

# Identificación de cambios químicos y el lenguaje de la química



**Fig. 3.1.** El ácido sulfúrico es la sustancia que se produce en mayor cantidad en la industria química, reacciona con la materia orgánica y la oxida. Al papel y a la madera que aparecen aquí, les escurrió una gotita de este material.

## Manifestaciones y representación de reacciones químicas (ecuación química)

Olivia se llevó una sorpresa desagradable en el laboratorio por no hacer caso a las normas de seguridad que ya conocía. En el trabajo del día tuvo que adicionar ácido sulfúrico,  $H_2SO_4$  a su experimento, y, en un descuido, derramó un poco del líquido en su pantalón.

Como se lo habían advertido, este ácido reacciona químicamente con muchas sustancias (fig. 3.1). Si cae en la piel y esta no se enjuaga rápido con agua fría, deshidrata el tejido hasta producir una grave quemadura. La ropa no se libró del efecto del ácido pese a enjuagarla, pues la tela lo absorbió y al lavarla quedó una abertura que le recordó a Olivia la importancia de vestir una bata cerrada durante su trabajo en el laboratorio.

- ♦ ¿Cómo identificarían si un fenómeno es un cambio físico o químico?
- ♦ Si ya identifican algunos cambios químicos, ¿podrían enunciar qué tienen en común?
- ♦ ¿Cómo esquematizarían y representarían cambios químicos con el lenguaje de la química que ya conocen?

## El cambio químico

En la imagen con la que comienza este bloque se observa un ambiente apacible en el que no parece haber ninguna alteración. Con seguridad imaginaron que en un laboratorio y en una fábrica se realizan procesos de transformación de la materia, pues uno de los propósitos de ese tipo de instalaciones es precisamente controlar y analizar las condiciones en las que podemos sacar provecho de reacciones químicas.

También hay cambios evidentes en la Naturaleza, como la erupción de un volcán, con gran liberación de energía; si la lava llega a lagos o ríos, en el agua suceden reacciones que modifican su composición, los gases liberados a la atmósfera también cambian sus características, de esta forma se transforma el ambiente alrededor del volcán.

Pero si pensaron que en un paisaje en aparente calma no ocurren cambios químicos o suceden en una proporción menor que en la erupción volcánica, recuerden que la Naturaleza está en continua transformación en nuestro planeta. Presenta múltiples cambios físicos y químicos, muchas de esas manifestaciones no son siquiera notorias, pero la formación de nuevos materiales se va desarrollando poco a poco.

### Actividad

**En parejas recuerden fenómenos naturales o situaciones de la vida cotidiana en los que se presenten transformaciones químicas.**

- ♦ Hagan una lista, compárenla y complétenla con las de otras parejas. Pidan a su profesor que la comente para verificar su información.

## Las reacciones químicas en la vida cotidiana y en la historia

La combustión, la oxidación de los metales, la digestión, la respiración celular, la fotosíntesis, la descomposición de los alimentos y la formación del hule y otras resinas vegetales, son ejemplos de cambios químicos que se generan en la Naturaleza. Si a estos les añadimos transformaciones hechas por el ser humano, como la recuperación de los metales a partir de sus minerales, la fabricación de plásticos y la síntesis de medicamentos, colorantes y otros productos, podrán darse cuenta de que el análisis de las reacciones químicas nos presenta un panorama diverso (fig. 3.2).



**Fig. 3.2.** La producción industrial de colorantes sintéticos, es decir, producidos por cambios químicos, fue de los primeros procesos industrializados e influyó en otras industrias, como la farmacéutica y la petroquímica.

Mucho antes del desarrollo de la química como ciencia, las reacciones químicas ya influían de manera muy importante en la historia del ser humano. Piensen en el gran salto que representó para la humanidad aprender a manejar el fuego, distinguir materiales combustibles, quemarlos a un ritmo controlado y apagarlos. Con este conocimiento empírico el ser humano pudo defenderse mejor, calentarse, cocinar sus alimentos y manipular y transformar otros materiales con fines específicos, como la fabricación de herramientas.

Aun sin poder explicarlos, muchos cambios químicos fueron aprovechados por las civilizaciones antiguas, entre ellos la fermentación con microbios, la elaboración de jabones, el curtido de pieles, el manejo de resinas y hules naturales y el uso de colorantes vegetales, animales y minerales. Esos procesos se integraron a partir de técnicas que los artesanos aprendían mediante la observación de fenómenos, por prueba y error, y por supuesto, por la enseñanza de sus ancestros, quienes también habían acumulado experiencia.

