

# 1

# Identificación de cambios químicos y el lenguaje de la química

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

### Inicio

#### Aprendizajes esperados

##### El alumno:

- Describe algunas manifestaciones de cambios químicos sencillos (efervescencia, emisión de luz o calor, precipitación, cambio de color).
- Identifica las propiedades de los reactivos y los productos en una reacción química.
- Representa el cambio químico mediante una ecuación e interpreta la información que contiene.
- Verifica la correcta expresión de ecuaciones químicas sencillas con base en la Ley de conservación de la masa.
- Identifica que en una reacción química se absorbe o se desprende energía en forma de calor.



**Figura 3.1.** Algunos botiquines de primeros auxilios contienen unas bolsas de plástico para preparar compresas instantáneas. Con estas se tratan lesiones (ocasionadas al practicar algún deporte) que requieren la aplicación de calor o frío.

*Durante un partido de basquetbol, Enrique saltó y, al tocar el piso, sintió un dolor en el tobillo, por lo que solicitó al entrenador salir del partido. Una vez en la banca, el entrenador sacó un dispositivo del botiquín de primeros auxilios. El dispositivo estaba a temperatura ambiente; el entrenador lo oprimió y lo colocó en el tobillo de Enrique, quien se sorprendió porque estaba frío (fig. 3.1).*

- ¿Para qué colocaron el dispositivo frío en el tobillo de Enrique?
- ¿Qué otros tratamientos de primeros auxilios conoces para el tipo de lesión que se menciona en el texto?
- ¿Cómo explicas el cambio de temperatura del dispositivo?

### Desarrollo

#### Cambios físicos y químicos

Las personas y vehículos en movimiento, las variaciones del clima, la digestión, las plantas en crecimiento y la corrosión de los metales son ejemplos de los cambios o fenómenos que ocurren a nuestro alrededor. Muchos son objeto de estudio de la ciencia con el propósito de encontrar sus causas y regularidades. La comunidad científica los clasifica como cambios físicos y químicos (fig. 3.2).

Cuando ocurre un **cambio físico**, las sustancias no se transforman en otras distintas, sino que mantienen su identidad. Por ejemplo, el movimiento de un balón, el calentamiento del agua y la fragmentación de un pedazo de papel.

Los cambios de estado de agregación de las sustancias, como la evaporación y la solidificación, son físicos. Durante estos procesos la sustancia líquida se transforma en gas o en sólido pero sigue siendo la misma.



**Figura 3.2.** A diario somos testigos de diversos cambios físicos y químicos.

Los **cambios químicos** son procesos en los que se forman nuevas sustancias a partir de otras. Al final del proceso hay por lo menos una sustancia distinta de las originales. Por ejemplo, al arder un cerillo en presencia de oxígeno se produce una flama y se obtienen cenizas y gases (agua y dióxido de carbono), que son diferentes de los componentes del cerillo original.

En el lenguaje de la química, los cambios químicos se denominan **reacciones químicas**; algunas manifestaciones que pueden indicar que estas han ocurrido son cambios bruscos de temperatura, efervescencia (fig. 3.3), emisión de luz o de calor, cambio en el olor o en el color, y la formación repentina de un sólido insoluble a partir de una disolución (precipitación).

## Con ciencia

**Propósito:** Identificar los tipos de cambios que ocurren en el entorno.

### Materiales:

- 1 frasco pequeño de vidrio (como el de alimentos para bebé)
- 2 cristales de sulfato de cobre (se consigue en la farmacia)
- La tapa de una lata sin el recubrimiento de plástico
- Un pedazo de papa sin cáscara
- 1 aguja de coser o 1 clip
- Pinza de madera
- Frasco con gotero
- 1 vela
- 1 cuchara
- 1 cucharada de vinagre
- 1 cucharadita de disolución de yodo
- 1 pinza (como las usadas para tender ropa)
- Un pedazo de parafina
- 5 cucharadas de leche
- Cascarón de huevo
- $\frac{1}{2}$  limón

### Procedimiento:

- Observa las propiedades de los materiales antes, durante y después de cada experimento y no olvides hacer anotaciones en tu cuaderno.
- Coloca cinco cucharadas de agua en el frasco de vidrio y agrega los cristales de sulfato de cobre. Introduce la aguja o el clip en el líquido.
- Vierte unas gotas de vinagre sobre el cascarón del huevo.
- Coloca un pedazo de parafina sobre la tapa de la lata.
- Toma la tapa con la pinza para ropa y caliéntala sobre la vela. Ten mucho cuidado para no quemarte.
- Añade jugo de limón a la leche.
- Agrega unas gotas de disolución de yodo a la papa.
- Consulta con tu maestro sobre la forma más adecuada de desechar las sustancias.

