

Todo lo que te rodea es química, incluso tú mismo. Es decir, no sólo estamos formados de materiales químicos sino que están ocurriendo constantemente transformaciones dentro y fuera de nosotros. Para entender esas transformaciones hay que escudriñar dentro de los materiales. Esto nos lleva a tropezar con una frontera mas allá de la cual nuestros sentidos quedan limitados y debemos recurrir a instrumentos que aumenten nuestro poder de observación; sin embargo, aún con ellos siempre existirá un límite para nuestros sentidos pero no para nuestra imaginación, que nos permitirá crear modelos sobre cómo es eso que no vemos. La validez de estos modelos dependerá de la capacidad explicativa que ellos tengan de la realidad.



El mundo de la química

De lo macro a lo micro

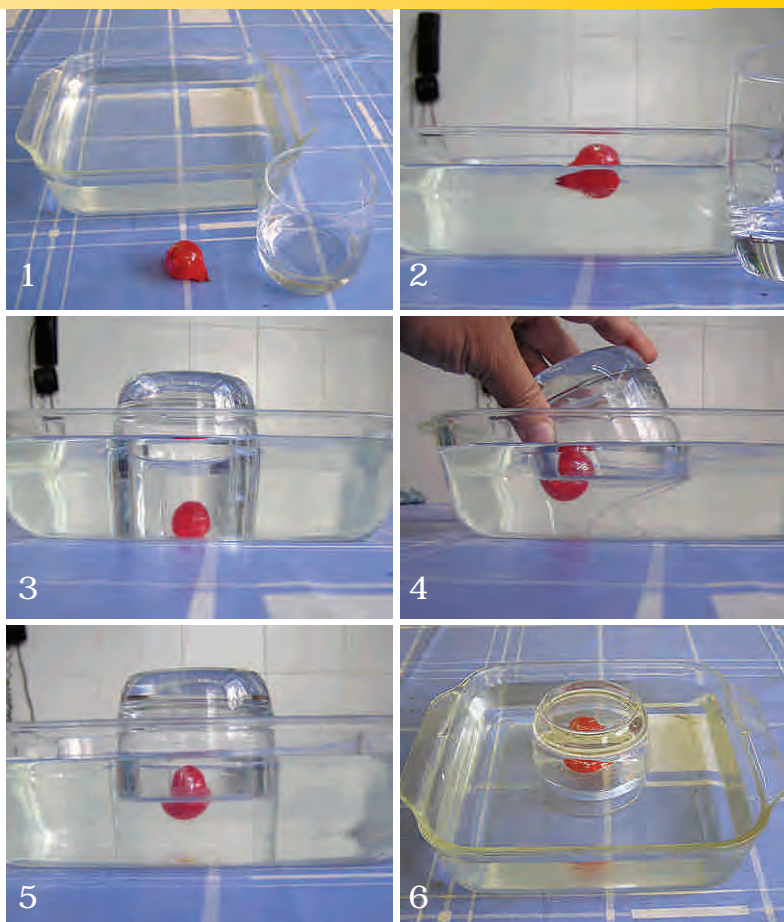
¿Qué tienen en común los materiales?

A pesar de la diversidad de materiales, todos poseen en común la propiedad de tener masa y ocupar un espacio, el cual no podrá, al mismo tiempo, estar ocupado por otro objeto. Dicha propiedad identifica a todos los objetos y sujetos como formas diferentes de presentarse la materia. Esto es, todos los materiales están formados por materia. El espacio que ocupa un material se expresa a través del volumen propio del material o el del volumen del recipiente que lo contiene.

