

Tema 18. Reacciones químicas

1. Cambios físicos y químicos en la materia

Si doblamos o arrugamos un papel, cambia de aspecto pero sigue siendo papel. Decimos que es un cambio físico. Pero si lo quemamos, al final no queda papel: hay humo y cenizas. Es un cambio químico. En los cambios físicos, las sustancias mantienen su naturaleza y sus propiedades esenciales, es decir, siguen siendo las mismas sustancias.

Cambios Físicos

		
La botella rota sigue siendo de vidrio.	La mantequilla, al derretirse, sigue siendo mantequilla.	El balón de fútbol en movimiento sigue siendo un balón.

En los cambios químicos, las sustancias iniciales se transforman en otras distintas, que tienen propiedades diferentes.

Cambios Químicos

		
La herrumbre que se forma en la viga es una sustancia distinta al hierro.	La ceniza que se crea en la hoguera es una sustancia distinta a la madera.	En la fotosíntesis, las plantas producen oxígeno y nutrientes a partir de sustancias distintas.

2. Reacción química y ecuaciones químicas

Una **Reacción química** es un proceso en el cual una sustancia (o sustancias) se transforman y se forman una o más sustancias nuevas.

Las **ecuaciones químicas** son el modo de representar a las reacciones químicas. Por ejemplo el hidrógeno gas (H_2) puede reaccionar con oxígeno gas (O_2) para dar agua (H_2O). La ecuación química para esta reacción se escribe:

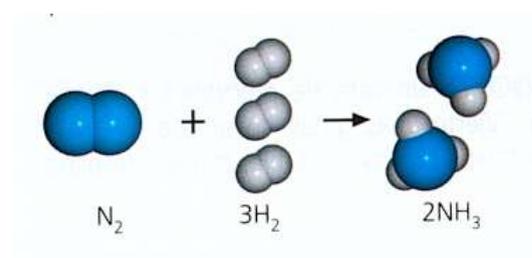
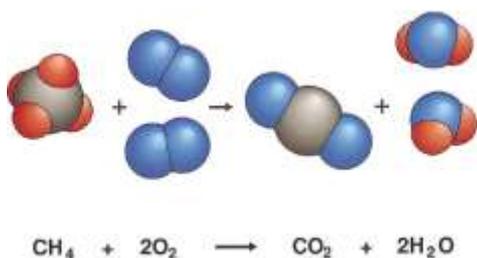


El "+" se lee como "reacciona con". La **flecha** significa "produce".

Las fórmulas químicas a la izquierda de la flecha representan las sustancias de partida denominadas **reactivos**. A la derecha de la flecha están las fórmulas químicas de las sustancias producidas denominadas **productos**. Los números al lado de las fórmulas son los **coeficientes** (el coeficiente 1 se omite).

Interpretación de las ecuaciones químicas:

- ✓ La materia de la que se parte en la reacción son los reactivos y lo que se obtienen los productos.
- ✓ Debemos conocer el tipo de reacción que vamos a llevar a cabo.
- ✓ Saber la cantidad de reactivos necesito, y qué cantidad de productos voy a obtener.
- ✓ La ley de la conservación de la masa nos ayudará a entender el ajuste estequiométrico.



3. Estequiometría de la reacción química

Ahora estudiaremos la estequiometría, es decir la medición de los elementos. *Es el cálculo de las relaciones cuantitativas entre los reactivos y productos en el transcurso de una reacción química.*

Las transformaciones que ocurren en una reacción química se rigen por la **Ley de la conservación de la masa o Ley de Lavoissier**: *Los átomos no se crean ni se destruyen durante una reacción química.* Entonces, el mismo conjunto de átomos está presente antes, durante y después de la reacción. Los cambios que ocurren en una reacción química simplemente consisten en una reordenación de los átomos.

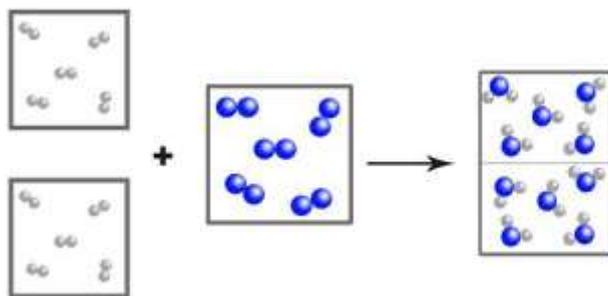
Por lo tanto **una ecuación química ha de tener el mismo número de átomos de cada elemento a ambos lados de la flecha.** Se dice entonces que la ecuación está balanceada.



4. Ajustando ecuaciones químicas

Cuando hablamos de una ecuación "ajustada", queremos decir que debe haber el *mismo número y tipo de átomos en los reactivos que en los productos*. Esto se realiza colocando números delante de las formulas de manera que a ambos lados de la flecha se tenga el mismo número y tipo de átomos. *No olvides que sólo puedes cambiar los números que se ponen delante de las fórmulas (coeficientes estequiométricos), no se pueden tocar los subíndices de las fórmulas puesto que el compuesto cambiaría al modificar los subíndices.*

Como estos coeficientes afectan al número total de átomos que interviene en la reacción, ajustar una reacción química es hacer cumplir la **ley de Lavoisier** para la reacción escrita: igual número de átomos de cada elemento en reactivos y en productos.



Vamos a aprender a utilizar el **método matemático**. Vamos a aprenderlo con un ejemplo, para ajustar la reacción $\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$. Dicho método consiste básicamente en lo siguiente:

- a) Asigna **una letra** a cada coeficiente estequiométrico. (Conviene asignarlas por orden alfabético de izquierda a derecha)



- b) Cogemos el **primer elemento** de la izquierda y planteamos la ecuación que representa el balance de átomos de dicho elemento, sabiendo que:

Nº de átomos del elemento en la izquierda = Nº de átomos del elemento en la derecha

En el ejemplo, el primer elemento es el hidrógeno. A la izquierda tenemos hidrógeno en el compuesto H_2 por lo que multiplicamos el coeficiente del elemento en el compuesto, que es 2, por la variable que precede al compuesto, que es a. A la derecha tenemos hidrógeno en el compuesto H_2O , por lo que multiplicamos el subíndice del hidrógeno en ese compuesto, 2, por la variable que le precede, que es c. Por tanto, igualando los átomos que hay en reactivos y producto, queda:

$$\text{H: } 2 \cdot a = 2 \cdot c$$

- c) Realizamos el mismo proceso, para plantear otras ecuaciones, una por cada elemento diferente. De esta forma tendremos el balance de átomos de todos los elementos diferentes que existen en la reacción química.

En el ejemplo, solo hay otro elemento, el oxígeno. A la izquierda tenemos oxígeno en el compuesto O_2 por lo que multiplicamos el coeficiente del elemento en el compuesto, que es 2, por la variable que precede al compuesto, que es b. A la derecha tenemos oxígeno en el compuesto H_2O , por lo que multiplicamos el subíndice del oxígeno en ese compuesto, que al no tener es 1, por la variable que le precede, que es c. Por tanto, igualando los átomos que hay en reactivos y producto, queda:

$$O: 2 \cdot b = 1 \cdot c$$

En este caso, obtenemos dos ecuaciones:

$$H: 2 \cdot a = 2 \cdot c \text{ y } O: 2 \cdot b = 1 \cdot c$$

- d) Asignamos el valor 1 (o cualquier otro) a la letra (incógnita) que queramos. Preferiblemente, asignamos $a=1$, y en función de ese valor, vamos resolviendo todas las ecuaciones que hagan falta hasta obtener los valores de todos los coeficientes.

