

Las propiedades y transformaciones químicas

En una **transformación química** o **reacción química**, una o más muestras de materia se convierten en nuevas muestras con composiciones diferentes. Por tanto, la clave para identificar una transformación química es observar un *cambio en la composición*. Cuando se quema un papel tiene lugar una transformación química. El papel es un material complejo, pero sus componentes principales son carbono, hidrógeno y oxígeno. Los productos principales de la combustión son dos gases, uno de ellos formado por carbono y oxígeno (dióxido de carbono) y el otro por hidrógeno y oxígeno (agua en forma de vapor). La capacidad de arder del papel es un ejemplo de propiedad química. Una **propiedad química** es la capacidad (o incapacidad) de una muestra de materia para experimentar un cambio en su composición bajo ciertas condiciones.

El cinc reacciona con una disolución de ácido clorhídrico produciéndose gas hidrógeno y una disolución acuosa de cloruro de cinc (Figura 1.3). La capacidad del cinc para reaccionar con el ácido clorhídrico es una de las propiedades químicas características del cinc. La incapacidad del oro para reaccionar con el ácido clorhídrico es una de las propiedades químicas del oro. El sodio reacciona no solo con el ácido clorhídrico sino también con el agua. El cinc, el oro y el sodio son similares en algunas de sus propiedades físicas. Por ejemplo, todos ellos son maleables y buenos conductores del calor y la electricidad. Sin embargo, el cinc, el oro y el sodio son bastante diferentes en sus propiedades químicas. El conocimiento de estas diferencias nos ayuda a comprender por qué el cinc, que no reacciona con el agua, puede utilizarse para hacer clavos y piezas de tejados y canalones, mientras que el sodio no. También podemos comprender por qué el oro es apreciado por ser químicamente inerte para hacer joyas y monedas; ni se oxida ni se altera. En nuestro estudio de la química veremos por qué las sustancias tienen propiedades diferentes y cómo estas diferencias determinan el uso que hacemos de los materiales.



▲ FIGURA 1.3
Una propiedad química del cinc y el oro: reacción con ácido clorhídrico.
El clavo cincado (galvanizado) reacciona con ácido clorhídrico produciendo burbujas de gas hidrógeno que se ven en la superficie del clavo. El brazaletes de oro no se afecta por el ácido clorhídrico. En la fotografía, el cinc se ha consumido, quedando el hierro a la vista. La reacción del hierro con el ácido clorhídrico colorea la disolución ácida.

1.3 Clasificación de la materia

La materia está formada por unas unidades diminutas denominadas **átomos**. Un **elemento químico** es una sustancia formada por un solo tipo de átomos. Actualmente, la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC) reconoce 112 elementos y *toda* la materia está formada únicamente por estos 112 tipos de átomos! Los elementos conocidos comprenden desde sustancias comunes como el carbono, el hierro y la plata, hasta sustancias poco frecuentes como el lutecio y el tulio. En la naturaleza podemos encontrar aproximadamente 90 de estos elementos. El resto no aparecen de forma natural y solamente podemos obtenerlos artificialmente. En la contraportada delantera, se encuentra una lista completa de los elementos y también una ordenación especial de los mismos en forma de tabla, denominada *tabla periódica*. La tabla periódica, guía de los elementos para el químico, será descrita en el Capítulo 2 y la utilizaremos a lo largo de la mayor parte del texto.

Los **compuestos** químicos son sustancias en las que se combinan entre sí los átomos de diferentes elementos. Los científicos han identificado millones de compuestos químicos diferentes. En algunos casos podemos aislar una molécula de un compuesto. Una **molécula** es la entidad más pequeña posible en la que se mantienen las mismas proporciones de los átomos constituyentes que en el compuesto químico. Una molécula de agua está formada por tres átomos: dos átomos de hidrógeno unidos a un solo átomo de oxígeno. Una molécula de peróxido de hidrógeno tiene dos átomos de hidrógeno y dos átomos de oxígeno; los átomos de oxígeno están unidos entre sí y hay un átomo de hidrógeno unido a cada átomo de oxígeno. En cambio una molécula de la proteína de la sangre llamada gamma globulina, está formada por 19 996 átomos de solo cuatro tipos: carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno.