Una ocasión para experimentar

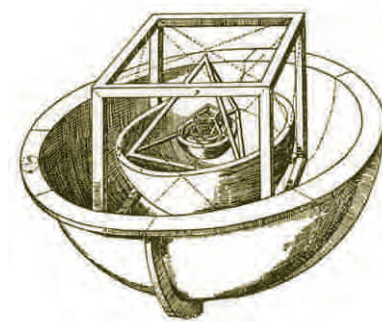
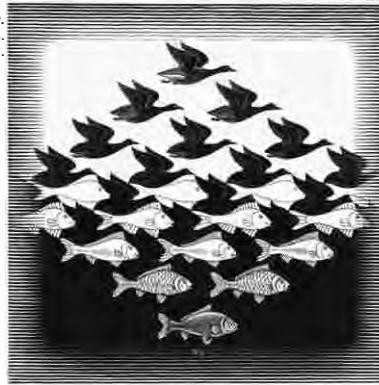
Busca un pequeño objeto que flote en agua (es decir, que sea menos denso que el agua) y colócalo en un recipiente con suficiente agua. Toma un vaso de vidrio e inviértelo, como se muestra en la figura y no permitas que entre agua al vaso. ¿Dónde se encuentra ahora el objeto? Seguidamente, inclina un poco el vaso y levántalo lentamente, hasta que apenas sobresalga de la superficie del agua. ¿Qué observas salir del vaso? ¿Estaba vacío el vaso? ¿Qué material había dentro del vaso? Sumérgelo de nuevo. ¿Qué explicación das a lo que observas? Ordena de mayor a menor las densidades del agua, del aire y del objeto.

Si tienes dudas consulta con tu profesor.



Materia y química

La materia y sus cambios (ya sean naturales o sean provocados por el hombre) constituyen el objeto de investigación de la química. El estudio de la materia se realiza desde dos puntos interdependientes: el macroscópico (los materiales) y el microscópico (la estructura).



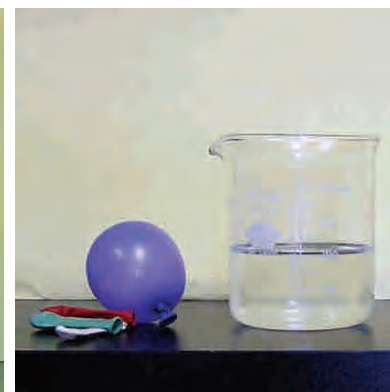
Sólidos de Kepler.
Johannes Kepler, astrónomo y matemático alemán (1571-1630).

Los estados físicos de la materia

Los materiales se presentan en diferentes estados físicos que van desde el ordenado estado sólido, pasando por el estado líquido, hasta el desordenado estado gaseoso.

Los materiales en estado sólido tienen forma y volumen propios. Los que se encuentran en estado líquido (el aceite en un vaso, por ejemplo) tienen volumen propio pero no forma propia, por lo que adoptan la forma del recipiente que los contiene. Finalmente, los que se encuentran en estado gaseoso no tienen ni forma ni volumen propios, por lo que tratan de ocupar todo el espacio disponible en un recipiente. Esto significa que los líquidos y gases requieren necesariamente de un recipiente, no así los sólidos que por tener forma propia pueden ser identificados como objetos.

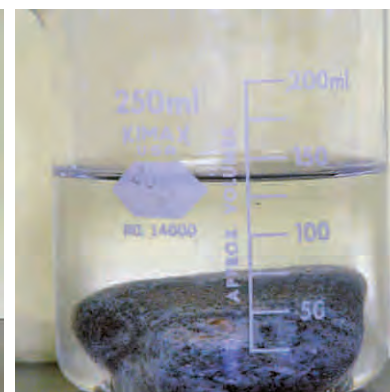
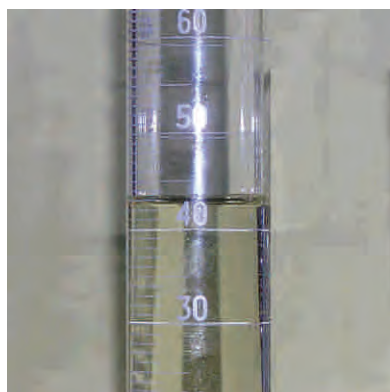
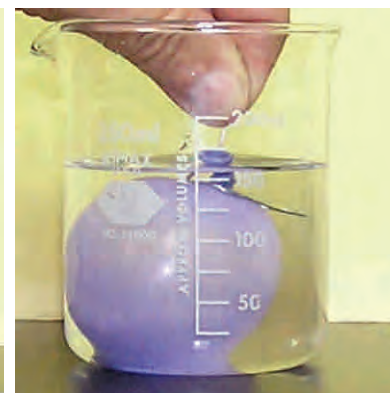
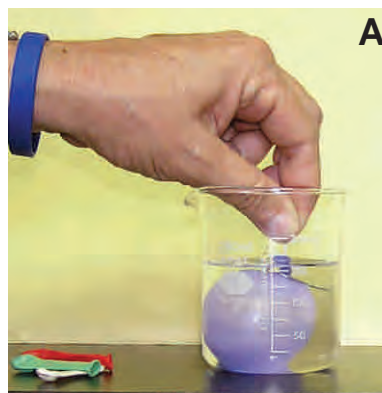
10



El volumen ocupado por los gases se puede calcular tal como se observa en el ejemplo A.

