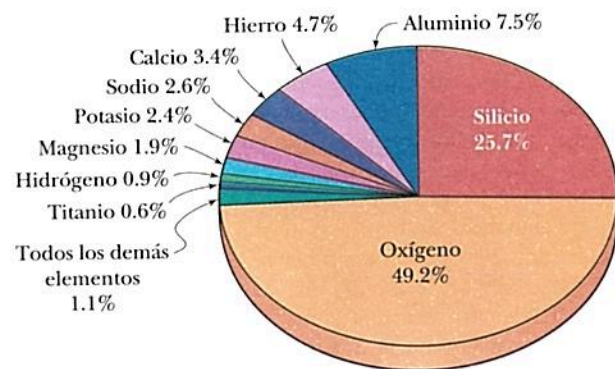
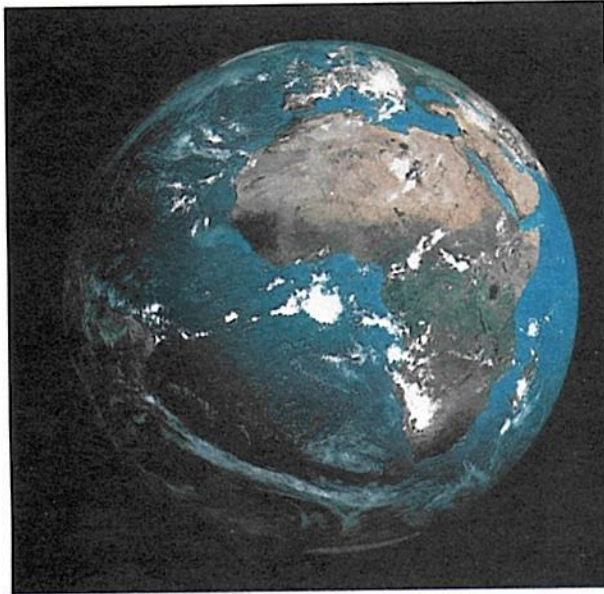
3.5 Distribución de los elementos

Como se muestra en la figura 3.3, los elementos están distribuidos de manera muy irregular en la naturaleza. A la temperatura ambiente normal, dos elementos, bromo y mercurio, son líquidos. Once elementos: hidrógeno, nitrógeno, oxígeno, flúor, cloro, helio, neón, argón, kriptón, xenón y radón son gases. Todos los demás elementos son sólidos.

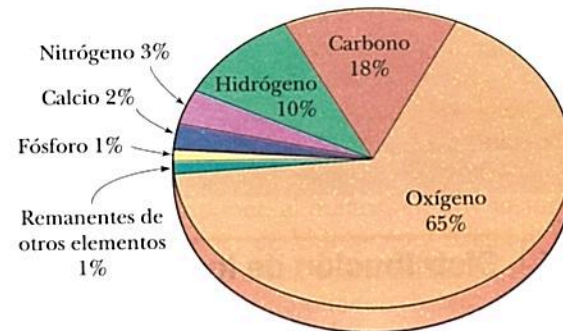
Diez elementos forman aproximadamente 99% de la masa de la corteza terrestre, agua de mar y la atmósfera. El oxígeno, el más abundante, constituye alrededor de 50% de esa masa. La distribución de los elementos que se presenta en la figura 3.3 incluye a la corteza terrestre a una profundidad aproximada de 10 millas, a los océanos, al agua dulce y a la atmósfera, pero no incluye al man-



(a) Galaxias

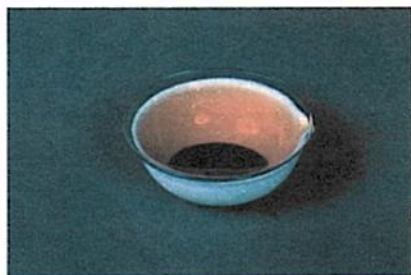


(b) Corteza, agua de mar y aire de la Tierra



(c) Cuerpo humano

Figura 3.3
Distribución de los elementos comunes en la naturaleza.



(a)



(b)

(a) El bromo (Br_2) y (b) el mercurio (Hg) son elementos líquidos a la temperatura ambiente.

to ni al centro de la Tierra, los cuales se cree están formados por los metales hierro y níquel. A causa de que la atmósfera contiene relativamente poca materia, su inclusión casi no afecta la distribución. Pero si incluimos a las aguas dulce y salada sí tiene un efecto considerable, pues el agua contiene aproximadamente 11.2% de hidrógeno. Casi todo el 0.87% de hidrógeno que se muestra en la tabla proviene del agua.

La distribución promedio de los elementos en el cuerpo humano se muestra en la figura 3.3. Advierte de nuevo el elevado porcentaje de oxígeno.

3.6 Nombres de los elementos

Los nombres de los elementos provienen de varias fuentes. Muchos se derivan de palabras griegas, latinas o alemanas que describen alguna propiedad del elemento. Por ejemplo, yodo se tomó de la palabra griega *iodes*, que significa color violeta, y en realidad los vapores de yodo son de este color. El nombre del metal bismuto se originó de las palabras en alemán *weisse masse*, que significan masa blanca. Los mineros lo llamaron *wismat*, que luego cambió a *bismat*, y por último a bismuto. Algunos elementos reciben su nombre por la localidad en la que se descubrieron; por ejemplo, el germanio, descubierto en 1886 por un químico alemán. Otros han recibido su nombre en honor a científicos famosos, como el einstenio y el curio, en honor a Albert Einstein y a Marie Curie, respectivamente.

3.7 Símbolos de los elementos

Reconocemos Sr., N.Y. y Av. como abreviaturas de señor, Nueva York y avenida, respectivamente. De igual manera, los elementos tienen también una abreviatura; éstas se denominan **símbolos** de los elementos. Catorce elementos tienen una sola letra como símbolo; los demás tienen dos letras. Un símbolo representa al propio elemento, a un átomo de ese elemento, y (como veremos más adelante) a una cantidad específica del elemento.

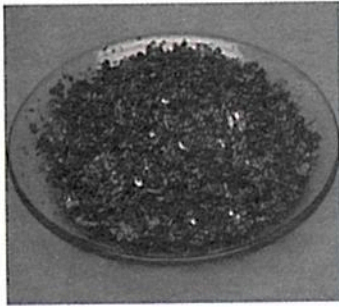
La simbología de los elementos se rige por las reglas siguientes:

1. Los símbolos pueden tener una o dos letras.
2. Si se usa una letra, se escribe con mayúscula.
3. Si el símbolo tiene dos letras, sólo la primera se escribe con mayúscula.