Aunque en la Edad Media y en el inicio del Renacimiento los alquimistas poseían un vasto conocimiento sobre los cambios químicos, fue hasta fines del siglo XVIII cuando el estudio de las reacciones adquirió un carácter científico, sistemático, organizado y con un lenguaje común que poco a poco se fue generalizando.

Este cúmulo de conocimientos que surgió durante el siglo XIX tuvo como consecuencia el desarrollo de las primeras industrias y fábricas de gran escala, como parte del proceso que llamamos la Revolución industrial, que transformó los modos de producción, las relaciones laborales, la economía de las sociedades y generó la solución de muchas necesidades, pero también provocó problemas de contaminación y sobreexplotación de la Naturaleza, que hoy día siguen estando entre los principales retos que la humanidad tiene que resolver.

### ¡Eureka!

En 1856, W. H. Perking, un estudiante inglés de dieciocho años, mientras trabajaba con un compuesto llamado *anilina*, para tratar de obtener otro de nombre *quinina*, obtuvo un líquido púrpura pegajoso difícil de analizar, que al tratarlo con alcohol generó un hermoso colorante violeta azulado útil para teñir la seda. Este colorante que llamaron “malva”, fue de los primeros materiales que se produjeron industrialmente, llegó a convertirse en un producto de moda por más de una década, y alcanzó un alto precio, similar al del platino.

### Actividad

Muchos productos generados por cambios químicos han sido importantes en la historia: tinta, pólvora, papel, hule, jabón, perfumes, colorante de la grana cochinilla, aspirina, chapopote, queso.

**En equipos de tres integrantes seleccionen algún producto de los mencionados e investiguen datos sobre su descubrimiento y su uso en diferentes épocas de la historia.**

- ♦ En una cuarta parte de cartulina incluyan la información que recopilaron, así como fotografías o dibujos que la ilustren y las fuentes de información que consultaron, y expónganla ante el grupo.

## Actividad experimental Cambios químicos

**Propósito:** Identificar las causas de cambios químicos.

### Material

- ◆ 2 vasos de 250 ml
- ◆ Probeta de 50 ml
- ◆ Cápsula de porcelana o recipiente resistente al calor
- ◆ Soporte universal con anillo de hierro
- ◆ Matraz de bola
- ◆ Tubo de vidrio de 40 cm en un tapón monohoradado (con un solo orificio)
- ◆ Agua con colorante
- ◆ Fibra de acero para lavar trastes
- ◆ Algodón
- ◆ Azúcar de mesa o sacarosa ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ )
- ◆ Ácido sulfúrico concentrado ( $H_2SO_4$ )
- ◆ Permanganato de potasio ( $KMnO_4$ )
- ◆ Glicerina ( $C_3H_6O_3$ )
- ◆ Ácido clorhídrico concentrado (HCl)

### Desarrollo

Revisen las actividades que realizarán, consulten con su profesor las dudas que tengan y pídanle que les indique dónde conseguir los materiales.

#### Experimento 1:

Para hacer el primer experimento deben estar en un lugar bien ventilado.

- ◆ Coloquen el azúcar en un vaso hasta llenar la mitad. Con la probeta midan 20 ml de ácido sulfúrico, con cuidado para que no se derrame ni lo toquen, añádanlo al azúcar y dejen reposar la mezcla. Observen lo que ocurre.

#### Experimento 2:

- ◆ Coloquen una porción de algodón en la cápsula de porcelana y espolvoréenlo con un poco de permanganato de potasio. Luego, agreguen dos gotas de glicerina sobre el permanganato y observen lo que sucede después de unos segundos.

#### Experimento 3:

- ◆ Coloquen la fibra de acero en un vaso y añádanle un poco de ácido clorhídrico hasta que se impregne bien. Observen y enjuáguela con agua.
- ◆ Introduzcan la fibra en el matraz de bola. Tapan el matraz con el tapón monohoradado que ya tenga al tubo de vidrio y monten el sistema (fig. 3.3).
- ◆ Observen lo que ocurre después de varios minutos y dejen el sistema montado para que lo revisen al día siguiente.

Tu profesor neutralizará los ácidos con bicarbonato de sodio. El algodón con restos de  $KMnO_4$  debe tratarse con HCl concentrado y  $Na_2S$  por varias horas y luego neutralizarse con NaOH diluido. Se filtra y recupera el sólido, que se guarda hasta acumular una gran cantidad y entonces debe enterrarse.

### Conclusiones

En equipo discutan estas preguntas con base en lo observado, coméntenlas en grupo con la asesoría del profesor y anoten sus conclusiones en su cuaderno.