En el caso de los líquidos el volumen se puede calcular con el uso de envases con medidas, tal como se indica en el ejemplo B.

Los sólidos tienen forma y volumen propio. Si el sólido no es una figura geométrica conocida, si es más denso que el agua, si no reacciona con ella, ni se disuelve en la misma, su volumen puede determinarse como lo muestra el ejemplo C.



Estructura y propiedades

La estructura de los materiales en estado sólido debe ser bien diferente a la de los materiales que se encuentran en los estados líquido y gaseoso. Esto explica la rigidez de los sólidos y la facilidad de adaptarse a la forma de los recipientes de los otros. Es decir, la estructura de los materiales en los estados líquido y gaseoso debe permitirles moverse rápidamente, razón por la cual se los llama fluidos. Los gases lo hacen inmediatamente. Los líquidos muestran diferencias; algunos, como el agua, se mueven rápidamente; otros se tardan un poco más, como la miel. A estos últimos se los llama viscosos.

Al inclinar una cuchara llena de agua ésta se vacía en un par de segundos, mientras que si contiene miel este proceso requiere casi un minuto.



Los cambios de estado físico

Los materiales pueden cambiar de estado físico cuando se modifican, lo suficiente, la temperatura y la presión a la que están sometidos. Cuando se pasa del estado sólido al líquido (al derretirse un trozo de hielo) se habla de fusión, y cuando se va de líquido a gaseoso (al frotar alcohol sobre tu piel) se habla de vaporización. Algunos materiales, como el “hielo seco”, pueden pasar del estado sólido directamente al gaseoso (sublimación). En las tres situaciones mencionadas, el material requiere tomar energía de sus alrededores para que el cambio se lleve a cabo. Cuando se vierte alcohol sobre la piel, éste se vaporiza utilizando energía (calor) del cuerpo, por lo que sientes que esa parte se enfría.

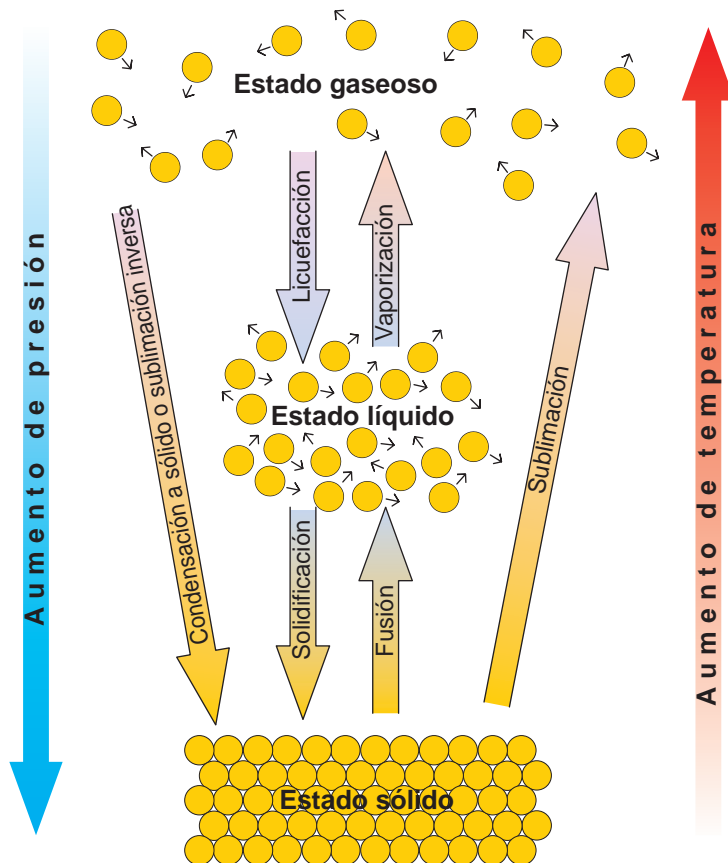
Cuando un material en estado gaseoso pasa a líquido (condensación o licuefacción), tal como ocurre cuando se empañan los vidrios de un carro, y cuando un material líquido pasa a sólido (solidificación o congelación) como cuando haces hielo en tu nevera, el material desprende energía hacia sus alrededores. Sobre la energía asociada a los cambios volveremos en el capítulo correspondiente.