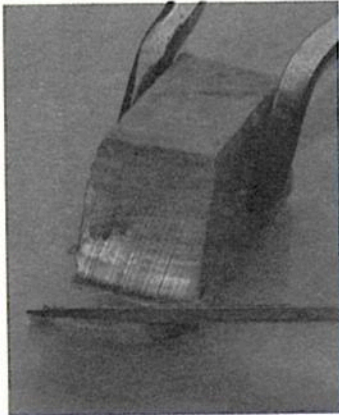
Ejemplos: Yodo, I Bario, Ba

Los símbolos y nombres de todos los elementos aparecen en la tabla periódica de las primeras páginas de este libro. En la tabla 3.3 aparecen los símbo-

símbolo



El yodo en su forma elemental se presenta como cristales de color púrpura oscuro. El símbolo del yodo es I.



El metal sodio metálico es suficientemente suave para cortarse con un cuchillo. El símbolo del sodio es Na.



Los colores de estas variedades de cuarzo son resultado de la presencia de diferentes elementos metálicos en las muestras.

Tabla 3.3 Símbolos de los elementos más comunes

Elemento	Símbolo	Elemento	Símbolo	Elemento	Símbolo
Aluminio	Al	Estaño	Sn	Fósforo	P
Antimonio	Sb	Estroncio	Sr	Plata	Ag
Argón	Ar	Flúor	F	Platino	Pt
Arsénico	As	Helio	He	Plomo	Pb
Azufre	S	Hidrógeno	H	Plutonio	Pu
Bario	Ba	Hierro	Fe	Potasio	K
Bismuto	Bi	Litio	Li	Radio	Ra
Boro	B	Magnesio	Mg	Silicio	Si
Bromo	Br	Manganeso	Mn	Sodio	Na
Cadmio	Cd	Mercurio	Hg	Titanio	Ti
Calcio	Ca	Neón	Ne	Tungsteno	W
Carbono	C	Níquel	Ni	Uranio	U
Cloro	Cl	Nitrógeno	N	Xenon	Xe
Cromo	Cr	Oro	Au	Yodo	I
Cobalto	Co	Oxígeno	O	Zinc	Zn
Cobre	Cu	Paladio	Pd		

los que más se usan. Examina con atención esta tabla y advertirás que casi todos los símbolos comienzan con la misma letra del nombre del elemento que representan. Sin embargo, varios símbolos parecen no tener conexión con el nombre del elemento que representan (tabla 3.4). Estos símbolos se han tomado del nombre original (por lo común en latín) de los elementos, y están tan arraigados en la bibliografía que su uso continúa hasta nuestros días.

Debemos tener especial cuidado al escribir los símbolos. Sólo la primera letra es mayúscula y, si es necesario, se utiliza una segunda letra minúscula. Esto es importante. Por ejemplo, considera a Co, símbolo del cobalto; si se escribe CO (ambas letras mayúsculas) estaría escribiendo el símbolo de dos

Tabla 3.4 Elementos cuyo símbolo proviene de su nombre de origen*

Nombre actual	Símbolo	Primer nombre
Antimonio	Sb	Stibium
Cobre	Cu	Cuprum
Oro	Au	Aurum
Hierro	Fe	Ferrum
Plomo	Pb	Plumbum
Mercurio	Hg	Hydrargyrum
Potasio	K	Kalium
Plata	Ag	Argentum
Sodio	Na	Natrium
Estaño	Sn	Stannum
Wolframio (Tungsteno)	W	Wolfram

* Estos símbolos se usan en la actualidad, aunque no corresponden al nombre de uso actual de esos elementos.

elementos, carbono y oxígeno (la *fórmula* del monóxido de carbono), *no* el símbolo del cobalto. También hay que escribir las letras con claridad, de otro modo Co (cobalto) se podría confundir con Ca (calcio).

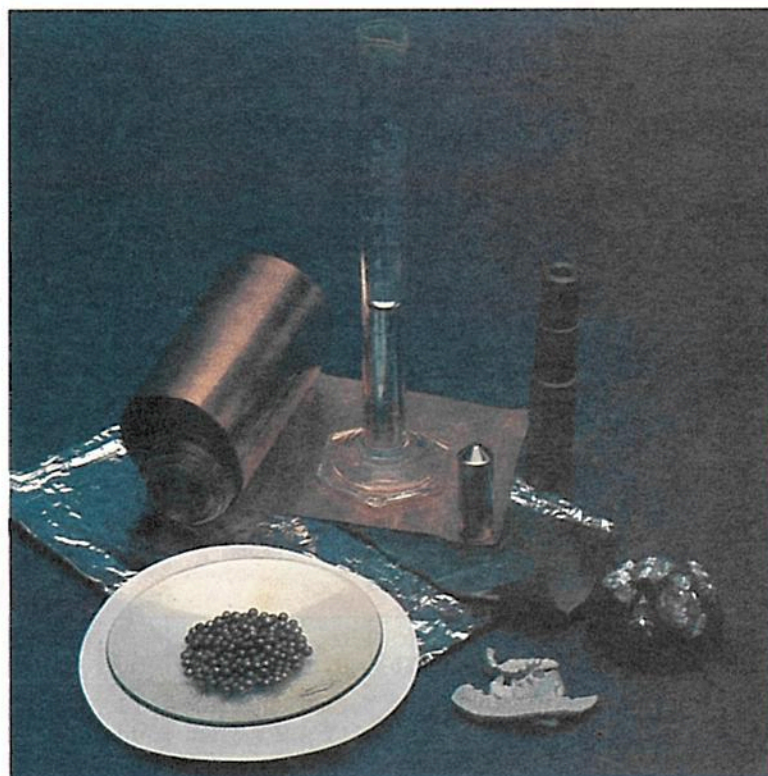
Conocer los símbolos es indispensable para escribir fórmulas y ecuaciones químicas, y las necesitarás para entender el resto de este libro y los futuros cursos de química que tomes. Una forma de aprender los símbolos es practicar unos minutos al día elaborando tarjetas con los nombres y símbolos a diario. Es un buen inicio aprender los símbolos de los elementos más comunes que se presentan en la tabla 3.3.

3.8 Metales, no metales y metaloides

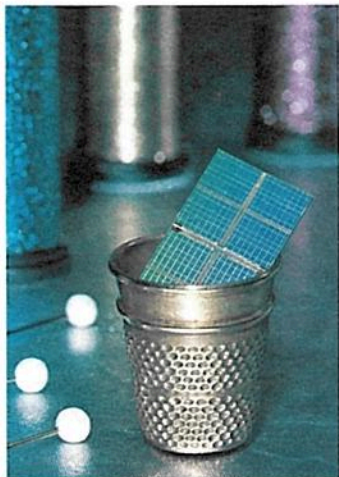
Los elementos se clasifican en metales, no metales y metaloides. Casi todos los elementos son metales. Los conocemos por su amplio uso en herramientas, materiales de construcción, automóviles, etc. Sin embargo, los no metales son de igual utilidad en nuestra vida diaria, como componentes principales de ropa, alimentos, combustibles, vidrio, plásticos y madera. Los metaloides se usan con frecuencia en la industria electrónica.