◀ La Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC) es la autoridad mundial reconocida en nomenclatura y terminología químicas, en métodos estándar de medida, masas atómicas y muchas otras facetas de la química. Entre otras actividades, publica revistas, informes y bases de datos, generalmente disponibles en www.iupac.org

◀ La identidad del átomo se establece por medio de su número atómico (véase Sección 2.3). Los informes recientes de elementos nuevos, como los elementos números 113 al 116 y el 118, no están confirmados. La caracterización de estos elementos «superpesados» es complicada; en cada experimento se producen unos pocos átomos y se desintegran casi instantáneamente.



▲ ¿Es una muestra homogénea, o heterogénea? Cuando se observa la leche homogeneizada al microscopio, se ve que consta de glóbulos grasos dispersos en un medio acuoso. La leche homogeneizada es una mezcla heterogénea.

► Lo que ayuda a distinguir las distintas clasificaciones de la materia es su composición, y más concretamente, las variaciones de composición.

► Además de disoluciones líquidas y gaseosas, puede haber disoluciones sólidas. Por ejemplo, algunas aleaciones.

La composición y las propiedades de un elemento o compuesto son uniformes en cualquier parte de una muestra, o en muestras distintas del mismo elemento o compuesto. Los elementos y compuestos se denominan **sustancias** (En sentido químico, el término *sustancia* debe utilizarse solamente para elementos y compuestos). Una *mezcla* de sustancias puede variar en composición y propiedades de una muestra a otra. Cuando una *mezcla* es uniforme en composición y propiedades en cualquier parte de una muestra determinada se dice que es una **mezcla homogénea** o una **disolución**. Una disolución acuosa de sacarosa (azúcar de caña) tiene un dulzor uniforme en cualquier parte de la disolución, pero el dulzor de otra disolución de sacarosa puede ser muy distinto si las proporciones de azúcar y agua son diferentes. El aire ordinario es una mezcla homogénea de varios gases, principalmente los *elementos* nitrógeno y oxígeno. El agua del mar es una disolución de los *compuestos* agua, cloruro de sodio (sal) y muchos otros. La gasolina es una mezcla homogénea o disolución de docenas de compuestos.

En las **mezclas heterogéneas**, como la formada por arena y agua, los componentes se separan en zonas diferenciadas. Por tanto, la composición y las propiedades físicas varían de una parte a otra de la mezcla. Una salsa para ensalada, una losa de hormigón y una hoja de una planta son todos ellos heterogéneos. Generalmente, es fácil distinguir las mezclas heterogéneas de las homogéneas. La Figura 1.4 muestra un esquema para clasificar la materia en elementos y compuestos y en mezclas homogéneas y heterogéneas.

Separación de mezclas

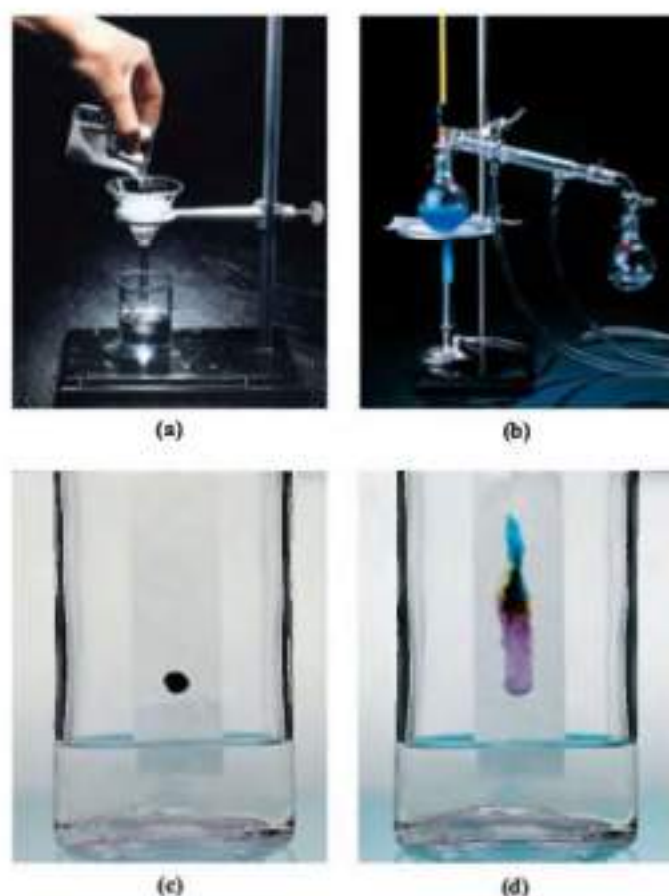
Los componentes de una mezcla pueden separarse mediante transformaciones *físicas* adecuadas. Pensemos otra vez en la mezcla heterogénea de arena y agua. Cuando echamos esta mezcla en un embudo provisto de un papel de filtro poroso, el agua líquida pasa a su través y la arena queda retenida en el papel. Este proceso de separación, de un sólido del líquido en el que se encuentra en suspensión, recibe el nombre de *filtración*. (véase la Figura 1.5a). Es probable que utilice este procedimiento en el laboratorio. Por otra parte, no se puede separar una mezcla homogénea (disolución) de sulfato de cobre(II) en agua por filtración porque todos los componentes pasan a través del papel. Sin embargo, podemos hervir la disolución de sulfato de cobre(II) en agua. El agua líquida pura se obtiene del vapor liberado al hervir la disolución. Cuando se ha separado toda el agua, el sulfato de cobre(II) permanece en el recipiente. Este proceso se denomina *destilación* (véase la Figura 1.5b).