Como $a=1$, sustituyendo en la ecuación del hidrógeno $2 = 2c \rightarrow c = 1$

Como $c=1$, sustituyendo en la ecuación del oxígeno $2b = 1 \rightarrow b = 1/2$

- e) Si en los resultados tenemos decimales o fracciones, debemos multiplicar todas las incógnitas por un mismo número de tal forma que desaparezcan. En concreto:
- Si solo hay un número fraccionario, o varios con el mismo denominador, debes multiplicar todos los coeficientes por el denominador de esa fracción.

$$a = 1 \quad \times 2 \quad \rightarrow \quad 2$$

$$b = \frac{1}{2} \quad \times 2 \quad \rightarrow \quad 1$$

$$c = 1 \quad \times 2 \quad \rightarrow \quad 2$$

Por tanto, la ecuación será: $2 H_2 + O_2 \rightarrow 2 H_2O$

- Si hay varias fracciones con denominadores distintos, debes multiplicar todos los coeficientes por el mínimo común múltiplo de los denominadores de las fracciones.

Ejemplo:

Si tenemos que $a = 1$, $b = \frac{1}{2}$ y $c = \frac{1}{4}$, calculamos $m.c.m(2, 4) = 4$, y por tanto:

$$a = 1 \times 4 = 4$$

$$b = \frac{1}{2} \times 4 = 2$$

$$c = \frac{1}{4} \times 4 = 1$$



EJEMPLO 1. Ajustar la siguiente ecuación y calcular la suma de los coeficientes de los reactivos.

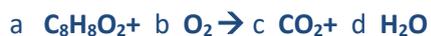


1) Contamos los átomos de cada componente para ver si está balanceada.

Reactivos: C = 8, H = 8, O = 4 - **Productos:** C = 1, H = 2, O = 3

No está balanceada

2) Asignamos una letra a cada coeficiente.



3) Realizamos las ecuaciones. $a \text{ C}_8\text{H}_8\text{O}_2 + b \text{ O}_2 \rightarrow c \text{ CO}_2 + d \text{ H}_2\text{O}$

C: $8a = 1c$

H: $8a = 2d$

O: $2a + 2b = 2c + 1d$

- 4) Asignamos valor uno a una de las variables y resolvemos

$$\text{Si } a = 1 \text{ en C } \rightarrow c = 8$$

$$\text{C: } 8a = 1c$$

$$\text{Como } a = 1 \rightarrow \text{en H } d = 4$$

$$\text{H: } 8a = 2d$$

Como tenemos a, c y d, despejamos b en O.

$$\text{O: } 2a + 2b = 2c + 1d$$

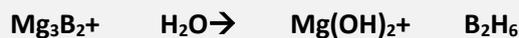
$$2b = 2c + 1d - 2a \rightarrow 2b = 2 \cdot 8 + 1 \cdot 4 - 2 \cdot 1 \rightarrow$$

$$2b = 18 \rightarrow b = 18/2 = 9$$

- 5) Colocamos los resultados en la ecuación y contamos los átomos de cada componente para comprobar que está balanceada.



EJEMPLO 2. Ajustar la siguiente ecuación. ¿Cuál es la suma de los coeficientes de los reactivos y productos?



- 1) Contamos los átomos de cada componente para ver si está balanceada. Contamos los átomos de cada componente para ver si está balanceada. En los componentes entre paréntesis se multiplican los átomos de cada componente por el número que acompaña al paréntesis.

Reactivos: Mg = 3, B = 2, H = 2, O = 1 - **Productos:** Mg = 1, B = 2, H = 8, O = 2

No está balanceada

- 2) Asignamos una letra a cada coeficiente.



- 3) Realizamos las ecuaciones



$$\text{Mg: } 3a = 1c$$

$$\text{B: } 2a = 2d$$

$$\text{H: } 2b = 2c + 6d$$

$$\text{O: } 1b = 1c$$

- 4) Asignamos valor uno a una de las variables y resolvemos

$$\text{Mg: } 3a = 1c \quad \text{Si } a = 1 \text{ en Mg } \rightarrow c = 3$$

$$\text{B: } 2a = 2d \quad \text{Como } a = 1 \rightarrow \text{ en B } d = 1$$

$$\text{H: } 2b = 2c + 6d$$

$$\text{O: } 1b = 2c \quad \text{Como } c = 3 \rightarrow \text{ en O } b = 6$$

- 5) Colocamos los resultados en la ecuación y contamos los átomos de cada componente para comprobar que está balanceada.



EJEMPLO 3. Ajustar la siguiente ecuación y calcular la suma de los coeficientes de los reactivos.



- 1) Contamos los átomos de cada componente para ver si está balanceada. En los componentes entre paréntesis se multiplican los átomos de cada componente por el número que acompaña al paréntesis.

Reactivos: C = 2, H = 8, N = 4, O = 4 - **Productos:** C = 1, H = 2, N = 2, O = 3

No está balanceada

- 2) Asignamos una letra a cada coeficiente.



- 3) Realizamos las ecuaciones

$$\text{C: } 2a = 1c$$

$$\text{H: } 8a = 2d$$

$$\text{N: } 2a + 2b = 2e$$

$$\text{O: } 4b = 2c + 1d$$

4) Asignamos valor uno a una de las variables y resolvemos

$$\text{Si } a = 1 \text{ en C} \rightarrow c = 2$$

$$\text{C: } 2a = 1c$$

$$\text{Como } a = 1 \rightarrow d = 4$$

$$\text{H: } 8a = 2d$$

Como tenemos c y d, despejamos b en la O.

$$\text{N: } 2a + 2b = 2e$$

$$4b = 2 \cdot 2 + 1 \cdot 4 \rightarrow b = 8/4 = 2$$

$$\text{O: } 4b = 2c + 1d$$

Como tenemos a y b, despejamos e en la N.

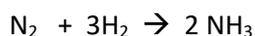
$$2e = 2a + 2b \rightarrow 2e = 2 \cdot 1 + 2 \cdot 2 \rightarrow 2e = 6 \rightarrow e = 6/2 = 3$$

5) Colocamos los resultados en la ecuación y contamos los átomos de cada componente para comprobar que está balanceada.

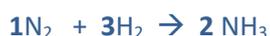


5. Relaciones estequiométricas. Número de Avogadro

Además de conocer el número de moléculas de cada sustancia que reaccionan o se producen en el transcurso de la reacción química, es posible establecer otras interpretaciones cuantitativas a partir de la ecuación ajustada.



Esos mismos coeficientes también representan el número de moles en la reacción. Así, considerando que el mol es la magnitud del Sistema Internacional para expresar cantidad de materia, y que **1 mol de cualquier sustancia equivale a $6,022 \cdot 10^{23}$ (este número se conoce como número de Avogadro) partículas de la misma**, podemos escribir, observando los coeficientes estequiométricos, la siguiente interpretación cuantitativa:



1 mol de N_2 reacciona con **3** moles de H_2 y se obtienen **2** moles NH_3

Pero todavía queda una relación más por obtener, la relación de estequiometría en masa, quizás la más importante, pues permite realizar cálculos de cantidades reaccionantes o producidas en los procesos tanto de laboratorio como industriales. Para ello, definimos los siguientes conceptos...

- **Masa atómica (A) de los elementos:** mide la masa de un átomo, y sus unidades son las denominadas unidades de masa atómica (U.M.A. o u). Se obtienen partir de la tabla periódica:

6	± 4
C	2
12.01	
Carbono	

Masa atómica del carbono = 12 u aprox

- **Masa molecular de una sustancia:** mide la masa de una molécula de una sustancia. Para calcularla, obtenemos los valores de las masas atómicas (A) de cada uno de los elementos, de la tabla periódica y multiplicamos dicho valor por el nº de átomos que hay en la fórmula posteriormente sumaremos todos esos resultados y obtendremos la masa molecular.

Ejemplo: Conociendo las siguientes masas atómicas: N=14; H=1. Hallar la masa molecular de NH_3 .