### Conclusiones:

- Responde en tu cuaderno.
  - ¿En qué casos el material original no se transformó en otro? Explica las razones de tu elección.
  - ¿En qué otros casos el material final es diferente del original? Explica en qué basas tu respuesta.
  - Clasifica los cambios como físicos o químicos.
- Comparte los resultados con tu grupo y, con la orientación de tu profesor, comenta sobre los cambios que te permitieron identificar cómo un material se transformó en otro diferente. Pide al maestro que evalúe la actividad.



**Figura 3.3.** Durante algunas reacciones se producen gases a partir de una disolución y se forman burbujas.

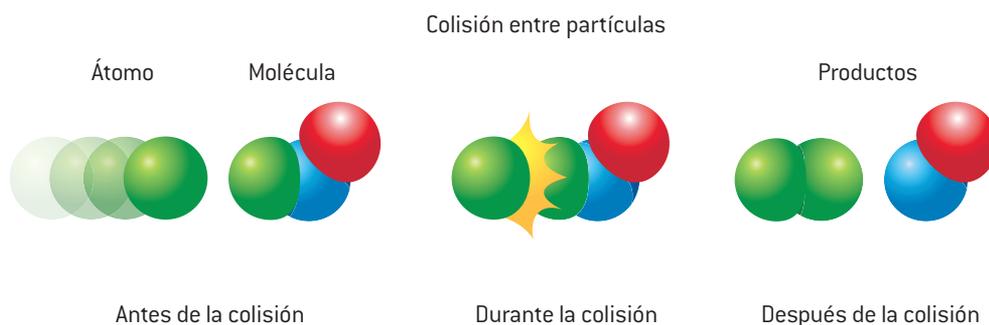
## Reactivos y productos

Durante un cambio químico las sustancias se transforman en otras. A las sustancias iniciales se les llama **reactivos** y las que se obtienen al final del cambio químico (llamado reacción) se denominan **productos**.

Para que se den las reacciones químicas es necesario que los reactivos entren en contacto, es decir, que las moléculas de las sustancias choquen o colisionen; al hacerlo, se rompen los enlaces entre los átomos, separándolos. Después, estos átomos se reacomodan y se unen mediante enlaces nuevos entre ellos, lo cual origina sustancias diferentes: los productos. Este proceso queda ilustrado en la figura 3.4.

Revisemos algunos cambios químicos para identificar las propiedades de los reactivos y los productos.

**Figura 3.4.** Para que ocurra la reacción, las partículas de los reactivos deben chocar en una orientación determinada y la energía debe ser suficiente para que los átomos de los reactivos se separen, se reordenen y se unan para formar sustancias nuevas.



## La combustión

Una reacción química presente en nuestra vida cotidiana es la **combustión**, que nos provee energía para realizar diversas actividades, como calentar agua, cocinar alimentos y mover un vehículo o maquinaria en la industria. Requiere un combustible, es decir, la sustancia que arda; un comburente, que por lo general es el oxígeno, y una fuente de calor para que inicie la reacción (una chispa).

En las reacciones de combustión, los reactivos son el combustible y el oxígeno, que en presencia de una chispa o fuente de calor se transforman en agua y dióxido de carbono (los productos). Entre los combustibles más utilizados en la actualidad se encuentran el carbón, la madera y los derivados del petróleo: la gasolina, el diésel, la turbosina (para los aviones) y el gas doméstico.