Los **metales** son sólidos a temperatura ambiente (el mercurio es una excepción). Tienen lustre, son buenos conductores del calor y la electricidad, son *malleables* (se pueden laminar o martillar para formar láminas) y *dúctiles* (se pueden estirar para formar alambres). La mayoría de los metales tiene un punto de fusión elevado y alta densidad. Los metales más conocidos son aluminio, cromo, cobre, oro, hierro, plomo, magnesio, mercurio, níquel, platino, plata, estaño y

metal



Muestras de varios metales: aluminio, cobre, mercurio, titanio, berilio, cadmio, calcio y níquel.



Este pequeño y poderoso chip para computadora (dentro del dedal) está hecho de silicio, un metaloide.

no metal

metaloide

zinc. Menos conocidos pero también importantes son los metales calcio, cobalto, potasio, sodio, uranio y titanio.

Los metales tienen poca tendencia a combinarse entre sí para formar compuestos. Sin embargo, muchos metales se combinan con facilidad con los no metales, como cloro, oxígeno y azufre, para formar compuestos iónicos; por ejemplo, cloruros, óxidos y sulfuros metálicos. En la naturaleza, los minerales están constituidos por los metales más reactivos combinados con otros elementos. Algunas veces, unos cuantos de los metales poco reactivos —cobre, oro y plata— se encuentran en estado nativo, o libre. Los metales suelen mezclarse entre sí para formar mezclas homogéneas sólidas, llamadas aleaciones. Algunos ejemplos son el bronce, latón, acero y metales de acuñar.

A diferencia de los metales, los **no metales** no son lustrosos, sus puntos de fusión y densidades son relativamente bajos y son malos conductores del calor y la electricidad. El carbono, fósforo, azufre, selenio y yodo son sólidos; el bromo es líquido; el resto de los no metales son gases. Los no metales comunes que se encuentran sin combinar en la naturaleza son carbono (grafito y diamante), nitrógeno, oxígeno, azufre y los gases nobles (helio, neón, argón, kriptón, xenón y radón).

Los no metales se combinan entre sí para formar compuestos moleculares como el dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), butano (C_4H_{10}) y dióxido de azufre (SO_2). El flúor, el más reactivo de los no metales, se combina con mucha facilidad con casi todos los demás elementos.

Algunos elementos (boro, silicio, germanio, arsénico, antimonio, telurio y polonio) se clasifican como **metaloides** y tienen propiedades intermedias entre las de los metales y las de los no metales. La posición intermedia de estos elementos se muestra en la tabla 3.5. Ciertos metaloides —boro, silicio y germanio— son las materias primas de dispositivos semiconductores que hacen posible nuestra moderna industria electrónica.

Tabla 3.5 Clasificación de los elementos en metales, metaloides y no metales

1											2						
H											He						
3	4											5	6	7	8	9	10
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
11	12											13	14	15	16	17	18
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
Cs	Ba	La*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
87	88	89	104	105	106	107	108	109	110	111	112						
Fr	Ra	Ac†	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	—	—						
		* 58 Ce 59 Pr 60 Nd 61 Pm 62 Sm 63 Eu 64 Gd 65 Tb 66 Dy 67 Ho 68 Er 69 Tm 70 Yb 71 Lu † 90 Th 91 Pa 92 U 93 Np 94 Pu 95 Am 96 Cm 97 Bk 98 Cf 99 Es 100 Fm 101 Md 102 No 103 Lr															

Práctica 3.1

Identifica el estado físico de los elementos siguientes a temperatura ambiente (20 °C):

H, Na, Ca, N, S, Fe, Cl, Br, Ne, Hg

Sugerencia: puedes consultar la Internet o un manual de química como ayuda.

Práctica 3.2

Clasifica los elementos siguientes como metales, no metales o metaloides:

Na, F, Cr, Mo, Kr, Si, Cu, Sb, I, S

3.9 Compuestos

Un **compuesto** es una sustancia que contiene dos o más elementos combinados químicamente en proporciones de masa definidas. A diferencia de los elementos, los compuestos, pueden descomponerse por medios químicos en sustancias más simples: esto es, en compuestos más sencillos y/o elementos. Los átomos de los elementos de un compuesto se combinan en relación de números enteros, nunca como partes fraccionarias. Los compuestos son de dos tipos generales, *moleculares* y *iónicos*.

Una **molécula** es la unidad individual más pequeña sin carga de un compuesto, formada por la unión de dos o más átomos. El agua es un compuesto molecular típico. Si dividimos una gota de agua en partículas cada vez más pequeñas, al final llegaremos a una molécula simple de agua que consiste en dos átomos de hidrógeno enlazados con un átomo de oxígeno. Esta molécula es la partícula mínima de agua; no puede subdividirse más sin destruirla para dar hidrógeno y oxígeno.

Un **ion** es un átomo o grupo de átomos con carga positiva o negativa. Un compuesto iónico se mantiene unido por las fuerzas de atracción que existen entre los iones con carga positiva y negativa. Un ion con carga positiva recibe el nombre de **catión**; un ion con carga negativa, **anión**. En la figura 3.4 se ilustra la clasificación de los compuestos.

El cloruro de sodio es un compuesto iónico característico. Las partículas mínimas del cloruro de sodio son iones sodio con carga positiva y iones cloruro con carga negativa. El cloruro de sodio se mantiene unido en una estructura cristalina por las fuerzas de atracción que existen entre los iones con cargas opuestas. Aunque los compuestos iónicos consisten en grandes agregados de cationes y aniones, sus fórmulas se representan por la proporción más simple



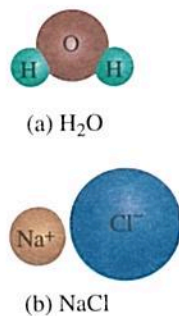
compuesto

molécula

ion

catión
anión**Figura 3.4**

Los compuestos se clasifican en moleculares e iónicos. Los compuestos iónicos se mantienen unidos por fuerzas de atracción entre sus cargas positivas y negativas. Los compuestos moleculares se mantienen unidos por enlaces covalentes.

**Figura 3.5**

Representación de compuestos moleculares e iónicos (no moleculares). (a) Dos átomos de hidrógeno combinados con un átomo de oxígeno para formar una molécula de agua. (b) Un ion sodio con carga positiva y un ion cloruro con carga negativa forman el compuesto cloruro de sodio.

posible de los átomos del compuesto. Por ejemplo, en el cloruro de sodio, la proporción es de un ion sodio por un ion cloruro, así que la fórmula es NaCl . Los dos tipos de compuestos, moleculares e iónicos, se ilustran en la figura 3.5.