N → 1 átomo de N x 14 que es su masa atómica = 14

H → 3 átomos de H x 1 que es su masa atómica = 3

La masa molecular es $14 + 3 = 17$ unidades de masa atómica

- **Masa molar de una sustancia (M):** es la masa, expresada en gramos, de un mol de una sustancia. Su valor numérico coincide con el de la masa molecular, pero cambian las unidades, que son g/mol.

Ejemplo: Conociendo las siguientes masas atómicas: N=14; H=1. Hallar la masa molar de NH_3 .

N → 1 átomo de N x 14 que es su masa atómica = 14

H → 3 átomos de H x 1 que es su masa atómica = 3

La masa molecular es $14 + 3 = 17$ unidades de masa atómica

La masa molar por tanto será 17 g / mol

Un mol de NH_3 , por tanto, tiene una masa de 17 gramos.

En 17 g de NH_3 hay $6,022 \times 10^{23}$ moléculas de NH_3



EJEMPLO 1. Conociendo las siguientes masas atómicas: Ca = 40; C = 12; O = 16

Hallar la masa molecular y molar de: Ca CO₃.

$$\text{Masa molecular} = 40 + 12 + 3 \cdot 16 = 100 \text{ u}$$

$$\text{Masa molar} = 100 \text{ g/mol}$$



EJEMPLO 2. Conociendo las siguientes masas atómicas: Fe = 56; O = 16. Hallar la masa molecular y molar de: Fe₂ O₃.

$$\text{Masa molecular} = 2 \cdot 56 + 3 \cdot 16 = 160 \text{ u}$$

$$\text{Masa molar} = 160 \text{ g/mol}$$



EJEMPLO 3. ¿Cuántos moles de H₂ SO₄ hay en 200 gramos de dicho ácido?

Masas atómicas: H = 1; O = 16; S = 32

$$\text{Masa molar H}_2\text{SO}_4 : 1 \cdot 2 + 32 \cdot 1 + 16 \cdot 4 = 98 \text{ g/mol}$$

Si 98 g de sustancia _____ es la masa de 1 mol

200 g de sustancia _____ serán X moles

$$X = 200 / 98 = 2,04 \text{ moles de ácido}$$



EJEMPLO 4. ¿Cuántos moles de NaOH hay en 80 gramos de dicha sustancia?

Masa molar: 40 g/mol

Si 40 g de sustancia _____ es la masa de 1 mol

80 g de sustancia _____ serán X moles

$$X = 80 / 40 = 2 \text{ moles de sosa}$$



EJEMPLO 5. ¿Cuántos moles de CH_4 hay en 180 gramos de dicha sustancia?

Masa molar: 40 g / mol

Si 16 g de sustancia _____ es la masa de 1 mol

180 g de sustancia _____ serán X moles

$$X = 180 / 16 = 11,25 \text{ moles de sosa } \text{CH}_4$$

5.1. Ley de Conservación de la Masa o Ley de Lavoisier

Observa como si sumamos la masa total calculada para los reactivos y la calculada para los productos, obtenemos el mismo resultado:



Este hecho, que no es más que la constatación que se cumple la Ley de Conservación de la Masa o Ley de Lavoisier (la masa de los reactivos es igual a la masa de los productos), puede servirte para comprobar si has realizado bien los cálculos a la hora de obtener la relación de estequiometría en masa.



EJEMPLO 1. ¿Qué frase es falsa en relación con la siguiente reacción ajustada?

(Masas Atómicas: C = 12.01, H = 1.008, O = 16.00).



- La reacción de 16,0g de CH_4 da 2 moles de agua.
- La reacción de 16,0 g de CH_4 da 36,0 g de agua.
- La reacción de 32,0 g de O_2 da 44,0 g de CO_2 .
- Una molécula de CH_4 requiere 2 moléculas de oxígeno.
- Un mol de CH_4 da 44.0 g de CO_2 .

Las respuestas son:

- a) **VERDADERA:** Un mol de CH_4 da 2 moles de agua. Un mol de $\text{CH}_4 = 16,0$ g.
- b) **VERDADERA:** Un mol de CH_4 da 2 moles de agua. Un mol de $\text{CH}_4 = 16,0$ g, y un mol de agua = $18,0$ g.
- c) **FALSA:** 2 moles de O_2 dan 1 mol de CO_2 . 2 moles de $\text{O}_2 = 64,0$ g, pero 1 mol de $\text{CO}_2 = 44,0$ g.
- d) **VERDADERA:** Un mol de moléculas de CH_4 reacciona con 2 moles de moléculas de oxígeno (O_2), de modo que una molécula de CH_4 reacciona con 1 molécula de oxígeno.
- e) **VERDADERA:** Un mol de CH_4 da 1 mol de CO_2 . Un mol de $\text{CH}_4 = 16,0$ g, y un mol de $\text{CO}_2 = 44,0$ g.

6. La industria química básica

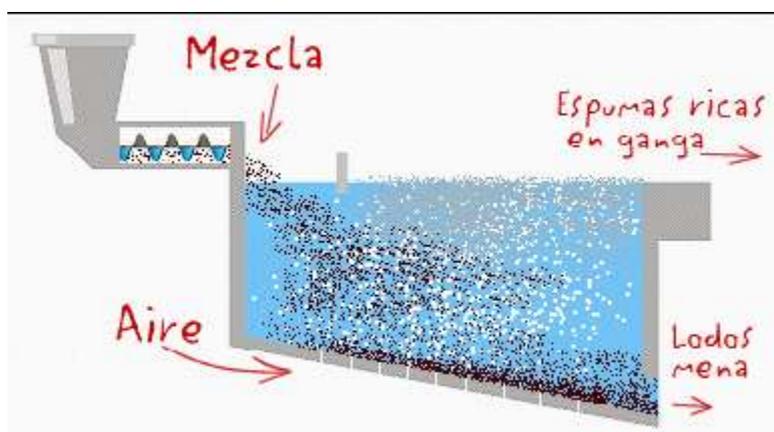
6.1 Metalurgia

No podríamos imaginar el mundo moderno sin metales, ya que entran en la composición de miles de aparatos e instrumentos que empleamos normalmente y la electricidad llega a nuestros hogares a través de ellos. De su obtención se encarga la metalurgia, que es conjunto de técnicas para la extracción, tratamiento y obtención de metales.

La metalurgia consta de dos procesos:

- a) **Concentración:** consiste en separar el mineral rico en el metal, que se conoce como mena, del resto de minerales y rocas que lo acompañan en la mina, la gangaa.

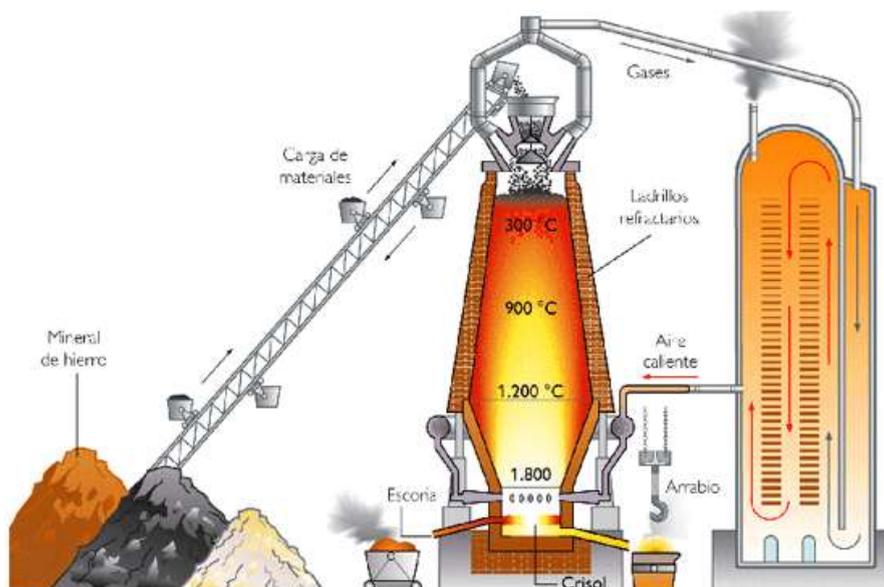
La flotación es un proceso de concentración muy empleado. Como la gangaa normalmente es menos densa que la mena, se añaden detergentes al agua, consiguiendo que flote, y dejando la mena en el fondo. Después se procede al secado de la mena