Como en otras reacciones químicas, las **características** o propiedades de los reactivos involucrados en la combustión son distintas de las de los productos. Por ejemplo, la madera es un sólido que se obtiene de los árboles, y el oxígeno es un gas imprescindible que forma parte del aire y favorece la combustión. En el caso de los productos, el dióxido de carbono es un gas que inhibe la combustión y también se encuentra en el aire, mientras que el agua tiene propiedades que ya conoces, por lo que puedes apreciar que son diferentes de las de la madera y del oxígeno.

En reacciones de combustión, más que las sustancias que se forman, al ser humano le interesa la energía que se libera y que aprovecha para realizar diversas actividades, como mover un automóvil, calentar los alimentos o el agua, hacer despegar un cohete, regular la temperatura de casas y edificios.

## Conéctate

Si quieres conocer algunos cambios químicos en la vida cotidiana, consulta esta página: [concurso.cnice.mec.es/cnice2005/35\\_las\\_reacciones\\_quimicas/curso/lrq\\_re.html](http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/35_las_reacciones_quimicas/curso/lrq_re.html) [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016].

Sobre bebidas mexicanas fermentadas:

[bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/51/htm/sec\\_9.html](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/51/htm/sec_9.html) [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016].

## La fermentación

Es una reacción de la que se obtienen productos como quesos, pan, vinagre y bebidas alcohólicas fermentadas con la participación de microorganismos como levaduras y bacterias, que lo llevan a cabo para obtener energía mediante la transformación de carbohidratos como la glucosa, el almidón, la fructosa y la lactosa.

La **fermentación láctica** requiere la presencia de bacterias que transforman la lactosa (el azúcar presente en la leche) en ácido láctico. Este proceso es **anaeróbico**, es decir, se realiza en ausencia de oxígeno. El ácido láctico produce la **precipitación** de la caseína, la proteína más abundante en la leche. Así se obtiene la materia prima para elaborar quesos.

La **fermentación alcohólica** es un proceso mediante el cual los microorganismos transforman el azúcar presente en algunas frutas, plantas y cereales; también es anaeróbico. Sus productos principales son dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y alcohol etílico ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ). Así se obtiene el pan (fig. 3.5) y diversas bebidas alcohólicas fermentadas: a partir de las uvas se obtiene el vino; del maguey, el pulque; de la cebada, la cerveza, y del maíz, el pozol.

## Efervescencia

Es probable que alguna vez hayas observado que se forman burbujas al poner un medicamento en agua. Este es un ejemplo de una reacción química en la cual se presenta **efervescencia**, es decir, se desprende un gas con rapidez y se forman burbujas en el líquido.

Algunos medicamentos que reaccionan así contienen bicarbonato de sodio, ácido cítrico o ácido tartárico sólidos, que al contacto con agua liberan dióxido de carbono gaseoso, el responsable de la efervescencia, como se muestra en la figura 3.3. Los reactivos de esta reacción son el bicarbonato de sodio y el ácido cítrico o el tartárico, mientras que los productos son dióxido de carbono gaseoso y agua líquida.

Cabe señalar que no en todos los casos de efervescencia ocurre una reacción química. Por ejemplo, en las bebidas gaseosas existe dióxido de carbono dentro del envase y, al destaparlo, el gas se libera debido a la diferencia de presión dentro del recipiente y la del aire presente en el ambiente.

## Las ecuaciones químicas

Las reacciones químicas se pueden describir con palabras. Por ejemplo: la madera reacciona con el oxígeno en presencia de una chispa y se forman como productos dióxido de carbono y agua. Durante esta reacción se libera energía en forma de luz y calor.

## Glosario

### precipitación.

Formación de un sólido insoluble a partir de una disolución, como consecuencia de una reacción química.



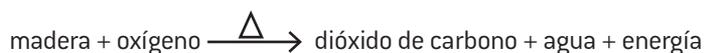
**Figura 3.5.** Durante la elaboración de pan ocurre una fermentación alcohólica por acción de levaduras. El alcohol etílico se evapora durante el proceso de horneado y el gas  $\text{CO}_2$  es el responsable de que el pan se esponje.