Existen más de 11 millones de compuestos registrados que se conocen; esta lista no se le ve el fin, pues se podrán sumar a ésta los que se han de preparar en el futuro. Cada compuesto es único y tiene propiedades características. Consideremos dos compuestos, agua y cloruro de sodio, con mayor detalle. El agua es un líquido incoloro, inodoro e insípido que puede transformarse en sólido (hielo) a $0\text{ }^\circ\text{C}$ y en gas (vapor) a $100\text{ }^\circ\text{C}$. Compuesta por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno por molécula, el agua tiene 11.2% de hidrógeno y 88.8% de oxígeno en masa. El agua reacciona químicamente con el sodio para producir hidrógeno gaseoso e hidróxido de sodio; con la cal para dar hidróxido de calcio; y con el trióxido de azufre para formar ácido sulfúrico. Ningún otro compuesto tiene todas estas mismas propiedades físicas y químicas; son características únicas del agua.

El cloruro de sodio es una sustancia cristalina incolora, con una proporción de un átomo de sodio por átomo de cloro. Su composición en masa es 39.3% de sodio y 60.7% de cloro. En estado sólido no conduce la electricidad; se disuelve en agua para dar una solución que conduce la electricidad. Cuando se hace pasar corriente a través de cloruro de sodio fundido, se producen sodio metálico y cloro gaseoso. Estas propiedades pertenecen al cloruro de sodio y no a otra sustancia. Por consiguiente, un compuesto se puede identificar y diferenciarse de todos los demás por sus propiedades características.

3.10**Elementos que existen como moléculas diatómicas****moléculas diatómicas**

Las moléculas diatómicas sólo contienen dos átomos (iguales o distintos). Siete elementos (ningún metal) existen como **moléculas diatómicas**. Sus símbolos, fórmulas y estado físico normal aparecen en la tabla 3.6. Ya sea que se encuentren en la naturaleza o se preparen en el laboratorio, las moléculas de estos elementos siempre contienen dos átomos. Las fórmulas de los elementos libres se escriben, por consiguiente, de modo que muestren esta composición molecular: H_2 , N_2 , O_2 , F_2 , Cl_2 , Br_2 e I_2 .

Es importante ver que los símbolos representan ya sea un átomo o una molécula de un elemento. Consideremos el hidrógeno y el oxígeno. El hidrógeno gaseoso existe en los gases volcánicos y puede prepararse por medio de muchas reacciones químicas. Cualquiera que sea su origen, todas las muestras de hidrógeno libre consisten en moléculas diatómicas. El hidrógeno libre se designa con la fórmula H_2 , que también expresa su composición. El oxígeno constituye

Tabla 3.6 Elementos que existen como moléculas diatómicas

Elemento	Símbolo	Fórmula molecular	Estado normal
Hidrógeno	H	H_2	Gas incoloro
Nitrógeno	N	N_2	Gas incoloro
Oxígeno	O	O_2	Gas incoloro
Flúor	F	F_2	Gas amarillo pálido
Cloro	Cl	Cl_2	Gas amarillo verdoso
Bromo	Br	Br_2	Líquido café rojizo
Yodo	I	I_2	Sólido negro azulado

QUÍMICA EN ACCIÓN • Automóviles: ¿es el hidrógeno la respuesta?



El costo creciente del petróleo y el aumento de la contaminación en nuestras ciudades han desatado la carrera para encontrar combustibles alternativos para nuestros autos. Los fabricantes llegaron al acuerdo de que la mejor selección para los automóviles del futuro son las celdas de combustible de hidrógeno. Ahora la gran controversia es cómo obtener y distribuir el hidrógeno que se requiere para hacer funcionar las celdas de combustible.

Los científicos de la General Motors están trabajando para obtener hidrógeno por "craqueo" o reformación de la gasolina. En principio, las moléculas de hidrocarburos de mayor tamaño se someten a craqueo, o fragmentación, para dar hidrógeno e hidrocarburos de menor tamaño. Esto podría efectuarse exactamente en el propio vehículo. De hecho, la camioneta de Chevrolet S-10 se diseñó como un híbrido con celda de combustible/batería. Con la celda de combustible se obtiene a bordo el hidrógeno a partir de un reformador, pero el equipo del reformador y la celda de combustible ocupan la mitad del espacio de la camioneta. Con las baterías (para la aceleración), el peso total del vehículo es del orden de las 6300 libras. La buena noticia es que la economía de combustible es de 40 millas por galón con un recorrido de 525 millas. Esto combinado con la posibilidad de reformación de la gasolina o gas natural en hidrógeno en las esta-



Vehículo de la Chrysler, Town and Country, con celdas de combustible Natrium.

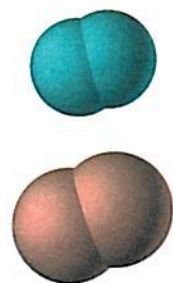
ciones de servicio (una vez que suficientes vehículos híbridos circulen por las carreteras) abona el optimismo de la General Motors para continuar con el proyecto.

La DaimlerChrysler también está trabajando sobre celdas de combustible utilizando otro proceso. Los ingenieros de la compañía planean la derivación de combustibles fósiles por completo. En marzo de 2002, la firma dio a conocer la camioneta prototipo Town and Country impulsada por celdas de combustible Natrium. Esta camioneta eléctrica se alimenta del hidrógeno que se obtiene a partir de una solución acuosa de borohidru-

de sodio (no combustible). El líquido se almacena en un tanque grande de combustible y se reforma a bordo para liberar hidrógeno hacia las celdas de combustible. Como el Natrium utiliza un combustible no fósil y puede recorrer 300 millas sin subir pasajeros ni tener cajuela, la DaimlerChrysler planea continuar la investigación en esta dirección. El gran obstáculo por salvar es la falta de un medio económico para llevar el combustible de una mina de bórax a una estación de servicio. Con optimismo, uno o ambos métodos serán alternativas económicas frente a nuestros automóviles actuales.

ye aproximadamente 21% del volumen del aire que respiramos. En la fotosíntesis se renueva de manera constante este oxígeno libre; también se puede preparar en el laboratorio mediante varias reacciones. La mayor parte del oxígeno libre es diatómico, y se le designa con la fórmula O_2 . Ahora consideremos el agua, compuesto designado con la fórmula H_2O (algunas veces HOH). El agua no contiene hidrógeno libre (H_2) ni oxígeno libre (O_2). La parte H_2 de la fórmula H_2O indica que dos átomos de hidrógeno se combinan con un átomo de oxígeno para formar el agua.

Los símbolos se usan para representar a los elementos y mostrar tanto la composición molecular de los elementos como la composición elemental de los compuestos.