Los cambios de estado físico también ocurren cuando se modifica la presión. El gas licuado de las bombonas se encuentra en estado líquido gracias a la presión tan alta a la cual se llenó la bombona. La presión atmosférica es mucho menor que la presión dentro de la bombona. Al abrir la llave de la bombona de gas para cocinar, se le permite al líquido pasar de una presión más alta a una más baja y se transforma en un gas.



Sublimación.
Nicole Sadin,
artista francesa.
www.toutnancy.com

11





Cambios de estado físico al servicio del hombre

En los hornos de la Siderúrgica del Orínoco (Sidor), en el estado Bolívar, el hierro se obtiene en estado líquido. Para obtener todos los materiales que se elaboran a partir de este metal, entre los cuales se encuentra el acero, el hierro deberá ser sometido a un proceso de enfriamiento, mezclado con otros elementos y pasado al estado sólido (solidificación).

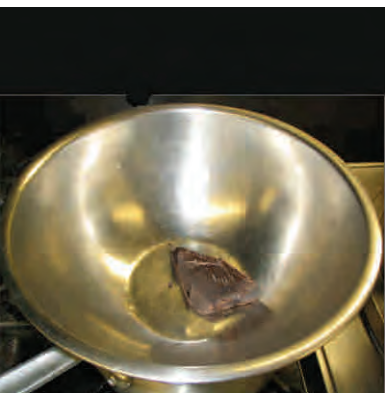
Cuando llega la noche, la temperatura disminuye unos cuantos grados, los suficientes como para que el vapor de agua presente en el ambiente se enfríe y se condense en forma de pequeñas gotitas de agua que observamos en las primeras horas de la mañana sobre hojas y flores. Este fenómeno lo denominamos rocío. Al pasar las horas, la temperatura vuelve a aumentar y el agua de las gotitas se evapora. Algunas tribus africanas dependen del agua recogida del rocío para sobrevivir.

El hielo seco (dióxido de carbono sólido), el mismo que ves dentro de los carritos de helados para mantenerlos firmes, es utilizado para múltiples fines. Se emplea para conservar medicinas y alimentos, así como para realizar la limpieza de las maquinarias industriales. Para ello se dispara en forma de pequeños sólidos sobre las máquinas, los cuales limpian las superficies sin los riesgos que implican otros productos. Durante el proceso de limpieza, el hielo seco pasa del estado sólido al estado gaseoso (sublimación). El hielo seco también se utiliza para formar los vapores que ves en la parte inferior de los escenarios en los conciertos de rock.



Para pensar

La presión en la superficie lunar es prácticamente cero. ¿Qué le ocurriría a nuestra sangre si fuésemos expuestos, sin protección alguna, a esa condición?



Sólidos no tan “sólidos”

No todos los sólidos se comportan de igual forma cuando pasan al estado líquido. Si sacamos un hielo del congelador irá tomando energía del medio y se irá fundiendo, disminuyendo poco a poco su tamaño hasta desaparecer de nuestra vista como sólido, cuando el último trocito se ha convertido en líquido. Los sólidos que se comportan de esta forma se denominan cristalinos. Los azúcares, la sal de mesa, los metales, el cuarzo son ejemplos de éstos, sólo que ellos se funden a temperaturas mucho más altas que el hielo. El cuarzo lo hace a 1 600°C, mientras que el hielo lo hace a 0°C.



Otros sólidos, al ser calentados uniformemente, se van ablandando en forma pareja hasta convertirse en líquidos. Estos sólidos no se funden sino que se derriten, por tanto no tienen temperatura de fusión. Se los llama amorfos. Ejemplos de ellos son la goma, el caucho y el vidrio. Estos materiales tienen propiedades cercanas a las de un líquido que fluye muy lentamente.