## Conéctate

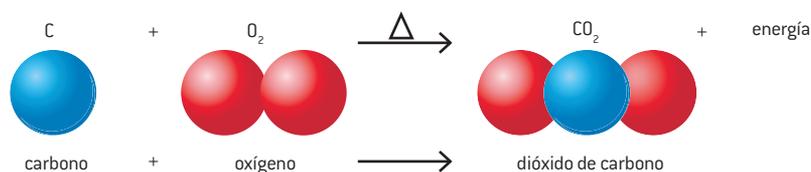
Para conocer más sobre las reacciones químicas revisa el siguiente material: Robert Wolke. *Lo que Einstein le contó a su cocinero*. Ediciones Robinbook, México, 2004. Libros del Rincón.

Una forma más sencilla de representar las reacciones químicas es con **ecuaciones que contienen palabras** y resumen los aspectos principales del cambio. En ellas se incluyen los nombres de los reactivos separados por un signo "+", que significa "reacciona con".

Después se utiliza una flecha para separar los reactivos de los productos, así como para indicar la dirección del cambio, que se expresa como "se producen o se forman" y en seguida se escriben los nombres de los productos, también separados con un signo "+", que en este caso se interpreta como "y". El símbolo  $\Delta$  significa que se requiere energía para que la reacción se efectúe. Observa el ejemplo:



En el lenguaje de la química, las reacciones se representan mediante una **ecuación química** en la que se incluyen **símbolos** y **fórmulas** tanto de los reactivos como los productos, separados con una flecha. Por ejemplo, cuando quemamos carbón en presencia de oxígeno del aire ocurre una reacción que se representa mediante la ecuación química siguiente:



La ecuación anterior representa que el carbono (C) reacciona con el oxígeno ( $\text{O}_2$ ) y el producto de esta reacción es dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). En esta reacción se libera energía en forma de calor. Otros símbolos utilizados en las ecuaciones químicas se muestran en el cuadro 3.1:

Cuadro 3.1. Algunos símbolos utilizados en las ecuaciones químicas

Símbolo	Significado
(s)	Estado sólido
(l)	Estado líquido
(g)	Estado gaseoso
(ac)	La sustancia permanece disuelta en agua
↑	Se desprende un gas
↓	Se forma un precipitado a partir de la reacción de sustancias disueltas en un líquido

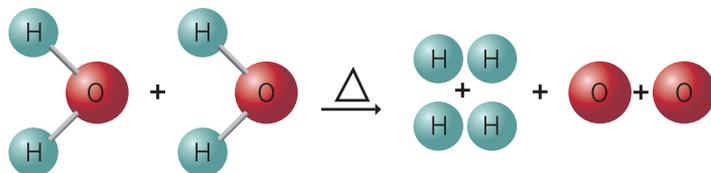
La ecuación química completa que representa la reacción entre el carbono y el oxígeno es:



## Las ecuaciones químicas y la ley de la conservación de la masa

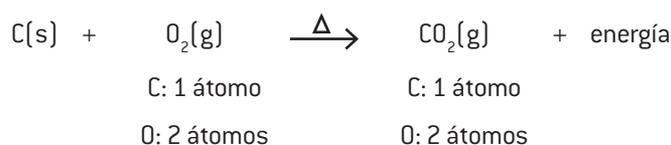
Además de las fórmulas de los reactivos y productos, en las ecuaciones químicas se representa la proporción en que las sustancias participan en la reacción, de tal forma que se respete la ley de conservación de la masa o de la materia que revisamos en el subcontenido "Aportaciones de Lavoisier: la ley de conservación de la masa" del bloque 1.

Debe tenerse en cuenta que durante una reacción química los átomos de los reactivos no desaparecen, sino que se separan y reacomodan para formar los productos. Es decir, existe una conservación de átomos [fig. 3.6].