Moléculas de H_2 (en azul) y O_2 (en rojo)

3.11 Fórmulas químicas

fórmula química

Las fórmulas químicas se usan como abreviaturas de los compuestos. Una **fórmula química** muestra los símbolos y la proporción de los átomos de los elementos que forman un compuesto. El cloruro de sodio contiene un átomo de sodio por uno de cloro; su fórmula es NaCl. La fórmula del agua es H₂O; indica que una molécula de agua contiene dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno.

subíndice

La fórmula de un compuesto nos indica de qué elementos está formado y cuántos átomos de cada elemento hay en una unidad formular. Por ejemplo, una unidad de ácido sulfúrico se compone de dos átomos de hidrógeno, uno de azufre y cuatro de oxígeno. Podríamos expresar este compuesto como HHSOOOO, pero sería muy tedioso. Así que mejor escribimos H₂SO₄. La fórmula se expresa verbalmente como "H-dos-S-O-cuatro". Los números que aparecen parcialmente debajo de la línea y a la derecha del símbolo de un elemento se denominan **subíndices**. Así, el 2 y el 4 en H₂SO₄ son subíndices (figura 3.6). Las características de las fórmulas químicas son:

1. La fórmula de un compuesto contiene los símbolos de todos los elementos que forman ese compuesto.
2. Cuando la fórmula contiene un átomo de un elemento, el símbolo de ese elemento representa a ese átomo. El número uno (1) no se usa como subíndice para indicar un átomo de un elemento.
3. Cuando la fórmula contiene más de un átomo de un elemento, el número de átomos se indica con un subíndice y se escribe a la derecha del símbolo de ese átomo. Por ejemplo, el dos (2) en H₂O indica dos átomos de H en la fórmula.

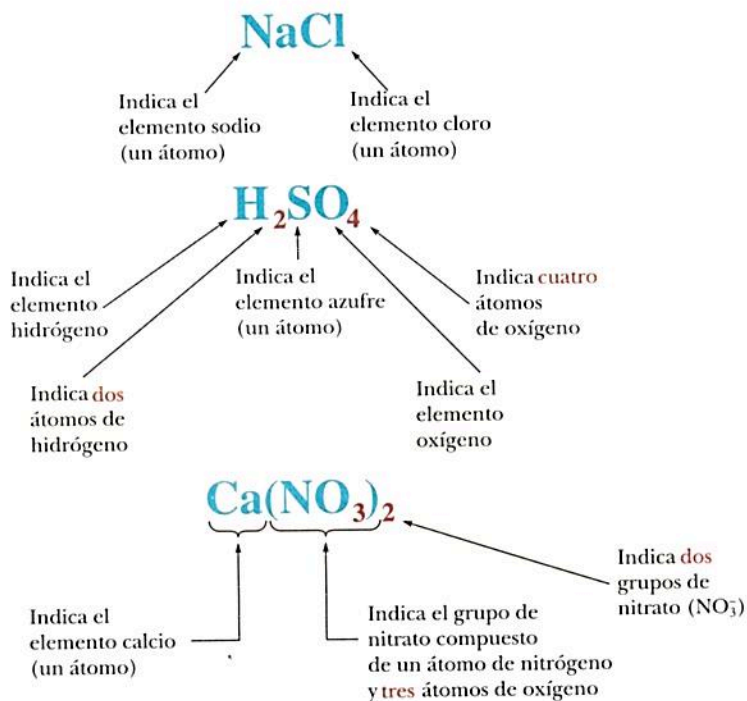


Figura 3.6
Explicación de las fórmulas NaCl, H₂SO₄ y Ca(NO₃)₂.

4. Cuando la fórmula contiene más de uno de un grupo de átomos que forman una unidad, dichos grupos se escriben entre paréntesis y el número de unidades del grupo se indica con un subíndice a la derecha del paréntesis. Consideremos el grupo nitrato, NO_3^- . La fórmula del nitrato de sodio, NaNO_3 , tiene sólo un grupo nitrato, así que no se necesita ningún paréntesis. El nitrato de calcio, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, tiene dos grupos nitrato, lo cual se indica empleando el paréntesis y el subíndice 2. El $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ está formado por un total de nueve átomos: uno de Ca, dos de N y seis de O. La fórmula $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ se lee como "CE-A-ENE-O-tres-dos veces".
5. Las fórmulas que se escriben como H_2O , H_2SO_4 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ y $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ muestran sólo el número y clase de cada átomo del compuesto, no el ordenamiento de los átomos en él ni la manera en que están enlazados químicamente entre sí.

Práctica 3.3

¿Cómo lees estas fórmulas?

- | | |
|---------------------|------------------------------|
| (a) KBr | (c) CaCO_3 |
| (b) PbCl_2 | (d) $\text{Mg}(\text{OH})_2$ |

Escribe las fórmulas de los compuestos siguientes, cuya composición atómica se te proporciona. (a) Cloruro de hidrógeno: 1 átomo de hidrógeno + 1 átomo de cloro; (b) metano: 1 átomo de carbono + 4 átomos de hidrógeno; (c) glucosa: 6 átomos de carbono + 12 átomos de hidrógeno + 6 átomos de oxígeno.

Ejemplo 3.1

- (a) Primero escribimos los símbolos de los átomos de la fórmula: H, Cl. Como la proporción es de uno a uno, ponemos juntos los símbolos para obtener la fórmula del cloruro de hidrógeno como HCl .
- (b) Escribe los símbolos de los átomos: C, H. Ahora junta los símbolos y coloca el subíndice 4 después del átomo de hidrógeno. La fórmula es CH_4 .
- (c) Escribe los símbolos de los átomos: C, H, O. Ahora escribe la fórmula reuniendo los símbolos seguidos de los subíndices correspondientes a los datos conocidos (C seis, H doce, O seis). La fórmula es $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$.

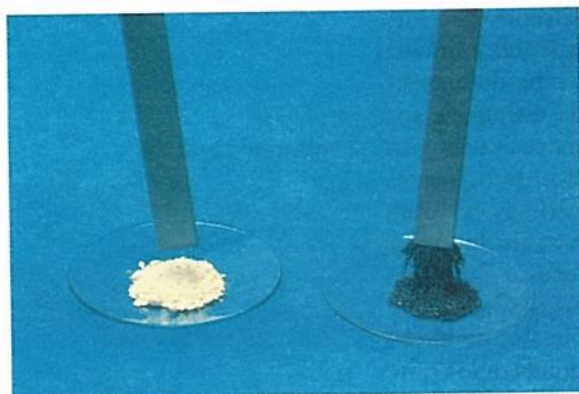
SOLUCIÓN

3.12 Mezclas

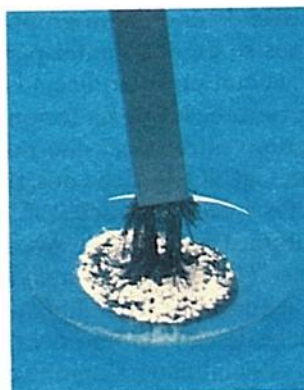
Es raro que las sustancias simples —elementos o compuestos— existan en estado puro en la naturaleza. El aire es una mezcla de gases; el agua de mar es una mezcla de varios minerales disueltos; el suelo ordinario es una mezcla compleja de minerales y materiales orgánicos.