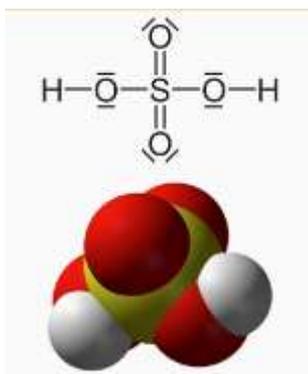
Otro ejemplo es la minería de oro. En este caso, sin la ayuda de detergentes, la ganga es arrastrada, quedando la mena (pepitas de oro) en el fondo



- b) El **refinado**: es el conjunto de procesos por el que la mena, ya separada de la ganga, es tratada para obtener el metal puro o casi puro. Existen muchos procesos para realizar esta tarea, pero el más común, para la obtención de hierro, sigue siendo el tratamiento de la mena en las fundiciones o altos hornos.



6.1.1. Ácido sulfúrico



- Es un ácido fuerte
- Muy corrosivo
- Líquido
- Soluble en agua
- Hierve a 340 °C
- Congela a 10.8 °C

El ácido sulfúrico es un compuesto con múltiples aplicaciones en el laboratorio y en la industria, hasta tal punto que el consumo de ácido sulfúrico puede considerarse un índice de la riqueza industrial de una nación.

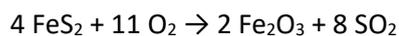
En la industria se emplea para la fabricación de:

- abonos
- detergentes
- fibras sintéticas
- pinturas
- baterías de automóviles

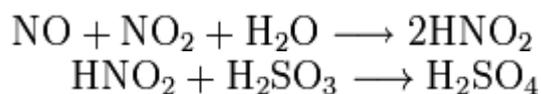
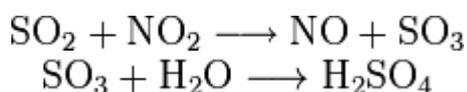
Existen dos métodos para la obtención de ácido sulfúrico, ambos parten de azufre (S_8) o pirita (Fe_2S).

Método de las cámaras de plomo.

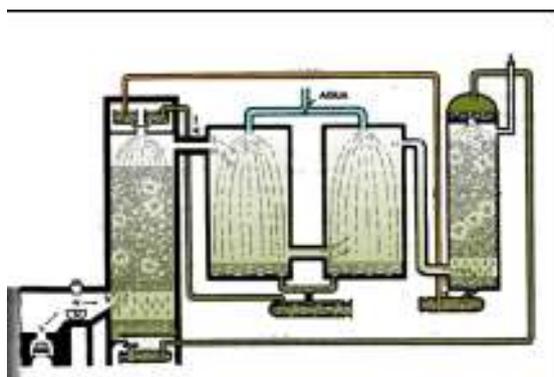
- El azufre o la pirita se queman en grandes torres de ladrillo recubiertas interiormente con plomo.



- La combustión produce dióxido de azufre que en el aire reacciona con oxígeno, óxidos de nitrógeno y vapor de agua, produciendo gotitas de ácido sulfúrico que caen al fondo de las torres.

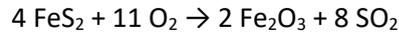


- Los óxidos de nitrógeno se recuperan de los gases y se reintroducen en las cámaras de plomo. El ácido sulfúrico así obtenido es una disolución al 65 % en agua. Este método cada vez es menos empleado.

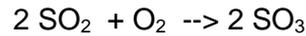


Método de contacto

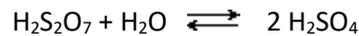
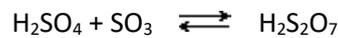
- La combustión de la pirita o el azufre en un horno produce dióxido de azufre.



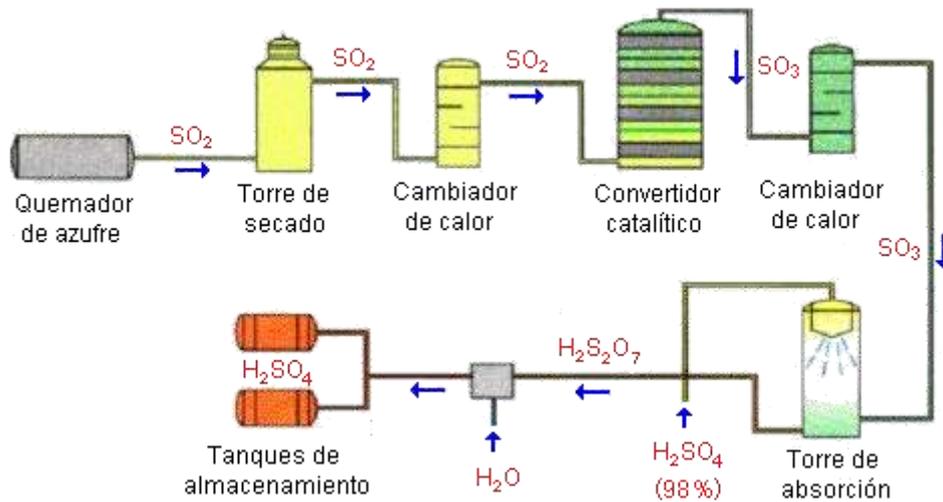
- Este dióxido de azufre se hace pasar a unas cámaras donde se oxida con aire y un catalizador a 400 °C para obtener trióxido de azufre



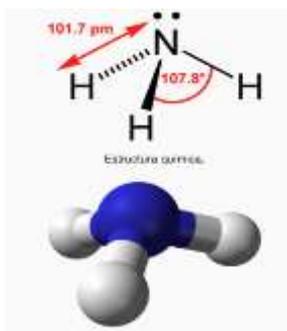
- El trióxido de azufre se disuelve en agua con ácido sulfúrico. Dependiendo de la cantidad de agua y ácido sulfúrico que se añade al trióxido de azufre se obtiene ácido sulfúrico de distinta concentración.



Este es el método más empleado en la actualidad.



6.1.2. Amoniaco



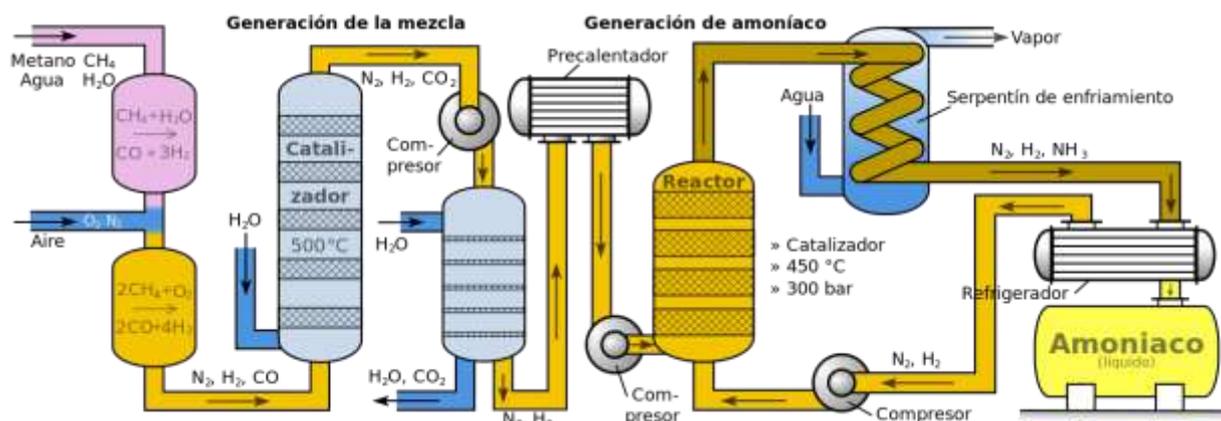
- Gas de olor picante
- Hierve a -33 °C
- Congela a -78 °C

ste compuesto, conocido en los hogares por emplearse su disolución en la limpieza doméstica, tiene distintas aplicaciones.