- ◆ ¿Qué diferencias hay en los materiales antes y después de las reacciones?
- ◆ Para el azúcar con ácido sulfúrico, ¿a qué se parece el producto que queda en el vaso? ¿Se generara algún producto más? ¿Dónde quedaron el azúcar y el ácido sulfúrico?
- ◆ En el caso del permanganato de potasio con la glicerina, ¿qué hubiera pasado si no hubieran colocado algodón? Si es posible háganlo y comparen los resultados.
- ◆ ¿Cómo se veía la fibra antes y después del tratamiento con el ácido? ¿Y tras un día dentro del matraz? ¿Por qué presenta esos cambios?
- ◆ ¿Qué permitió que el líquido ascendiera por el tubo?
- ◆ En los tres casos se trata de cambios químicos que ocurren espontáneamente, es decir, no tuvieron ninguna fuente de energía externa. Por el contrario, son cambios exotérmicos, esto significa que liberan energía. ¿En qué hechos se puede comprobar esta afirmación?



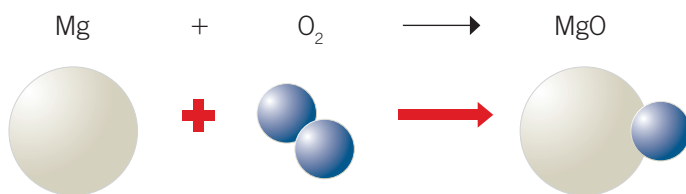
**Fig. 3.3.** Asegúrense de que el tapón quede bien colocado para que el sistema no tenga fugas. Si no cuentan con matraz, pueden cambiarlo por una botella de plástico rígido.

## Reacciones y ecuaciones químicas

Para que un fenómeno sea considerado un cambio químico, las sustancias deben transformarse durante el proceso en materiales que no había al principio, con propiedades diferentes, pero que están formados por los mismos átomos de los elementos que constituían a los materiales originales (fig. 3.4).

Así como las sustancias se representan por medio de fórmulas, con los símbolos de los elementos y las proporciones en que se unen, en el lenguaje químico las reacciones también se representan en las **ecuaciones químicas**. En estas identificamos los materiales iniciales, los **reactivos**, y aquellos que se forman tras el cambio, los **productos**. También se deben indicar las proporciones en las que estas sustancias participan en la reacción para que se respete la ley de conservación de la masa.

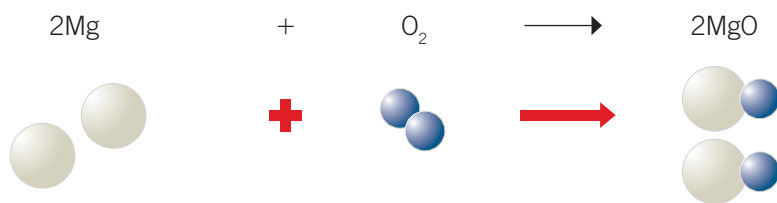
Para conocer las ecuaciones químicas, describamos un cambio químico sencillo del que ya hablamos. Cuando se calienta, el magnesio metálico (Mg) reacciona con oxígeno del aire ( $O_2$ ), libera una luz blanca potente y se transforma en un polvo blanco que es óxido de magnesio (MgO). Así escribimos la ecuación de este proceso y lo representamos mediante un modelo de esferas como este:



En este caso, Mg y  $O_2$  son los reactivos, mientras que el MgO es el producto. Para unir a los reactivos usamos el signo +, que también aparece entre los productos cuando hay más de uno. La flecha  $\longrightarrow$  se coloca entre los reactivos y los productos y representa la transformación.

Si revisamos la ecuación de arriba, tanto en los símbolos como en las bolitas que representan a los átomos, veremos que tiene un error, pues no cumple con la ley de conservación de la masa. En esa representación no se indica dónde quedó un átomo de oxígeno que no puede desaparecer, pero tampoco podemos meterlo en la molécula del óxido de magnesio, pues, por las valencias de sus elementos, la fórmula tiene que ser MgO.

Este es un problema sencillo de resolver pues solo hay que cambiar la cantidad de partículas de algunas sustancias. Observen la reacción escrita con **coeficientes**, los números grandes que indican cuántas partículas de cada sustancia intervendrán como mínimo en el proceso:



Ahora, con esta cantidad de partículas ya no aparece ni desaparece ningún átomo, solo cambian de compañía. A esta operación que acabamos de hacer le llamamos "balancear o hacer un balanceo", es decir, ajustar la cantidad de reactivos y productos en una reacción, al adicionar coeficientes, para equilibrar la masa antes y después del cambio. Cuando solo participa una molécula de un reactivo no se escribe el número 1.