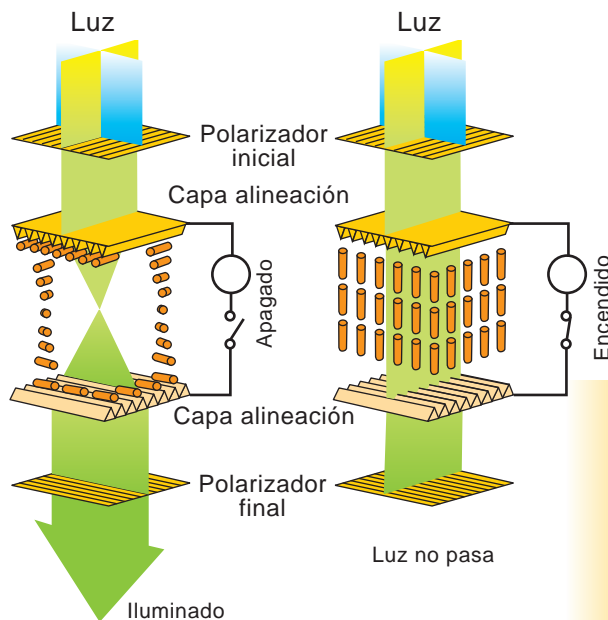
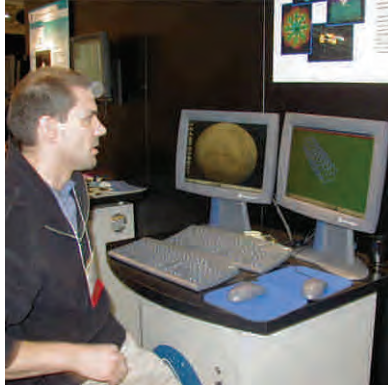
El hielo se funde al ser sacado del congelador, va disminuyendo de tamaño pero conserva su forma cristalina hasta el final. La goma de mascar, expuesta al Sol, se derrite.

Chocolate, mantequilla, oro y un cubo de hielo.

Líquidos no tan “líquidos”

Algunos sólidos cristalinos no se funden directamente, sino que pasan por un estado que tiene propiedades intermedias entre las de los estados sólido y líquido, y pueden existir en ese estado en un intervalo de temperatura bastante amplio. Un ejemplo es el material con el que se hacen los números de los relojes digitales y las pantallas de las calculadoras. Al material en ese estado se le denomina cristal líquido, pues es capaz de fluir (como los líquidos), pero al hacerlo mantiene cierto ordenamiento (como los sólidos). Si se sigue aumentando la temperatura, el cristal líquido se transformará en líquido.

Algunos cristales líquidos pueden presentar planos sucesivos, que adopten en conjunto una forma de tornillo que permita el paso de la luz a través de ellos, pero la acción de la electricidad puede alinearlos de tal forma que la luz no pase, generando oscuridad. Este es el mecanismo mediante el cual podemos ver cómo cambian los números en la pantalla de un reloj digital; también es la base de la iluminación de las pantallas de las calculadoras. Pero los cristales líquidos tienen otra aplicación muy interesante: también los cambios de temperatura pueden afectar su arreglo, y por tanto, su absorción de luz, produciendo cambios de colores. Así se usa en los termómetros para bebés y, ¿por qué no?, en la elaboración de trajes que tengan un color de día y otro de noche. ¡Qué tal!



13



¿De qué están hechos los materiales? La respuesta especulativa

¿Qué son las cosas? ¿De qué están hechas las cosas? Son preguntas que han tenido muchas respuestas a través del tiempo. Algunas explicaciones han sido mágicas, otras religiosas, pero desde el siglo VI antes de Cristo algunos pensadores griegos partieron de lo visible y respondieron a esas preguntas asumiendo la participación de “elementos” (agua, tierra, aire y fuego) en la constitución de las cosas. Otros partieron de lo invisible y respondieron de forma estructural (todo está formado por átomos). Hoy en día estas dos posiciones están estrechamente relacionadas. En ambas, el razonamiento lógico es la base para responder a las preguntas.



El alquimista.
David Teniers,
artista belga (1610-1690).