El amoníaco se emplea:

- como fertilizante
- para la obtención de ácido nítrico (HNO_3), junto con el ácido sulfúrico.
- fabricación de explosivos.
- Uso medicinal contra picaduras

Industrialmente el amoníaco se obtiene mediante el **método de Bosch - Haber**, en el que se mezclan nitrógeno e hidrógeno, a más de 200 atm de presión y 200 °C de temperatura, en presencia de un catalizador que contiene hierro.



6.2. Química y Medioambiente

6.2.1. Contaminación química

La explotación de los recursos naturales, la obtención de energía, la transformación de las materias primas en productos elaborados, su distribución y comercialización conllevan un proceso de vertido de productos químicos al medioambiente. Y esos productos producen contaminación. No todos los vertidos contaminantes han de ser peligrosos para el ecosistema. Así las escombreras no son tóxicas ni dañinas, aunque sí tienen un fuerte impacto visual.

Desgraciadamente la mayoría de los vertidos realizados por la industria o en los hogares contienen sustancias químicas que no son inertes, sino muy activas y, en muchos casos, venenosas. Metales pesados, plásticos, detergentes, blanqueantes, y un sin fin de sustancias son vertidas sin control al aire que respiramos, a los ríos de los que tomamos el agua para beber o a las playas en las que nos bañamos. Y no sólo los afean, muchos suponen un grave riesgo para la flora y la fauna y, directamente o a través de la cadena alimenticia, para los seres humanos.

6.2.2. Contaminación de aguas y tierras

Las aguas son contaminadas por vertidos industriales, aguas residuales de las poblaciones, petróleo procedente de los vertidos accidentales y pesticidas y fertilizantes agrícolas. También el agua caliente procedente de las industrias eléctricas debe ser considerada contaminante, ya que eleva la temperatura del agua natural.

Junto a los problemas ocasionados en la flora y la fauna, la contaminación del agua puede ocasionar graves trastornos para la salud. Así, los nitratos, procedentes de los fertilizantes de uso agrícola, pueden provocar enfermedades mortales en niños y muchos metales pesados ocasionan envenenamiento crónico, ya que se acumulan en el organismo.



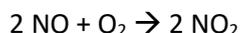
El aire se ve afectado por los gases y humos de las industrias, hogares y medios de transporte. En muchas ciudades, la contaminación del aire por los automóviles que circulan, que liberan dióxido de carbono y monóxido de carbono, puede ocasionar incluso la muerte de ancianos y niños. Además, accidentalmente, las industrias vierten al aire productos altamente peligrosos y nocivos.

6.2.3. Lluvia ácida

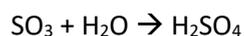
- El empleo de combustibles fósiles, tanto derivados del carbón como del petróleo vierte a la atmósfera grandes cantidades de dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno.

Combustión → SO₂ y NO

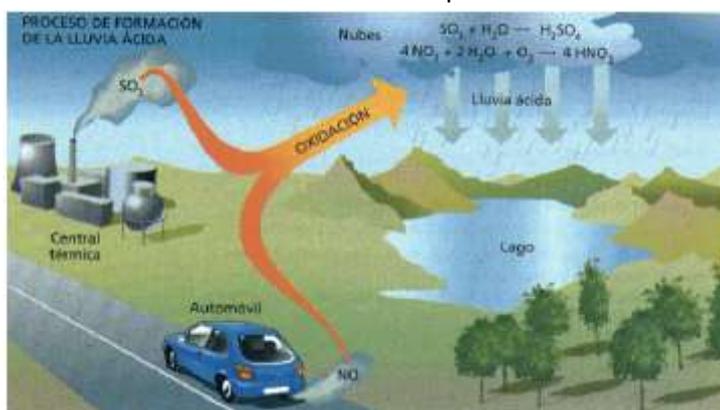
- Con el oxígeno presente en la atmósfera, estos óxidos se transforman en trióxido de azufre y dióxido de nitrógeno



- Los compuestos anteriores, con el vapor de agua presente en la atmósfera, se transforman en ácido sulfúrico y en ácido nítrico.



- Estos ácidos posteriormente caen al suelo arrastrados por la lluvia.



Esta lluvia que contiene ácido sulfúrico y nítrico puede causar varios daños:

- ataca las estructuras metálicas y de cemento humanas
- daños directos sobre las hojas y raíces de las plantas sobre las que cae la lluvia, llegando incluso a acabar con ellas.
- acidificación el suelo y las aguas, impidiendo el desarrollo de las plantas y matando a los animales.

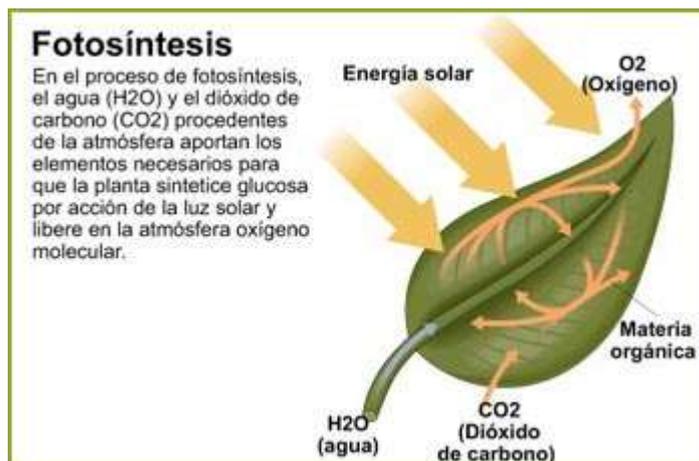


Gárgola dañada por la lluvia ácida

No todos los ecosistemas son igual de sensibles frente a la lluvia ácida. Bosques y lagos son los más afectados por la lluvia ácida.

6.2.4. Efecto invernadero

Desde la revolución industrial, la quema de combustibles fósiles ha aumentado el vertido de dióxido de carbono a la atmósfera. De forma natural, mediante la fotosíntesis, las plantas y árboles toman el dióxido de carbono del aire y lo transforman en hidratos de carbono liberando oxígeno en el proceso. Pero junto con el incremento de las emisiones de dióxido de carbono se ha producido una disminución en las masas forestales del planeta, de forma que las plantas no pueden tomar el dióxido de carbono del aire y éste aumenta su concentración.



El aumento de la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera es causante del llamado efecto invernadero. La Tierra recibe su calor del Sol y, parte de él, lo emite al espacio exterior, en forma de radiación infrarroja. El dióxido de carbono impide que esa radiación infrarroja escape al espacio, quedando atrapado bajo la concentración de CO₂, por lo que calienta la atmósfera y, con ella, la Tierra.