**Fig. 3.4.** Las cenizas que quedan de las fogatas no están hechas de los mismos compuestos que la madera original, pero sí tienen átomos que estaban en ella.

### Temas de relevancia social

#### Educación sexual

La mayoría de los cambios en los seres vivos son producto de reacciones químicas. Por ejemplo, las diferencias físicas y de comportamiento que se generan entre hombres y mujeres durante la adolescencia, son el resultado de las acciones de las hormonas sexuales.





**Fig. 3.5.** Si se sospecha que una obra es falsificada, puede autenticarse por medio de la identificación de los pigmentos que empleaba el pintor. En este caso se trata de la obra *Paseo con sombrilla*, de Claude Monet.



**Fig. 3.6.** No muevan el papel filtro mientras está en el embudo, para que no se rompa y pierdan parte del sólido.

## Actividad experimental Fabricemos pinturas

**Propósito:** Generar pigmentos minerales por medio de reacciones de precipitación y fabricar con ellos mezclas similares a las pinturas de óleo (fig. 3.5).

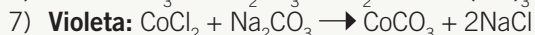
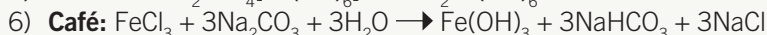
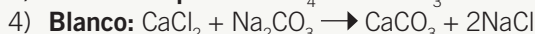
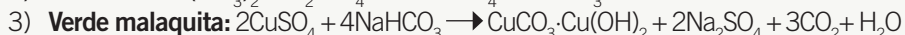
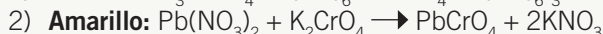
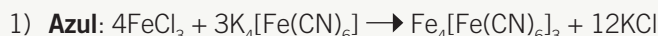
### Material

Pidan a su profesor que les oriente para conseguir los materiales necesarios.

- ◆ Vasos de precipitados de 50 ml, embudo y papel filtro
- ◆ Pipeta de 10 ml
- ◆ Balanza granataria
- ◆ Mortero con mano o recipiente para moler y espátula
- ◆ Vidrio de reloj o plato de vidrio
- ◆ Etiquetas
- ◆ Reactivos: sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4$ ), cloruro de hierro (III) ( $\text{FeCl}_3$ ), cromato de potasio ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ), nitrato de plomo (II) ( $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ), carbonato de sodio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ), cloruro de cobalto (II) ( $\text{CoCl}_2$ ), cloruro de calcio ( $\text{CaCl}_2$ ), ferrocianuro de potasio ( $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ) y aceite de linaza.

### Desarrollo

- ◆ Con ayuda del profesor, repartan entre los equipos las reacciones que harán. Tengan en cuenta que cada pigmento se obtiene por la reacción de dos de las sustancias disueltas en agua.
- ◆ Identifiquen cada reactivo antes de continuar y etiqueten los vasos en los que harán las reacciones.
- ◆ Tomen 0.5 g de cada reactivo y disuélvanlos por separado en 10 ml de agua.
- ◆ Para cada reacción reúnan en un solo vaso las dos disoluciones como se indica:



- ◆ Filtrén el producto de la reacción como se ve en la figura 3.6 y dejen secar el compuesto colorido hasta la siguiente sesión.
- ◆ Ya seco, ráspelo con una espátula, pásenlo al mortero y muélanlo para tener un polvo muy fino. En un vidrio de reloj revuelvan un poco del polvo con gotas de aceite de linaza para formar una mezcla parecida al óleo, con la que pueden pintar sobre un pequeño lienzo o sobre un poco de papel filtro.

Los sólidos obtenidos deben guardarse en frascos y etiquetarse con su nombre, pues son tóxicos y no es correcto liberarlos al ambiente. El resto pueden lavarse con agua y jabón.

### Conclusiones

Describan detalladamente sus observaciones en sus bitácoras y comenten los resultados del equipo con el resto del grupo para que obtengan conclusiones generales. Luego, respondan en su cuaderno:

- ◆ ¿Los cambios observados son físicos o químicos?
- ◆ ¿Qué tienen en común todas las reacciones y en qué son diferentes?
- ◆ ¿Por qué es importante que los productos se sequen bien antes de mezclarlos con el aceite de linaza?
- ◆ Observen las ecuaciones de las reacciones: ¿cuáles son reactivos y cuáles productos? ¿Cumplen la ley de conservación de la masa? ¿Por qué?

## Más símbolos en las ecuaciones químicas

La información que puede darnos una ecuación química resulta muy importante para la actividad de los profesionistas de esta ciencia, pues para cualquier aplicación es importante visualizar qué productos se obtendrán y las proporciones en que se deberá reunir a los reactivos.