¿Cómo se distingue una mezcla de una sustancia pura? Una mezcla siempre contiene dos o más sustancias que pueden existir en concentraciones variables. Consideremos dos ejemplos.

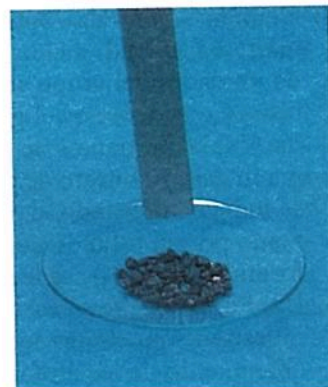
Mezcla homogénea Pueden prepararse mezclas homogéneas (soluciones) que contengan 5 o 10% de sal en agua con sólo mezclar las cantidades correctas de sal y agua. Estas mezclas pueden separarse al eliminar el agua por ebullición, dejando la sal como residuo.



(a)



(b)



(c)

(a) Cuando el hierro y el azufre se encuentran como sustancias puras, sólo el hierro es atraído por un imán. (b) Una mezcla de hierro y azufre puede separarse si se utiliza su diferencia en atracción magnética. (c) Los elementos del compuesto sulfuro de hierro(II) no pueden separarse con un imán.

Sulfuro de hierro(II) es el nombre correcto de este compuesto formado por hierro y azufre. Explicaremos la razón del (II) en el capítulo 6, cuando aprendamos a dar nombre a los compuestos.

Mezcla heterogénea La composición de una mezcla heterogénea de cristales de azufre y limadura de hierro puede hacerse variar con sólo mezclar más azufre o más limadura de hierro. Esta mezcla se puede separar físicamente con un imán que atraiga el hierro.

El sulfuro de hierro(II) (FeS) contiene 63.5% de Fe y 36.5% de S en masa. Si mezclamos hierro y azufre con esta proporción, ¿obtendremos sulfuro de hierro(II)? No, porque lo que obtenemos aún es una mezcla; al hierro lo sigue atrayendo un imán. Pero si calentamos esta mezcla a altas temperaturas, ocurre un cambio químico (reacción) mediante el cual las sustancias que reaccionan, hierro y azufre, forman una nueva sustancia, sulfuro de hierro(II). El sulfuro de hierro(II), FeS , es un compuesto de hierro y azufre con propiedades diferentes a las del hierro y a las del azufre: no es atraído por un imán, como se muestra en la fotografía. En la tabla 3.7, se comparan las características generales de las mezclas y compuestos. Las diferencias entre la *mezcla* de hierro y azufre y el *compuesto* sulfuro de hierro(II) son las siguientes:

	Mezcla de hierro y azufre	Compuesto de hierro y azufre
Fórmula	No tiene fórmula definida; se compone de Fe y S.	FeS
Composición	Contiene Fe y S en cualquier proporción en masa.	63.5% de Fe y 36.5% de S en masa.
Separación	El Fe y el S se pueden separar por medios físicos.	El Fe y el S sólo se pueden separar por cambio químico.

Tabla 3.7 Comparación entre mezclas y compuestos

	Mezcla	Compuesto
Composición	Puede estar formada por elementos, compuestos o ambos, en proporciones variables.	Compuestos de dos o más elementos en proporción de masa definida y fija.
Separación de componentes	La separación se puede hacer mediante procedimientos físicos o mecánicos.	Los elementos sólo se pueden separar mediante cambios químicos.
Identificación de los componentes	Los componentes no pierden su identidad.	Un compuesto no se asemeja a los elementos de los que está formado.

Repaso de conceptos

1. Identifica los tres estados físicos de la materia.
2. Di cuáles son las diferencias entre sustancias y mezclas.
3. Clasifica los materiales comunes en elementos, compuestos o mezclas.
4. Escribe los símbolos cuando se citen los nombres, o escribe los nombres cuando se citen los símbolos, de los elementos comunes que aparecen en la tabla 3.3.
5. Describe el uso de los símbolos, incluyendo subíndice y paréntesis, para escribir fórmulas químicas.
6. Establece la diferencia entre átomos, moléculas y iones.
7. Menciona las características de metales, no metales y metaloides.
8. Menciona los elementos que se encuentran como moléculas diatómicas.

Términos clave

amorfo (3.2)	fórmula química (3.11)	metal (3.8)	sistema (3.3)
anión (3.9)	gas (3.2)	metaloides (3.8)	sólido (3.2)
átomo (3.4)	heterogéneo (3.3)	mezcla (3.3)	subíndice (3.11)
catión (3.9)	homogéneo (3.3)	molécula (3.9)	sustancia (3.3)
compuesto (3.9)	ion (3.9)	moléculas diatómicas (3.10)	
elemento (3.4)	líquido (3.2)	no metal (3.8)	
fase (3.3)	materia (3.1)	símbolo (3.7)	

Preguntas

1. Menciona cuatro sustancias diferentes en cada uno de los tres estados de la materia.
2. En términos de las propiedades de las partículas fundamentales de una sustancia, explica
 - (a) ¿por qué un sólido tiene forma definida, pero un líquido no?
 - (b) ¿por qué un líquido tiene volumen definido y un gas no?
 - (c) ¿por qué un gas puede comprimirse con facilidad, pero un sólido no puede comprimirse de manera apreciable?
3. ¿Qué evidencia encuentras en la figura 3.1 acerca de que los gases ocupan espacio?
4. ¿Qué líquidos de la lista de la tabla 3.1 no son mezclas?
5. ¿Qué gases de la lista de la tabla 3.1 no son sustancias puras?
6. Cuando se retira el tapón de un frasco lleno parcialmente con ácido acético sólido y líquido a 16.7 °C, de inmediato se nota un fuerte olor parecido al del vinagre. ¿Cuántas fases de ácido acético pueden existir en la botella? Explica tu respuesta.
7. El sistema presente en el interior de la botella de la pregunta 6 ¿es homogéneo o heterogéneo? Explica tu respuesta.
8. Un sistema que contenga solamente una sustancia ¿es necesariamente homogéneo? Explica tu respuesta.
9. Un sistema que contenga dos o más sustancias ¿es necesariamente heterogéneo? Explica tu respuesta.
10. En dónde hay más átomos de silicio o de hidrógeno ¿en la corteza terrestre, en el agua de mar o en la atmósfera? Toma en cuenta la figura 3.3 y el hecho de que la masa del átomo de silicio es casi 28 veces la del hidrógeno.
11. Escribe el símbolo de los elementos siguientes:

(a) plata	(e) hierro
(b) oxígeno	(f) nitrógeno
(c) hidrógeno	(g) magnesio
(d) carbono	(h) potasio
12. Escribe el nombre de los elementos siguientes:

(a) Na	(e) Ne
(b) F	(f) He
(c) Ni	(g) Ca
(d) Zn	(h) Cl
13. ¿Qué representa el símbolo de un elemento?
14. Escribe los símbolos de los elementos fósforo, aluminio, hidrógeno, potasio, magnesio, sodio, nitrógeno, níquel y plata. Confronta tu respuesta con los símbolos correctos de la tabla 3.3.
15. Interpreta las diferencias de significado para cada uno de estos pares de letras:

(a) Si y SI	(b) Pb y PB	(c) 4 P y P ₄
-------------	-------------	--------------------------
16. Haz una lista de los seis elementos cuya primera letra de su símbolo es diferente de la de su nombre. (Tabla 3.4)
17. Escribe los nombres y símbolos de los 14 elementos que tienen sólo una letra como símbolo. (Consulta las tablas que aparecen en las primeras páginas del libro.)
18. ¿Cuál es la diferencia entre elemento y compuesto.
19. ¿Cuántos metales hay?, ¿y no metales?, ¿y metaloides? (Tabla 3.5)
20. De los 10 elementos más abundantes en la corteza terrestre, agua de mar y atmósfera, ¿cuántos son metales?, ¿no metales?, ¿metaloides? (Figura 3.3)

21. De los seis elementos más abundantes en el cuerpo humano, ¿cuántos son metales?, ¿no metales?, ¿metaloideos? (Figura 3.3)
22. ¿Por qué el símbolo del oro es Au y no O u Or?
23. Da los nombres de (a) el no metal diatómico sólido y de (b) el no metal diatómico líquido. (Tabla 3.6)
24. Menciona las diferencias entre compuesto y mezcla.
25. ¿Cuáles son los dos tipos generales de compuestos? ¿En que difieren uno del otro?
26. ¿Cuál es el fundamento para distinguir un compuesto de otro?
27. ¿Cuántos átomos hay en (a) una molécula de hidrógeno, (b) una molécula de agua y (c) una molécula de ácido sulfúrico?
28. ¿Cuál es la diferencia principal entre un anión y un catión?
29. Escribe el nombre y la fórmula de los elementos que existen como moléculas diatómicas. (Tabla 3.6)
30. Menciona las diferencias entre mezclas homogéneas y heterogéneas.
31. Tabula las propiedades que caracterizan a los metales y los no metales.
32. ¿Cuáles de las siguientes son moléculas diatómicas?
- | | |
|----------------------|-----------------------|
| (a) H ₂ | (e) NO |
| (b) SO ₂ | (f) NO ₂ |
| (c) HCl | (g) MgC ₁₂ |
| (d) H ₂ O | |

Ejercicios en pares

33. ¿Qué elementos hay en cada compuesto?
- | |
|---|
| (a) yoduro de potasio KI |
| (b) carbonato de sodio Na ₂ CO ₃ |
| (c) óxido de aluminio Al ₂ O ₃ |
| (d) bromuro de calcio CaBr ₂ |
| (e) ácido acético HC ₂ H ₃ O ₂ |
35. Escribe la fórmula de cada compuesto (la composición se da después de cada nombre):
- | | |
|-------------------------|---|
| (a) óxido de zinc: | 1 átomo de Zn, 1 átomo de O |
| (b) clorato de potasio: | átomo de K, 1 átomo de Cl,
3 átomos de O |
| (c) hidróxido de sodio: | 1 átomo de Na, 1 átomo
de O, 1 átomo de H |
| (d) alcohol etílico: | 2 átomos de C, 6 átomos
de H, 1 átomo de O |
37. Explica el significado de cada símbolo y número de estas fórmulas:
- | |
|---|
| (a) H ₂ O |
| (b) Na ₂ SO ₄ |
| (c) HC ₂ H ₃ O ₂ |
39. ¿Cuántos átomos están representados en cada fórmula?
- | | |
|---|---|
| (a) KF | (d) NaC ₂ H ₃ O ₂ |
| (b) CaCO ₃ | (e) (NH ₄) ₂ C ₂ O ₄ |
| (c) K ₂ Cr ₂ O ₇ | |
41. ¿Cuántos átomos de oxígeno están representados en cada fórmula?
- | | |
|-----------------------------------|--|
| (a) H ₂ O | (d) Fe(OH) ₃ |
| (b) CuSO ₄ | (e) Al(ClO ₃) ₃ |
| (c) H ₂ O ₂ | |
43. En la lista que sigue identifica cuáles son sustancias puras y cuáles son mezclas:
- | | |
|------------------------------------|----------------------|
| (a) una jarra de Kool-Aid | (d) acero inoxidable |
| (b) oro | (e) sal de mesa |
| (c) gente en un estadio de béisbol | |
34. ¿Qué elementos hay en cada compuesto?
- | |
|--|
| (a) bromuro de magnesio MgBr ₂ |
| (b) tetracloruro de carbono CCl ₄ |
| (c) ácido nítrico HNO ₃ |
| (d) sulfato de bario BaSO ₄ |
| (e) fosfato de aluminio AlPO ₄ |
36. Escribe la fórmula de cada compuesto (la composición se da después de cada nombre):
- | | |
|---------------------------|---|
| (a) bromuro de aluminio: | 1 átomo de Al, 3 átomos de Br |
| (b) fluoruro de calcio: | 1 átomo de Ca, 2 átomos de F |
| (c) cromato de plomo(II): | 1 átomo de Pb, 1 átomo de Cr, 4 átomos de O |
| (d) benceno: | 6 átomos de C, 6 átomos de H |
38. Explica el significado de cada símbolo y número de estas fórmulas:
- | |
|--|
| (a) AlBr ₃ |
| (b) Ni(NO ₃) ₂ |
| (c) C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁ (sacarosa) |
40. ¿Cuántos átomos están representados en cada fórmula?
- | | |
|--|---|
| (a) NaCl | (d) CCl ₂ F ₂ (freón) |
| (b) N ₂ | (e) Al ₂ (SO ₄) ₃ |
| (c) Ba(ClO ₃) ₂ | |
42. ¿Cuántos átomos de hidrógeno están representados en cada fórmula?
- | | |
|--|--|
| (a) H ₂ | (d) HC ₂ H ₃ O ₂ |
| (b) Ba(C ₂ H ₃ O ₂) ₂ | (e) (NH ₄) ₂ Cr ₂ O ₇ |
| (c) C ₆ H ₁₂ O ₆ | |
44. En la lista que sigue identifica cuáles son sustancias puras y cuáles son mezclas:
- | | |
|----------------------|---------------|
| (a) aire | (d) suelo |
| (b) agua | (e) herrumbre |
| (c) alambre de cobre | |