El átomo de los griegos

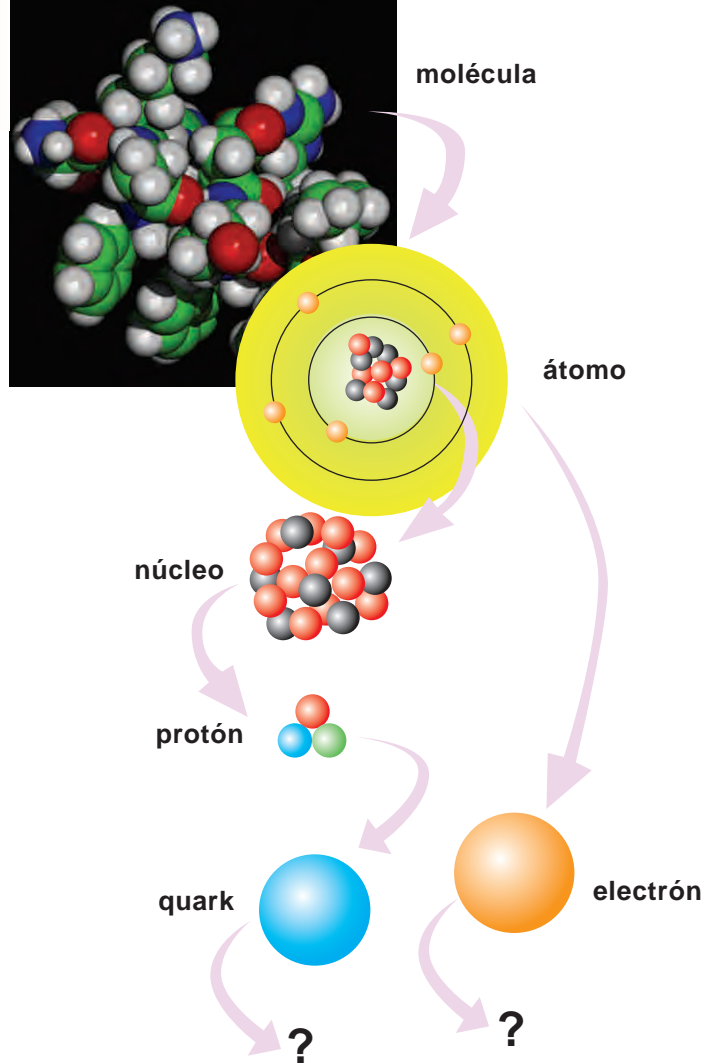
Leucipo (s. IV a.C.), a la izquierda, basándose en especulaciones, afirmó que la materia no podía dividirse indefinidamente, que llegaría un momento en que se obtendría una partícula que no podría seguir dividiéndose. Demócrito (s. V a.C.), discípulo de Leucipo, dio a esta partícula el nombre de átomo (a=sin, tomo=parte, o sea, indivisible). Además, afirmó que los átomos diferían en tamaño y forma, y que esas diferencias eran las que le daban a las cosas sus distintas propiedades. Dos aspectos son muy importantes en esta concepción atomista. Uno es el de considerar que todo lo que existe está constituido por combinaciones de átomos. El otro es que al asumir la existencia de los átomos la materia no es continua sino discreta, es decir, hay un espacio entre los átomos aunque no podamos percibirlo a simple vista.

Apoyo didáctico

¿Qué es una partícula?

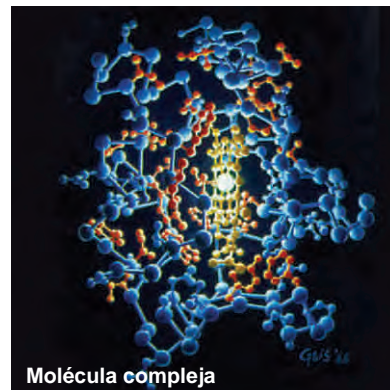
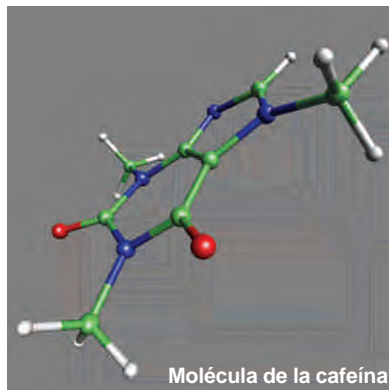
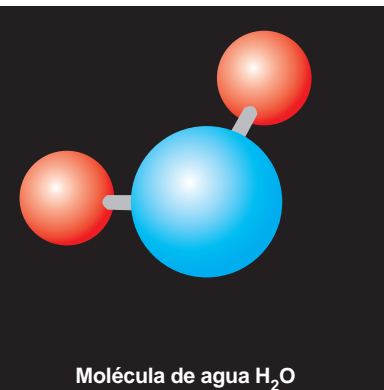
Es una pequeña parte de algo que reviste gran importancia.