Más aún, en la ecuación podemos indicar otras condiciones que tendrán que cumplirse para que el proceso sea exitoso.

Por ejemplo, en las reacciones de la práctica anterior, es conveniente indicar que los reactivos deben estar disueltos en agua, pues en la mayoría de los casos, si solo juntamos las dos sustancias en sólido, la reacción no ocurre (fig. 3.7).

Además de los símbolos y fórmulas de elementos y compuestos, los signos de suma y flecha y los coeficientes del balanceo, que ya empleamos, en las ecuaciones pueden aparecer símbolos como estos:

- ♦ (s), (l), (g). Escritos al lado de un reactivo o producto indican su estado de agregación, sólido, líquido o gaseoso.
- ♦ (ac). Acuoso, es decir, la sustancia está disuelta en agua.
- ♦ (conc.), (dil.). El reactivo viene disuelto y está concentrado o diluido.
- ♦  $\uparrow$  El producto se libera como gas.
- ♦  $\downarrow$  El producto es un precipitado, es decir, aparece como sólido cuando los reactivos estaban disueltos, como en las reacciones que realizamos en la práctica anterior.
- ♦  $\Delta$  Escrito abajo de la flecha indica que la reacción se debe calentar.
- ♦ Otras condiciones de reacción también pueden especificarse arriba o debajo de la flecha, por ejemplo el uso de catalizadores, sustancias que se añaden a una reacción para acelerarla o regularla, pero que en el proceso no se transforman las temperaturas específicas para hacer la reacción, la necesidad de aplicar luz o electricidad.

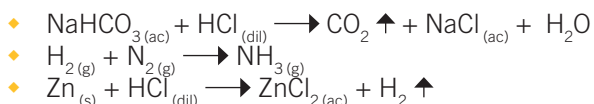
### Actividad

En parejas, identifiquen todos los símbolos de las ecuaciones de abajo. Analicen si están balanceadas.

- ♦ Respondan: ¿cuáles son cada uno de los reactivos y productos y qué ocurrió en cada caso?

Dibujen las moléculas o átomos que participan en cada reacción.

- ♦ Complementen lo que hace falta para que se cumpla la ley de la conservación de la masa. Escriban los coeficientes necesarios.



El estudio y análisis de las reacciones químicas también requiere de clasificaciones para analizar y comprender la gran variedad de cambios que hay. Existen diferentes criterios para agruparlas de acuerdo con sus similitudes, que iremos estudiando en los contenidos siguientes.



Fig. 3.7. En algunos medicamentos las pastillas contienen mezclas de sustancias que solo reaccionan al ponerlas en agua y quedan listas para hacer efecto al tomarlas.

### Espacio tecnológico

En Internet encontrarán animaciones y videos que explican y ejemplifican diversas reacciones químicas. Pueden explorar estas direcciones:

- ♦ [fisicayquimicaenflash.es/eso/3eso/calculos/calculos01.html](http://fisicayquimicaenflash.es/eso/3eso/calculos/calculos01.html) (Fecha de consulta: 20 de mayo de 2016).
- ♦ [www.lamanzanadenewton.com/materiales/aplicaciones/lrq/lrq\\_index.html](http://www.lamanzanadenewton.com/materiales/aplicaciones/lrq/lrq_index.html) (Fecha de consulta: 20 de mayo de 2016).

También está este libro en la **Biblioteca de Aula:** Chamizo, José Antonio. *¿Cómo acercarse a la química?*, SEP-ADN, México, 2002.



## Las reacciones químicas y la energía

Como todos los cambios y fenómenos que ocurren en la Naturaleza, las reacciones químicas también están involucradas con la energía que está presente en todos lados, y normalmente podemos reconocer sus efectos, pero es difícil apreciarla por sí misma.

Las sustancias químicas también están involucradas con la energía. Desde la estructura de los átomos, el hecho de poder mantener a los protones y a los neutrones en el núcleo ya implica un gasto de energía, lo mismo que el movimiento y la permanencia de los electrones alrededor. Del mismo modo, la formación de los enlaces químicos entre átomos involucra una cantidad de energía que puede ser liberada de alguna forma cuando estos se rompen.

Desde el punto de vista energético, podemos hacer una primera clasificación de las reacciones químicas de acuerdo con estos principios:

- ◆ Si la energía contenida en la estructura de los productos es menor que la que tenían los reactivos originales, cuando la reacción ocurra habrá una liberación de energía, que puede presentarse en forma de calor o luz, principalmente. Este tipo de cambios químicos se conocen como **reacciones exotérmicas**.
- ◆ Cuando la energía de los productos es mayor que la contenida en los reactivos, para que la transformación pueda desarrollarse se requerirá que alimentemos el proceso con energía, en ocasiones en forma de calor, en otras como luz o con energía eléctrica. Cuando hace falta energía, llamamos al cambio **reacción endotérmica**.