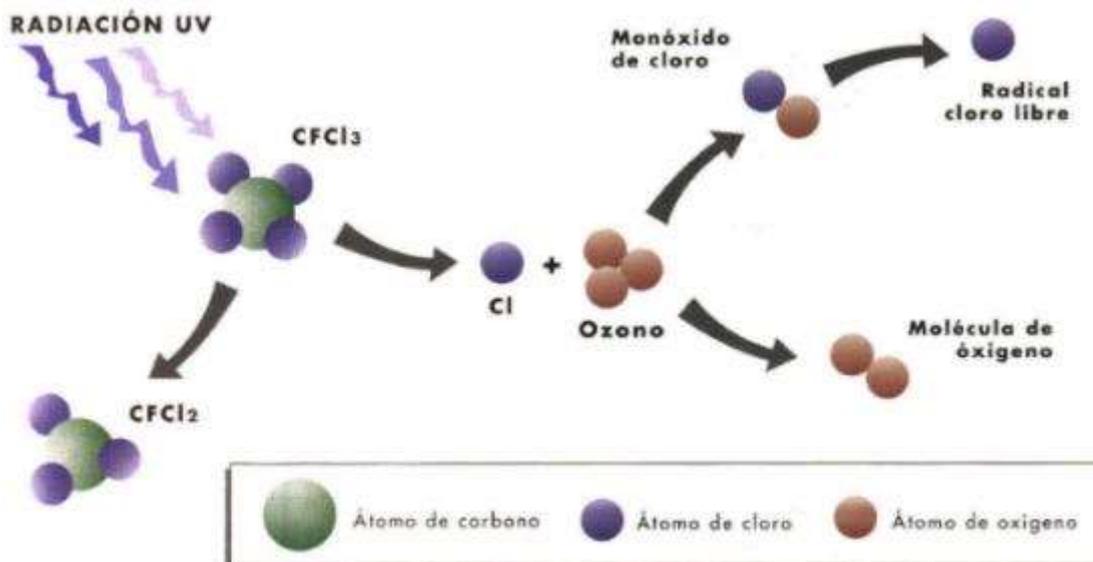
Este calentamiento de la atmósfera puede tener efectos desastrosos. Dejando aparte las consecuencias climáticas que pueda llegar a originar, con la consiguiente transformación en los ecosistemas y las cosechas, un aumento de unos pocos grados en la temperatura de la Tierra podría ocasionar la fusión de los hielos de los casquetes polares, lo que haría que el nivel del mar ascendiera varios metros, inundando las ciudades costeras donde vive la mayor parte de la población mundial.

6.2.5. El agujero de la capa de ozono

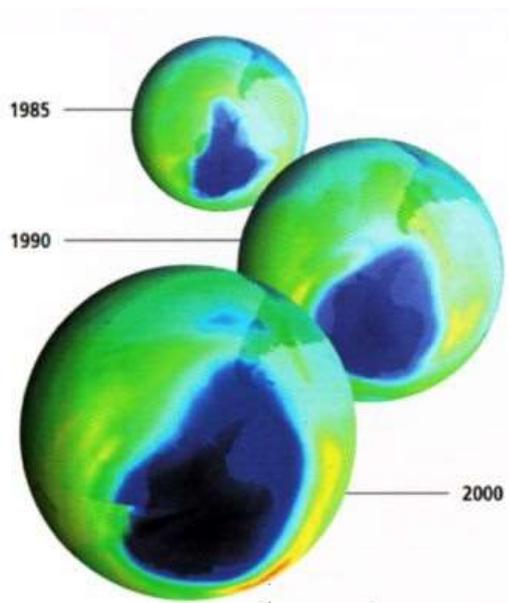
La capa de ozono es una región de la atmósfera, situada entre los 19 y los 48 Km. por encima de la superficie de la Tierra que contiene ozono O_3 , indispensable para la vida en la Tierra.

El Sol produce luz y radiación ultravioleta, que es la responsable del bronceado y de las quemaduras cuando, en verano, nos exponemos al Sol. El ozono de la atmósfera se encarga de absorber la radiación ultravioleta más peligrosa, de forma que sin la capa de ozono, las peligrosas radiaciones ultravioletas llegarían en su totalidad al nivel del suelo, aumentando las enfermedades cutáneas y los cánceres de piel (melanomas).

A finales de los años 70 se descubrió que la capa de ozono estaba desapareciendo sobre la Antártida, formando lo que se conoce como agujero de ozono, debido al uso de compuestos clorofluorcarbonados (CFCs), sustancias que se emplean como refrigerantes en neveras y aparatos de aire acondicionado y como propelentes en sprays. Liberados en la atmósfera destruyen el ozono, convirtiéndolo en oxígeno normal que no detiene los rayos ultravioletas.



Al no tomarse medidas adecuadas, el agujero en la capa de ozono sobre la Antártida no sólo aumentaba cada año, sino que apareció otro más pequeño sobre el ártico, los países escandinavos y Norteamérica. Cada año, el agujero se abre en Agosto-Septiembre y se cierra en Noviembre-Diciembre, no estando abierto de forma permanente.



Aunque el agujero fue creciendo cada año, en la actualidad, la disminución de los de los CFCs lograda con el Protocolo de Montreal, el primer tratado internacional de la historia en regular agentes contaminantes, no ha causado todavía una recuperación clara de la capa de ozono en la región del agujero. Más de 20 años después de que dicho Protocolo limitase las emisiones, las inspecciones de la zona del agujero de la capa de ozono efectuadas por satélites han mostrado que, esencialmente, se ha estabilizado, dejando de adoptar tamaños cada vez mayores. Sin embargo, nuevos estudios muestran que aún no hay signos claros de recuperación.

6.3. Química farmacéutica

6.3.1. Medicamentos

Los medicamentos son sustancias que se emplean para prevenir, combatir o disminuir los efectos de las enfermedades. Aunque la mayoría de los medicamentos son de origen vegetal o animal, algunos son de origen mineral e, incluso algunos de los que en principio tuvieron su origen en plantas o animales, hoy día se sintetizan por métodos químicos.

Entre los medicamentos producidos químicamente más importantes cabe destacar la aspirina, ácido acetilsalicílico, que se obtenía a partir del ácido salicílico, presente en la corteza del sauce y de efectos analgésicos y anticoagulantes muy marcados. Las propiedades preventivas de la aspirina aún se están descubriendo, siendo recomendada para la prevención de infartos, algunos tipos de cáncer y la ceguera por diabetes y cataratas.



6.3.2. Ingeniería genética

La ingeniería genética permite la alteración del material genético de un organismo, bien añadiendo bien quitando porciones al ADN del núcleo celular. La manipulación genética ha permitido, en el campo de la agricultura, la obtención de nuevos cultivos más resistentes a las plagas y enfermedades o con menores necesidades en cuanto a suelos o agua de riego, aumentando espectacularmente la producción de las cosechas y disminuyendo las necesidades de empleo de plaguicidas, con el consiguiente beneficio económico.



Ejemplo de ingeniería genética: España es el principal productor de maíz transgénico en Europa, cuyos beneficios son cuestionados por investigadores y grupos ecologistas, por posibles daños al medio ambiente y a la salud de los consumidores. De hecho, se ha prohibido su cultivo en varios países de la UE.