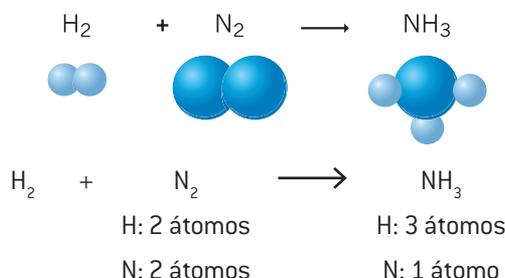


**Figura 3.6.** ¿Cuántos átomos de cada elemento se representan en los módulos de los reactivos y los productos?

Si contamos los átomos representados en la ecuación química de la reacción entre el carbono y el oxígeno, identificaremos un átomo de carbono y dos átomos de oxígeno tanto en los reactivos como en los productos:



Cuando en una ecuación química la cantidad de átomos es la misma en los reactivos que en los productos, se representa de manera adecuada la ley de la conservación de la masa. Sin embargo, no en todos los casos la ecuación química representa el cumplimiento de esta ley, al considerar solo los símbolos y fórmulas de las sustancias. Observa la ecuación de la reacción del hidrógeno con nitrógeno para formar amoníaco:



La cantidad de átomos de hidrógeno y de nitrógeno es diferente en los reactivos y productos, pero esto es imposible, ya que durante una reacción química no existe pérdida de átomos, sino solo un reacomodo de los mismos, es decir, los átomos de los reactivos se unen de manera distinta para formar los productos.

Para ajustar la cantidad de átomos se utilizan números llamados **coeficientes**, que se colocan antes del símbolo o de la fórmula. Si el coeficiente es 1, no se escribe. Estos números afectan a todos los elementos del compuesto. Para calcular la cantidad total de átomos se multiplica el coeficiente por el subíndice correspondiente. Así, para igualar la cantidad de átomos de nitrógeno, en la parte de los productos colocamos un 2 antes de la fórmula del amoníaco:



## Conéctate

Revisa el apartado Reacción química a nivel molecular en la siguiente página web y realiza las actividades para representar de manera adecuada el cumplimiento de la ley de la conservación de la masa.

[objetos.unam.mx/quimica/reaccionQuimica/](http://objetos.unam.mx/quimica/reaccionQuimica/)

[Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016].

Al hacer lo anterior, se modificó la cantidad de átomos de hidrógeno en los productos por lo que ahora tenemos 6 átomos de hidrógeno, pero en los reactivos sigue habiendo 2. Si colocamos un 3 antes del símbolo del hidrógeno:

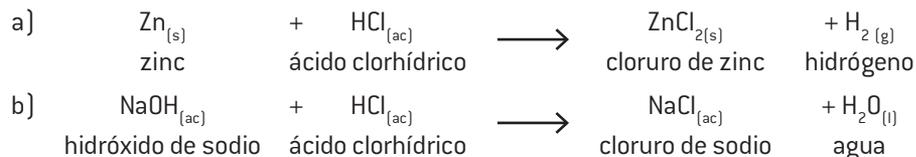


De esta forma, la cantidad de átomos en los reactivos es la misma que en los productos y la ecuación cumple de manera adecuada la ley de conservación de la masa. Es importante tener en cuenta que al ajustar la cantidad de átomos en una ecuación nunca deben modificarse los subíndices de las fórmulas, pues estos indican la proporción de los átomos de cada elemento en el compuesto. Si cambiamos los subíndices, modificamos la identidad de las sustancias.

## Con ciencia

Reúnete con tu equipo y realiza en tu cuaderno lo que se pide.

- Describe con palabras estas ecuaciones e identifica los reactivos y los productos.

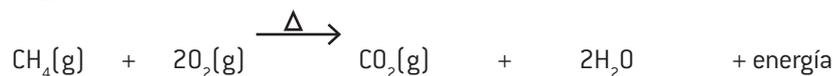


- Identifica si las ecuaciones químicas representan de manera adecuada la ley de conservación de la masa. En caso contrario, haz el ajuste necesario.
- Escribe las ecuaciones químicas de las siguientes reacciones de tal forma que se represente de manera adecuada el cumplimiento de la ley de la conservación de la masa:
  - El magnesio (Mg) sólido arde en presencia de oxígeno gaseoso (O<sub>2</sub>) y se obtiene una llama de color blanco. Al extinguirse la flama se forma un polvo de color blanco, el óxido de magnesio (MgO).
  - Al poner en contacto un pedazo de sodio (Na) con agua (H<sub>2</sub>O) en un recipiente, se observa el desprendimiento de hidrógeno gaseoso (H<sub>2</sub>) y se forma hidróxido de sodio (NaOH), que permanece disuelto en el agua.
- Identifica y describe las propiedades de los reactivos y productos en esas ecuaciones.
- Comparte tus respuestas con el grupo y, con la coordinación del profesor, comenta la utilidad de las ecuaciones químicas para representar los cambios químicos y cómo se manifiesta en ellas el cumplimiento de la ley de conservación de la masa.