### Actividad

**En parejas analicen los cambios químicos que ocurren en el ambiente, en la casa, en la industria, en el laboratorio o en los seres vivos.**

- ◆ Anoten algunos ejemplos en su cuaderno y, con la coordinación de su profesor, coméntenlos en grupo y vean si su análisis fue correcto.

### Temas de relevancia social

#### Educación para la paz

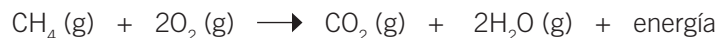
Muchas reacciones exotérmicas se emplean para provocar explosiones en la industria y en la construcción, pero también para fines destructivos. El conocimiento debe estar al servicio de la paz y el bienestar de todos los seres de este planeta.

### Glosario

**hidrocarburo.** Conjunto de compuestos que se obtienen generalmente como derivados del petróleo, que se forman solo con carbono e hidrógeno en diferentes proporciones.

Posiblemente entre los ejemplos de la actividad anterior está la quema de combustibles, uno de los casos más evidentes de reacciones exotérmicas. La combustión es una reacción química que ocurre cuando un material que llamamos combustible reacciona con el oxígeno del aire y se transforma en otras sustancias al liberar energía en forma de calor y luz principalmente.

La mayoría de los combustibles que empleamos son derivados del carbono, como el gas natural, que contiene principalmente metano (CH<sub>4</sub>), el **hidrocarburo** más sencillo (fig. 3.8). En la ecuación de su combustión se acostumbra marcar a la energía como un producto, aunque formalmente no es un material y podríamos no ponerla:



Es probable que sepan que el gas se puede escapar de las tuberías y los tanques y no por estar en contacto con el aire se incendia de inmediato. Lo mismo ocurre con la gasolina o con un trozo de madera, que pueden quemarse pero normalmente no lo hacen de forma espontánea. Para que estas reacciones de combustión ocurran, hace falta una **chispa**, un aumento de temperatura o una combustión previa con las que se inicie el proceso, pero una vez comenzado, la liberación de energía provoca que todo el material se queme.

**Fig. 3.8.** El gas de la estufa puede ser metano, pero también propano o butano, que forman el gas LP o licuado de petróleo. En ambos casos se añaden sustancias con olores fuertes para detectar fugas.

Pueden profundizar la información de esta secuencia con el video que está en su **Videoteca Escolar**.

*El mundo de la química*. Volumen 7. Fuerzas fundamentales. VideoSEP

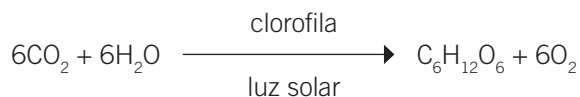
Consulten este libro de la **Biblioteca Escolar**, para complementar la información: López – Tercero, José Antonio et al. *Naturaleza y pensamiento*, SEP-Santillana, México, 2006.

Algo similar ocurrió en el experimento en el que obtuvimos precipitados para hacer pinturas. Si hubiéramos juntado las sustancias sólidas, en la mayoría de los casos los iones de los reactivos no hubieran podido reunirse para formar los productos. Al disolverse en agua, los iones se movilizaron más fácilmente y se pudieron reunir para formar las nuevas sustancias, que precipitaron por ser insolubles en agua.

Muchas reacciones exotérmicas ocurren de manera espontánea, es decir, suceden simplemente cuando los reactivos se encuentran. Recordemos el azúcar que reunieron con ácido sulfúrico en el apartado “Actividad experimental” de la página 158, en un breve lapso comenzó el proceso, que no se detuvo hasta que todo el azúcar se carbonizó. En otros casos es difícil apreciar la liberación de energía, pues esta ocurre poco a poco. Por ejemplo, cuando una reja de hierro se oxida hay una liberación muy lenta y pequeña de calor o energía que no es fácil medir o distinguir.

Como ejemplos comunes de reacciones endotérmicas podemos mencionar los cambios que ocurren en la comida cuando la cocinamos, como la cocción de un huevo o el tostado al gratinar queso en un platillo, pero en la Naturaleza hay muchos ejemplos más.