En el lenguaje coloquial, esa pequeña parte podría ser una partícula de aserrín o de arena. Pero aunque no sea fácil, aún es posible obtener partículas mucho más pequeñas. Cuando ya no fuese posible más subdivisión, se llegaría a los átomos de Leucipo y Demócrito. Todas estas partículas tienen masa, luego, son trozos de materia. Hoy en día, en ciencia, al utilizar la palabra partícula nos referimos, por ejemplo, a moléculas. Éstas, a su vez, están formadas por partículas más pequeñas, átomos, y dentro de ellos hay protones, electrones y neutrones. En los protones y neutrones hay quarks. Cada una de estas partículas es una unidad material o entidad de algo, porque lo integra y lo caracteriza. Por ejemplo, el hidrógeno contenido en una bombona está formado por cuatrillones de moléculas de hidrógeno que explican algunas propiedades del hidrógeno.



Cada una de ellas está formada por dos átomos de hidrógeno. Cada átomo de hidrógeno contiene un protón, un electrón y de cero a dos neutrones. El tener un protón caracteriza al elemento hidrógeno. Finalmente, el protón y cada neutrón está formado por tres quarks. Hablaremos de ello más adelante.

14



¿Sabías que...?

Para Aristóteles, filósofo posterior a Leucipo, no existía el vacío; la materia era continua y no había espacios vacíos en ella, de manera que podía dividirse indefinidamente. Por lo tanto, desechó el atomismo. Por ser Aristóteles el filósofo más influyente de su época y de mayor trascendencia hasta la Edad Media, el atomismo perdió seguidores. Sin embargo, los hubo tales como Epicuro y, muchos años después, el romano Tito Lucrecio (siglo I antes de Cristo), quien en forma de poema ("Sobre la naturaleza de las cosas") expresó las ideas de Demócrito y Epicuro. Uno de sus escritos logró vencer el paso de los años y de las persecuciones religiosas en los años del oscurantismo, lo que permitió a las generaciones que siguieron conocer la filosofía atomista.

Aristóteles y Platón. *Escuela de Atenas* (fragmento).
Rafael Sanzio De Urbino (1483-1520).



De nuevo el atomismo... pero por la vía experimental... o por la fuerza de la evidencia



Aceptar que todo material está formado por átomos y la existencia de un espacio entre los mismos (la discontinuidad material), no fue fácil ni en la antigua Grecia ni en los siglos que siguieron. ¿Cómo creer en algo que no se ve (los átomos) ni se siente (el vacío y la discontinuidad)? Sin embargo, el atomismo tenía sus seguidores en hombres de estatura científica como Boyle (arriba) y Newton (abajo). Desde el comienzo del siglo XIX se retomó la idea, con más intensidad, para explicar una serie de resultados experimentales.



Dalton y las bases de la Teoría Atómica

La Teoría Atómica fue formulada por John Dalton en 1803 y con ella pudo explicar el comportamiento físico de los gases y las leyes que regían las reacciones químicas. Más adelante consideraremos estas leyes con detalle.

El átomo, según Dalton, era indivisible e indestructible. Toda sustancia estaba formada por átomos. Las sustancias simples estaban constituidas por átomos iguales en tamaño y masa. Las sustancias compuestas estaban constituidas por "átomos", formados por átomos de los distintos elementos en una relación de números sencillos. Así, por ejemplo, el monóxido de carbono está formado por carbono y oxígeno, en una relación de un átomo del primer elemento por cada átomo del segundo; entonces un "átomo" de monóxido de carbono, según Dalton, sería diatómico (formado por dos átomos).

Dalton representaba a los átomos como partículas esféricas repletas de masa y de tamaño variable, dependiendo del elemento al que perteneciesen, pero indivisibles, indestructibles y, por tanto, eternos. Aproximadamente un siglo después, se encontraría que el átomo no es indivisible y que todos los átomos de un mismo elemento no tienen la misma masa y, por ende, no son iguales.

Un poquito de historia: John Dalton

John Dalton se dedicó a la investigación y la enseñanza en física y química. Se desempeñó como profesor de la Universidad de Manchester. Desarrolló la Teoría Atómica de la Materia revolucionando buena parte del pensamiento científico de la época.