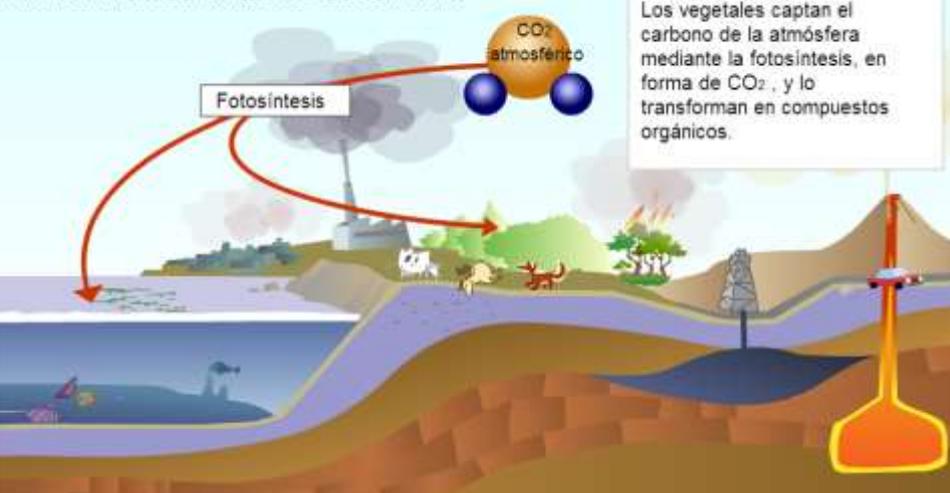
Pero es en el campo de la medicina y la producción de medicamentos donde ha encontrado su mayor aplicación. La **insulina**, indispensable para los diabéticos, debía obtenerse a partir del páncreas de animales superiores, lo que restringía en gran medida su disponibilidad y lo encarecía enormemente. Gracias a la ingeniería genética se ha conseguido que ciertas bacterias produzcan insulina en gran cantidad y bajo precio, mejorando el suministro de insulina a los diabéticos y abaratando su coste. Además de emplearse cada vez más para la producción de medicamentos, se esperan grandes avances en el tratamiento de ciertas enfermedades y en la elaboración de vacunas.

7. Ciclo del Carbono

El Carbono es un elemento fundamental en la constitución de la materia orgánica. El aire atmosférico contiene sobre un 0.032% de CO₂ y en el mar hay una cantidad unas 50 veces mayor, generalmente en forma de bicarbonato.

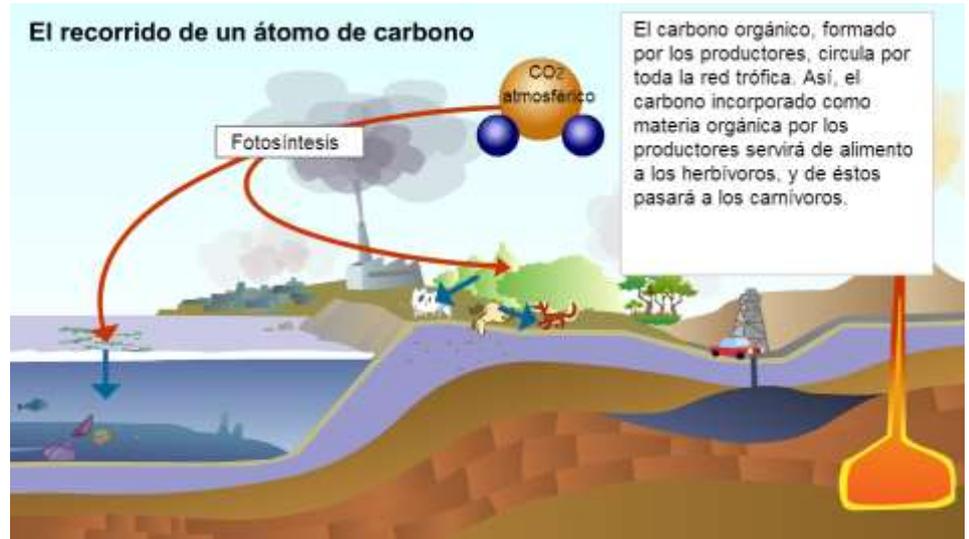
Todos los seres vivos participan de una forma u otra en el ciclo del carbono. Los vegetales capacitados para la fotosíntesis pueden sintetizar la materia orgánica reduciendo el CO_2 , y las plantas y animales heterótrofos la degradan por oxidación y producen CO_2 . Su presencia es pues indispensable para la vida en la tierra y en los ecosistemas acuáticos y está garantizada por la constancia del ciclo del Carbono.

El ciclo del Carbono consta de dos fases: asimilación (síntesis de la materia orgánica y formación de compuestos carbonados) y desasimilación (degradación de estas sustancias en la respiración de animales y plantas heterótrofos). El ciclo del carbono explica el recorrido que va teniendo a lo largo del tiempo un átomo de este elemento, en los siguientes pasos:

<p>1</p> <p><i>El átomo de C se encuentra en la atmósfera presente en el CO_2</i></p>	<p>El recorrido de un átomo de carbono</p>  <p>The diagram illustrates the initial state of carbon in the atmosphere. A central molecular model shows a carbon atom (orange) bonded to two oxygen atoms (blue), labeled 'CO₂ atmosférico'. The background features a landscape with a volcano emitting smoke, a factory with a smokestack, and a body of water with fish. A red arrow points from the atmospheric CO₂ towards the next stage.</p>
<p>2</p> <p><i>Los vegetales (algas y plantas) transforman el CO_2 en sustancias orgánicas, que incluyen esos átomos de C, mediante la fotosíntesis.</i></p>	<p>El recorrido de un átomo de carbono</p>  <p>The diagram illustrates the process of photosynthesis. A red arrow from the atmospheric CO₂ points to a box labeled 'Fotosíntesis'. A text box on the right states: 'Los vegetales captan el carbono de la atmósfera mediante la fotosíntesis, en forma de CO_2, y lo transforman en compuestos orgánicos.' The background features a landscape with a volcano, a factory, and a body of water. A red arrow points from the atmospheric CO₂ towards the next stage.</p>

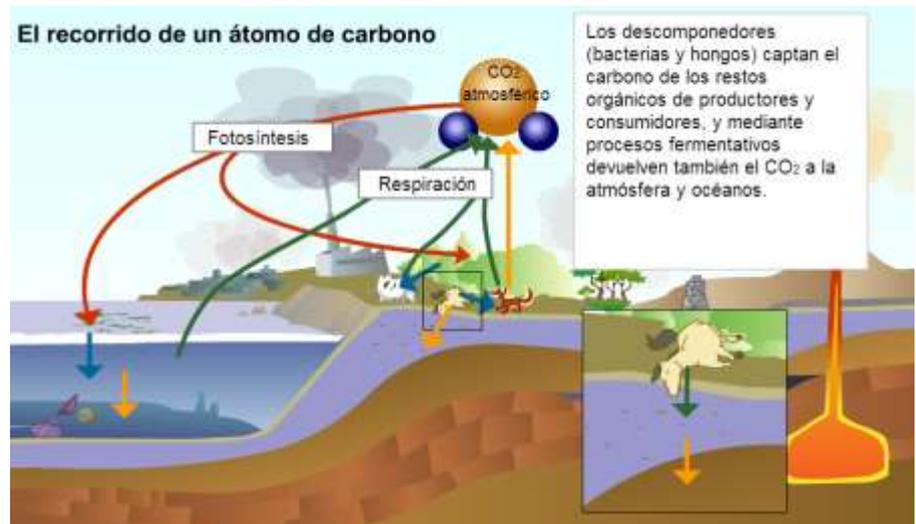
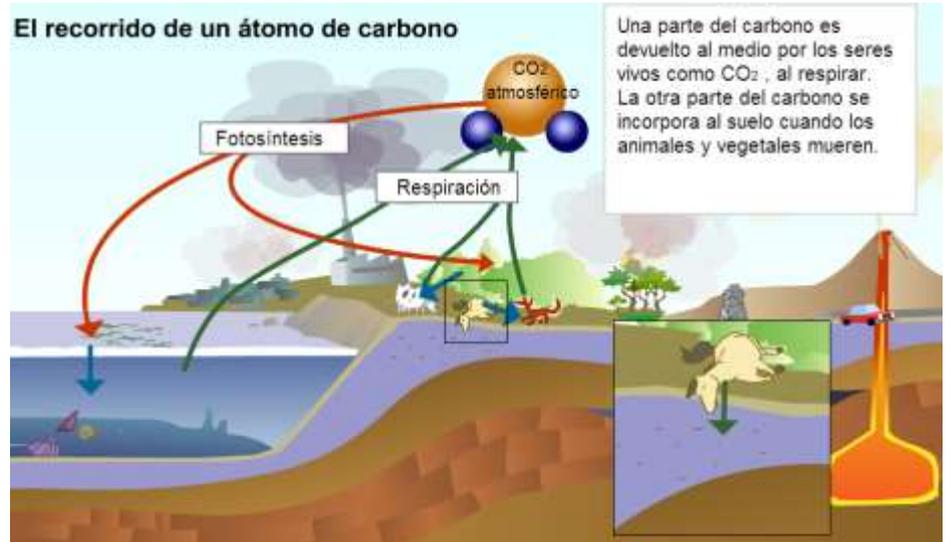
3

Los productores (plantas y algas), al sintetizar esos compuestos orgánicos, los introducen en toda la red trófica, ya que esa materia primero la utilizarán los herbívoros que coman esas plantas, después los carnívoros que coman a esos herbívoros, etc. De esta forma, los átomos de C van pasando de unas especies a otras.