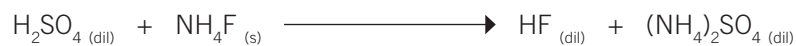
En la fotosíntesis, por ejemplo, para que la planta pueda reunir al dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) del aire con el agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) que absorbe por las raíces, y transformarlos en glucosa ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) y oxígeno ( $\text{O}_2$ ), se requiere de una gran cantidad de energía, que proviene de la luz del Sol. Luego, en un complejo proceso, las hojas, gracias al pigmento llamado clorofila, absorben la luz solar de cierta frecuencia. Esta misma energía queda almacenada en la glucosa, que es la fuente de energía para todos los cambios de los seres vivos. Recordemos la reacción de la fotosíntesis:



### Actividad

En parejas, lean la situación y respondan en su cuaderno.

Las reacciones endotérmicas no suelen ocurrir de forma espontánea. Sin embargo, hay algunas que no necesitan mucha energía, les basta absorberla del ambiente. Por ejemplo, para fabricar el vidrio esmerilado de apariencia rugosa y opaca (fig. 3.9), se emplea una sustancia que lo puede degradar, el ácido fluorhídrico (HF), que se genera con esta reacción:



Esta reacción puede hacerse al reunir el ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), fluoruro de amonio ( $\text{NH}_4\text{F}$ ) y un sólido insoluble en agua, el sulfato de bario ( $\text{BaSO}_4$ ), que ayuda a que se forme una pasta húmeda que al ponerla sobre el vidrio lo va raspando químicamente. Cuando los materiales se reúnen y se agitan para formar la mezcla, el recipiente se pone muy frío e incluso se genera una capa de agua a su alrededor proveniente de la humedad del aire.

- ♦ En la reacción presentada, ¿cuáles son los reactivos y cuáles los productos?
- ♦ ¿Cumple la ecuación así presentada con la ley de conservación de la masa? Si no lo hace, ¿qué modificación se le podría hacer?
- ♦ ¿En qué estado o condición se encuentran los reactivos y productos?
- ♦ ¿En qué se puede notar que ese cambio químico es endotérmico?

Comparen en grupo sus respuestas y lleguen a conclusiones.



**Fig. 3.9.** El ácido fluorhídrico y sus derivados corren el vidrio, los metales y muchos plásticos, por lo que hasta hace algunos años se guardaban en recipientes de un material que sí los resiste: la cera.





**Fig. 3.10.** En la descomposición de los alimentos, además de la reacción con el oxígeno del aire, ocurren muchas reacciones provocadas por microorganismos como bacterias y hongos.

Las reacciones químicas producen diversas manifestaciones. Ya hemos comentado y presentado ejemplos de cambios que emiten luz o calor, que liberan gases al hacer efervescencia, que producen cambios de color o que generan precipitados al tener como productos sustancias insolubles. Hay reacciones que ocurren de forma natural (fig. 3.10) y otras que han sido descubiertas por los investigadores y que hoy se aprovechan en diversas aplicaciones tecnológicas. En los contenidos de los bloques siguientes se ejemplificarán muchas más y se mostrarán otras clasificaciones de los cambios químicos.

Para manejar y aprovechar lo que ocurre durante las reacciones químicas se deben analizar diversos factores en cada caso, como la presentación de los reactivos, sus concentraciones, la temperatura, la presión, la agitación, la presencia o ausencia de aire y muchos más. Algunos de estos factores pueden modificar de manera notoria los resultados obtenidos; uno de los aspectos que pueden alterarse es la velocidad a la que ocurren los cambios químicos.

### Actividad experimental Factores que afectan la velocidad de reacción

**Propósito:** Identificar factores que pueden alterar la velocidad a la que ocurren las reacciones químicas.

#### Material

- ◆ 6 tubos de ensayo
- ◆ Gradilla
- ◆ 2 vasos de 400 ml
- ◆ 2 vasos de 250 ml
- ◆ Mechero, cerillos, tripié y rejilla con asbesto o sistema para calentar
- ◆ Mortero con mano o sistema para machacar
- ◆ Termómetro
- ◆ Probeta de 100 ml
- ◆ Cronómetro
- ◆ Pipeta de 5 ml
- ◆ Balanza
- ◆ Metales en polvo (Fe, Al, Mg, Zn)
- ◆ 15 ml de ácido clorhídrico diluido 1:1 (7.5 ml de HCl y 7.5 ml de agua) y 5 ml diluido 1:4 (1ml de HCl y 4 ml de agua)
- ◆ 5 pastillas de alguna medicina efervescente
- ◆ Hielos y agua

#### Desarrollo

Pidan ayuda a su profesor para realizar estas actividades y háganlas con mucho cuidado.