Dalton y su hermano no podían ver los colores primarios apropiadamente, y es por ello que uno de sus estudios se basó en la búsqueda de las razones de esta dolencia, estando entre los primeros en proponer teorías al respecto. Esa es la razón por la cual a las personas que sufren de esta enfermedad se les llama daltónicos.



John Dalton,
científico inglés (1766-1844).

El 13 y 14 de octubre de 2003, en Manchester (Inglaterra), se celebró el bicentenario de la publicación de la Teoría Atómica de John Dalton. A este evento acudieron diversas celebridades entre quienes destacaron Sir Harry Kroto (Premio Nobel) y Diego Forlan (Equipo de fútbol Manchester United), los cuales presentaron la similitud de un balón con una molécula C_{60} , ésta última descubierta por Sir Kroto y R. Curl.



Los primeros cambios a la Teoría Atómica de Dalton: átomos y moléculas

Al comprobar que el comportamiento de sustancias en estado gaseoso, como el hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, se explicaba mejor asumiendo unidades formadas por parejas de átomos (H_2 , O_2 , N_2), el químico italiano Amadeo Avogadro, en época de Dalton, sugirió el término "molécula" (pequeñas masas) para la partícula más pequeña que permitiese justificar las propiedades de una sustancia. Las sustancias (simples o compuestas) están formadas por moléculas y éstas por átomos. Cuando dos sustancias reaccionan, sus moléculas se escinden y los átomos se recombinan, de manera de formar moléculas diferentes que correspondan, por lo menos, a una nueva sustancia.

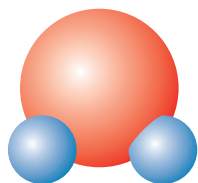


Volúmenes iguales de gas, en las mismas condiciones de temperatura y presión, contienen el mismo número de moléculas. Amadeo Avogadro, químico italiano (1776-1856).

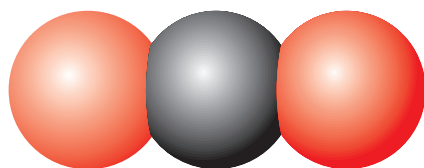


En las tiras cómicas de Supermán, se utiliza el nombre de Kriptón como el planeta donde nació este superhéroe y quedó destruido por un cataclismo. Los trozos de piedra, de color verde, de este planeta logran disminuir sus poderes. El kriptón es un gas que se utiliza en la fabricación de bombillos especiales que dan una iluminación muy poderosa.

16



Molécula de agua
 H_2O



Molécula de dióxido de carbono
 CO_2

Las figuras corresponden a una de las diversas formas de representar moléculas. Las moléculas de agua y dióxido de carbono son planas. La de agua es angular mientras que la segunda es lineal. Ambas son triatómicas pues están formadas por tres átomos. Los átomos de carbono y oxígeno tienen tamaños muy parecidos. Los de hidrógeno son menores. El butano, gas combustible, está formado por moléculas más complejas. No son lineales ni planas.



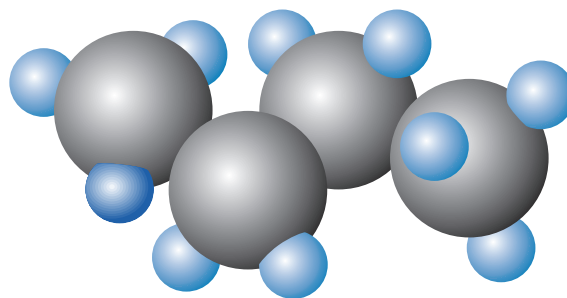
Átomo de oxígeno



Átomo de carbono



Átomo de hidrógeno



Molécula de butano
 C_4H_{10}

¿Sabías que...?

Los gases monoatómicos fueron descubiertos años después de Dalton y por su poca reactividad han sido conocidos como gases inertes o nobles: helio (He), neón (Ne), argón (Ar), kriptón (Kr), xenón (Xe) y radón (Rn). Se los llama monoatómicos porque su comportamiento (propiedades) se explica mejor asumiendo que sus moléculas están formadas por un solo átomo. El primero de ellos, el helio, es el que se emplea para inflar las bombas que se elevan en el aire; los otros cuatro son utilizados para la fabricación de diversos tipos de iluminación.