45. De las opciones de la pregunta 43, señala si cada sustancia pura es elemento o compuesto, o si cada mezcla es homogénea o heterogénea.
47. Clasifica cada material como elemento, compuesto o mezcla:
 (a) aire (c) cloruro de sodio
 (b) oxígeno (d) vino
49. Clasifica cada material como elemento, compuesto o mezcla:
 (a) pintura (c) cobre
 (b) sal (d) cerveza
51. Reduce las siguientes fórmulas químicas a la relación mínima entre números enteros de átomos. (En química, esto se conoce como fórmula empírica. Volveremos a ella más adelante.)
 (a) $C_6H_{12}O_6$ glucosa
 (b) C_8H_{18} octano
 (c) $C_{25}H_{52}$ cera de parafina
53. ¿Hay alguna pauta para ubicar los elementos gaseosos en la tabla periódica? Si es así, descríbela.
55. ¿De los primeros 36 elementos de la tabla periódica, qué porcentaje son metales?
46. De las opciones de la pregunta 44, señala si cada sustancia pura es elemento o compuesto, o si cada mezcla es homogénea o heterogénea.
48. Clasifica cada material como elemento, compuesto o mezcla:
 (a) platino (c) yodo
 (b) ácido sulfúrico (d) petróleo crudo
50. Clasifica cada material como elemento, compuesto o mezcla:
 (a) azúcar (c) leche
 (b) plata (d) hidróxido de sodio
52. Reduce las siguientes fórmulas químicas a la relación mínima entre números enteros de átomos. (En química, esto se conoce como fórmula empírica. Volveremos a ella más adelante.)
 (a) H_2O_2 peróxido de hidrógeno
 (b) C_2H_6O alcohol etílico
 (c) $Na_2Cr_2O_7$ dicromato de sodio
54. ¿Hay alguna pauta en la ubicación de los elementos líquidos en la tabla periódica? Si es así, descríbelo.
56. ¿Qué porcentaje de los 36 primeros elementos de la tabla periódica son sólidos a temperatura ambiente?

Ejercicios adicionales

57. Tienes la mezcla heterogénea sal y arena. ¿Qué método utilizarías para separar los dos componentes de esta mezcla?
58. Tienes una mezcla homogénea de sal disuelta en agua. ¿Qué método utilizarías para separar los dos componentes de esta mezcla?
59. En la tabla periódica que aparece al principio de este libro, notas algo de los átomos que forman los compuestos iónicos siguientes: NaCl, KI y $MgBr_2$? (Sugerencia: toma en cuenta la posición que ocupan los átomos de estos compuestos en la tabla periódica.)
60. ¿Cuántos átomos en total hay en los compuestos siguientes?
 (a) CO (d) $KMnO_4$
 (b) BF_3 (e) $Ca(NO_3)_2$
 (c) HNO_3 (f) $Fe_3(PO_4)_2$
61. La fórmula de la vitamina B_{12} es $C_{63}H_{88}CoN_{14}O_{14}P$.
 (a) ¿Cuántos átomos hay en una molécula de vitamina B_{12} ?
 (b) ¿Qué porcentaje del total de átomos es de carbono?
 (c) ¿Qué fracción del total de átomos es de metal?
- * 62. Se ha estimado que hay 4×10^{-4} mg de oro por litro de agua de mar. El precio es de \$19.40/g, ¿cuál sería el valor del oro que habría en 1 km^3 ($1 \times 10^{15} \text{ cm}^3$) de océano?
63. ¿Cuántos átomos hay en total en siete docenas de moléculas de ácido nítrico, HNO_3 ?
64. Traza una gráfica con los datos siguientes. En el eje x representa la densidad del aire en gramos por litro, y en el eje y la temperatura.

Temperatura (°C)	Densidad (g/L)
0	1.29
10	1.25
20	1.20
40	1.14
80	1.07

- (a) Según tu gráfica, ¿qué relación hay entre densidad y temperatura?
 (b) A partir de tu gráfica, determina la densidad del aire a las temperaturas siguientes:
 5 °C 25 °C 70 °C
65. Las fórmulas siguientes se ven parecidas, pero representan cosas distintas.
 $8S$ S_8
 · Compáralas y encuentra las diferencias. ¿En qué se asemejan? ¿En qué difieren?

66. El dihidrógeno fosfato de calcio es un fertilizante importante. ¿Cuántos átomos de hidrógeno hay en 10 unidades formulares de $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$?
67. ¿Cuántos átomos hay en total en una molécula de $\text{C}_{145}\text{H}_{293}\text{O}_{168}$?
68. Menciona lo siguiente:
- tres elementos, todos metales, cuyo nombre empiece con la letra M.
 - cuatro elementos que sean no metales sólidos.
 - cinco elementos que sean sólidos y que estén en las primeras cinco filas de la tabla periódica, cuyos símbolos empiecen con letras distintas de la primera letra del nombre del elemento.
69. ¿Cómo separarías una mezcla de azúcar y arena, y cómo obtendrías en forma pura estos dos componentes de la mezcla?
70. Escribe la fórmula de los compuestos siguientes que un compañero lee para ti:
- NA-CL
 - H2-S-O4
 - K2-O
 - Fe2-S3
 - K3-P-O4
 - CA (pausa) CN dos veces
 - C6-H12-O6
 - C2-H5 (pausa) OH
 - CR (pausa) NO3 tres veces
71. La abundancia de yodo en el agua de mar es de $5.0 \times 10^{-8}\%$ en masa. ¿Cuántos kilogramos de agua de mar deben tratarse para obtener 1.0 g de yodo?

¡Supera el reto!

72. Escribe la fórmula química de los compuestos neutros que resultarían de la combinación de los iones siguientes. Utiliza como ayuda los iones con su carga que aparecen en la tabla de las primeras páginas de este libro.
- ion amonio y ion cloruro
 - ion hidrógeno y ion hidrógeno sulfato
 - ion magnesio y ion yodo
 - ion hierro(II) y ion fluoruro
 - ion plomo(II) y ion fosfato
 - ion aluminio y ion óxido

Respuestas a los ejercicios de práctica

- | | | | | |
|-----|------------|----------------|-----|-----------------------------|
| 3.1 | gases | H, N, CL, Ne | 3.3 | (a) K-BR |
| | líquidos | Br, Hg | | (b) P-B-CL-2 |
| | sólidos | Na, Cu, S, Fe | | (c) CA (pausa) CO-3 |
| 3.2 | no metales | F, Kr, I, S | | (d) MG (pausa) OH dos veces |
| | metales | Na, Cr, Mo, Cu | | |
| | metaloides | Si, Sb | | |