##### a) Variación de reactivos

- ◆ Preparen cuatro tubos de ensayo, numérenlos y coloquen en cada uno lo que se indica:
  - ◆ Tubo 1: 0.3 g de Al en polvo
  - ◆ Tubo 2: 0.3 g de Fe en polvo
  - ◆ Tubo 3: 0.3 g de Zn en polvo
  - ◆ Tubo 4: 0.3 g de Mg en polvo
- ◆ El profesor les entregará una disolución de ácido clorhídrico 1:1.
- ◆ Agreguen con mucho cuidado a cada tubo 2 ml de la disolución del ácido y anoten lo que ocurre en cada caso.
- ◆ Con cuidado, toquen el exterior de cada uno de los tubos (fig. 3.11).

##### b) Variación de la concentración

- ◆ En dos tubos limpios añadan 0.3 g de Mg.
- ◆ Añadan al primero, como en el caso anterior, 2 ml de HCl (1:1).
- ◆ Al segundo añádanle también 2 ml del mismo ácido, pero diluido (1:4).
- ◆ Anoten lo que ocurrió en cada caso.



**Fig. 3.11.** Realicen las reacciones entre metales y ácidos con los tubos colocados en la gradilla, pues si hacen fuerte efervescencia podrían derramarse y no es conveniente que el líquido toque su piel.

### c) Variación de la superficie de contacto (fig. 3.12)

- ◆ Machaquen una pastilla efervescente y vacíen el polvo completo en un vaso de 400 ml.
- ◆ En otro vaso igual pongan una pastilla entera.
- ◆ En cada vaso de 250 ml coloquen 200 ml de agua, mézclenlos con la probeta y después vean cuál es la temperatura.
- ◆ Al mismo tiempo añadan a los dos vasos de 400 ml, los 200 ml de agua y midan el tiempo que tarda la reacción hasta que se disuelven ambas pastillas.

### d) Variación de la temperatura

- ◆ Coloquen una pastilla efervescente entera en un vaso de 400 ml.
- ◆ Añadan 200 ml de agua enfriada previamente con hielo, a la que le hayan medido la temperatura y cronometren el tiempo de reacción.
- ◆ Repitan la operación con agua tibia, alrededor de 50 °C, y con agua hirviendo.

El ácido deberá ser neutralizado con bicarbonato de sodio antes de desecharlo por el desagüe y los metales deberán lavarse con abundante agua antes de guardarlos.

### Conclusiones

En una tabla registren los resultados de cada experimento para compararlos fácilmente. Analicen las preguntas y respondan en su cuaderno. Luego, comparen sus respuestas con el resto del grupo y, con la asesoría de su profesor, obtengan conclusiones generales:

- ◆ ¿Reaccionan igual todos los metales con el ácido clorhídrico?
- ◆ ¿Cómo afecta la concentración del ácido a la oxidación del magnesio?
- ◆ En los cuatro casos de los metales, se desprende hidrógeno y se forma el cloruro del metal. Busquen en la tabla periódica los números de oxidación de cada metal y anoten las reacciones balanceadas. Para el caso del hierro hay dos posibilidades, así que planteen ambas reacciones.
- ◆ Las pastillas efervescentes contienen bicarbonato de sodio y algún ácido; cuando reaccionan, se libera  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  y una sal de sodio. Si los reactivos ya están juntos en la pastilla, ¿por qué no reaccionan hasta ponerlos en agua?
- ◆ ¿Qué pastilla tiene una efervescencia más rápida, la entera o la machacada? Pidan a su profesor que les ayude a explicar por qué sucede esto.
- ◆ ¿Cómo afecta la temperatura a la velocidad de la reacción?
- ◆ En una hoja cuadrículada, grafiquen el tiempo de reacción contra la temperatura, con los datos de todas las **pastillas completas**, tanto del inciso **c)** como del **d)**.
- ◆ Observen su gráfica, ¿presenta alguna regularidad la variación de los resultados?



Fig. 3.12. El primer paso para procesar minerales y transformarlos en metales consiste en triturarlos lo más posible, pues el cambio químico es más efectivo que si se tratan las piedras grandes.



Fig. 3.13. Para poder presentar las reacciones ante su público, deben recordar todas las precauciones necesarias para evitar accidentes.

## Compartamos lo aprendido

Organicen un espectáculo en el que muestren y expliquen, con ayuda de carteles, las reacciones más atractivas que hemos trabajado. Se darán cuenta de la sorpresa que éstas demostraciones causan en niños y adultos. Pueden presentar otras reacciones que conozca su profesor.

Expliquen las diferencias entre un cambio físico y uno químico y las características de una reacción química. Cada equipo presente una reacción (fig. 3.13).

Con base en la sección “A evaluar” realicen una coevaluación de este contenido.