## Reacciones exotérmicas y endotérmicas

Durante las reacciones químicas se rompen los enlaces que mantienen unidos a los átomos y se forman otros nuevos para obtener los productos. En estos procesos está involucrada la **energía**. En general, se requiere energía para romper los enlaces de los átomos, mientras que en la formación de enlaces se desprende energía.

Las reacciones de combustión son un ejemplo de **reacciones exotérmicas**, caracterizadas por liberar o desprender energía cuando se llevan a cabo. Ocurre una reacción exotérmica cuando la cantidad de energía que se desprende al formarse enlaces nuevos es mayor que la requerida para romper los enlaces de los átomos que forman los reactivos. Por ejemplo, para cocinar los alimentos y en algunos sistemas de calefacción se llega a utilizar el gas natural, constituido principalmente por metano,  $\text{CH}_4$ . Esta reacción se puede representar con la siguiente ecuación:



Si bien es cierto que para iniciar esta reacción se requiere energía, como la proporcionada por un cerillo (fig. 3.7), para romper los enlaces entre los átomos que forman los reactivos (carbono e hidrógeno en el metano, así como los átomos que forman la molécula de oxígeno), es todavía mayor la energía que se desprende cuando los átomos se unen para formar el dióxido de carbono y el agua. Esto hace que la reacción sea **exotérmica**.

Pero si la energía requerida para romper los enlaces en los reactivos es mayor que la desprendida en la formación de enlaces (productos), entonces la reacción requiere energía para efectuarse, por lo general en forma de calor; aquí se habla de **reacciones endotérmicas**.

Un ejemplo de estas para los seres vivos es la fotosíntesis. Durante este proceso ocurre una gran cantidad de reacciones químicas en las cuales las plantas verdes, algunas algas y diversas bacterias absorben la energía luminosa proveniente del Sol, que usan para transformar dióxido de carbono y agua en azúcares (como la glucosa) y en oxígeno.

Otro ejemplo: las compresas frías para brindar primeros auxilios a deportistas. Algunas contienen nitrato de amonio ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) y agua líquida en compartimentos separados. Para hacerlas funcionar, se presiona hasta romper la bolsa que contiene el nitrato de amonio, por lo que el compuesto entra en contacto con el agua. Esto ocasiona una brusca disminución de la temperatura del dispositivo, ya que el calor fluye de este hacia las sustancias. El dispositivo frío se coloca sobre la parte lastimada para prevenir la inflamación.

Las reacciones químicas están presentes en la Naturaleza y es posible reproducir algunas en los laboratorios. El conocimiento químico ha hecho posible desarrollar procesos en los cuales se obtiene energía, así como productos que no existen en forma natural, como medicamentos y plásticos que contribuyen a satisfacer algunas de nuestras necesidades.



**Figura 3.7.** La cabeza de los cerillos contiene clorato de potasio, que se descompone debido a la fricción y se libera el oxígeno necesario para que arda el fósforo, que también forma parte del cerillo.

## Practica lo aprendido

Algunos paquetes calentadores contienen una mezcla de sustancias, una de las cuales es hierro en polvo. La mezcla está en una bolsa de plástico. Para que el dispositivo funcione es necesario retirar una cubierta impermeable de la bolsa, de modo que el aire entre en contacto con las sustancias. Uno de los productos que se obtienen es óxido de hierro (III),  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

Escribe en tu cuaderno la ecuación de la reacción de formación del  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Verifica que se cumple de manera adecuada la ley de conservación de la masa. Luego investiga e identifica las propiedades de los reactivos y de los productos; responde: ¿qué tipo de reacción se lleva a cabo que permite el uso de estos dispositivos?

## Cierre