▲ FIGURA 1.4

Esquema para clasificar la materia.

Una muestra de materia, o es una sustancia simple (un elemento o un compuesto), o es una mezcla de sustancias. A nivel molecular, un elemento consta de átomos de un solo tipo y un compuesto consta de dos o más tipos diferentes de átomos, normalmente unidos formando moléculas. En una mezcla homogénea, los átomos o moléculas están mezclados al azar, a nivel molecular. En una mezcla heterogénea, los componentes están físicamente separados como en una capa de moléculas de octano (un componente de la gasolina) flotando sobre una capa de moléculas de agua.



◀ FIGURA 1.5

Separación de mezclas: un proceso físico.

(a) Separación de una mezcla heterogénea por filtración: el sulfato de cobre(II) sólido queda retenido por el papel de filtro mientras el hexano líquido pasa a través del filtro. (b) Separación de una mezcla homogénea por destilación: el sulfato de cobre(II) se queda en el matraz de la izquierda mientras el agua pasa al matraz de la derecha por evaporación y posterior condensación a líquido. (c) Separación de los componentes de la tinta por cromatografía: puede verse una mancha oscura justo encima del nivel del agua, mientras el agua asciende por el papel. (d) El agua ha disuelto los componentes coloreados de la tinta, y estos componentes son retenidos en diferentes zonas del papel según sus diferentes adherencias al papel.

Otro método de separación disponible para los químicos modernos se basa en la distinta capacidad de los compuestos para adherirse a las superficies de varias sustancias sólidas como el papel o el almidón. Este es el fundamento de la técnica de *cromatografía*. La separación de tinta en un papel de filtro (véase la Figura 1.5c-d) ilustra los impresionantes resultados que se pueden obtener con esta técnica.

Descomposición de compuestos

Un compuesto químico mantiene su identidad durante las transformaciones físicas pero puede descomponerse en sus elementos constituyentes por medio de *transformaciones químicas*. Es más difícil descomponer un compuesto en sus elementos constituyentes que la mera separación física de las mezclas. La extracción del hierro de los minerales de óxido de hierro requiere un alto horno. La obtención de magnesio a partir de cloruro de magnesio a escala industrial requiere electricidad. Generalmente es más fácil convertir un compuesto en otros compuestos mediante reacción química que separar un compuesto en sus elementos constituyentes. Por ejemplo, cuando se calienta el dicromato de amonio se descompone en óxido de cromo(III), nitrógeno y agua. Esta reacción que se utilizaba en las películas para simular un volcán, se muestra en la Figura 1.6.

Estados de la materia

La materia suele encontrarse en uno de los tres *estados*, sólido, líquido o gas. En un **sólido**, los átomos o moléculas están en contacto próximo, a veces en disposiciones muy organizadas que se llaman *cristales*. Un sólido tiene una forma definida. En un **líquido**, los átomos o moléculas están generalmente separados por distancias mayores que en un sólido. El movimiento de estos átomos o moléculas proporciona al líquido una de sus propiedades más características: la capacidad de fluir cubriendo el fondo y adoptando la forma del recipiente que lo contiene. En un **gas**, las distancias entre átomos o moléculas son



▲ FIGURA 1.6

Un cambio químico: descomposición del dicromato de amonio