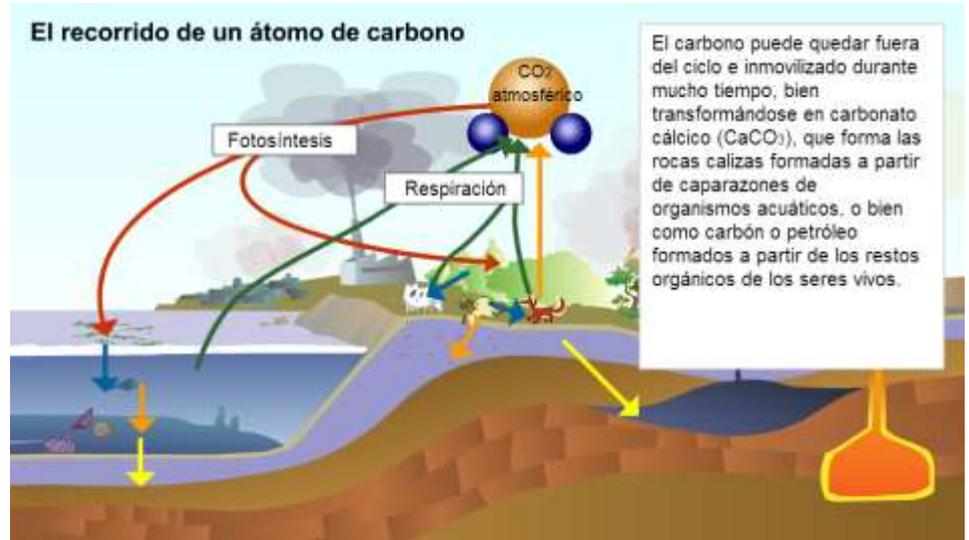
4

Parte del carbono que incorporan los seres vivos a través de la alimentación a su organismo, se libera en forma de CO_2 en la respiración, volviendo así estos átomos de C a su origen, es decir, el dióxido de carbono atmosférico, completando el ciclo. Otra parte queda en el organismo, y, cuando mueren esos seres, por la acción de los descomponedores, se incorporan al suelo, o bien vuelven también a la atmósfera en forma de CO_2 mediante procesos de descomposición.



5

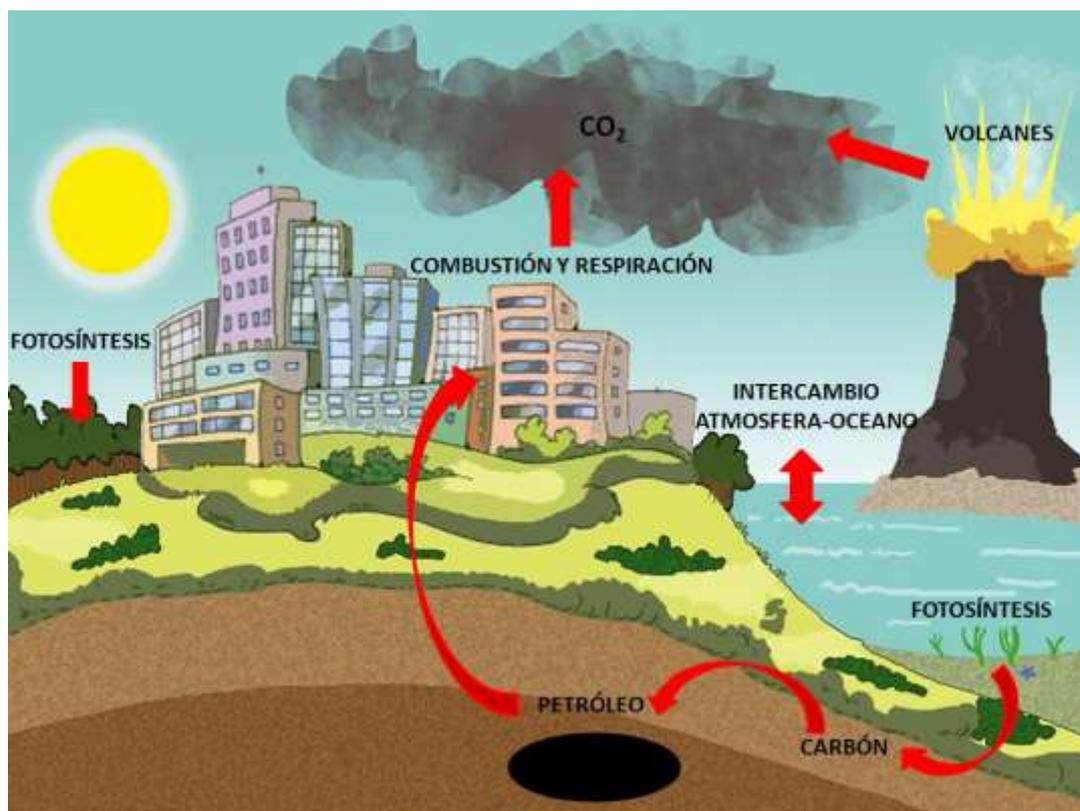
El carbono puede quedar fuera del ciclo durante largos periodos de tiempo transformándose en carbonato que forma parte de las rocas calizas, o bien en reservas de carbón y petróleo. Posteriormente, por la acción humana, ese petróleo y carbón puede quemarse, produciendo en su combustión CO_2 , volviendo los átomos de carbono a la atmósfera y completando el ciclo. También los volcanes pueden liberar CO_2 en los procesos de combustión cuando entran en erupción.



6

La combustión natural o provocada de madera, provoca que el carbono de los productores, incorporado a su organismo por la fotosíntesis, también pueda volver a la atmósfera completando el ciclo.





El [petróleo](#), [carbón](#) y la [materia orgánica](#) acumulados en el suelo son resultado de épocas en las que se ha devuelto menos CO_2 a la atmósfera del que se tomaba. Así apareció el O_2 en la atmósfera. Si hoy consumiéramos todos los combustibles fósiles almacenados, el O_2 desaparecería de la atmósfera. Como veremos el ritmo creciente al que estamos devolviendo CO_2 a la atmósfera, por la actividad humana, es motivo de preocupación para el medioambiente y el [cambio climático](#).

8. La industria Petroquímica

Fibras

El petróleo no sólo es una fuente de energía, sino que sus derivados tienen cada vez más usos en la vida moderna. Además de combustibles, del petróleo se obtienen fibras, plásticos, detergentes, medicamentos, colorantes y una amplia gama de productos de múltiples usos.

Las fibras están formadas por moléculas de estructura alargada que forman largas cadenas muy estrechas que se enlazan unas con otras hasta formar hilos de un grosor inferior a 0.05 cm. Pueden ser de origen animal, como la lana o la seda, de origen vegetal, como el lino o el algodón, de origen mineral, como la fibra de vidrio o los hilos metálicos o de origen sintético, la mayoría de las cuales se obtienen a partir del petróleo.

La primera fibra sintética obtenida del petróleo fue el nailon, Pero pronto aparecieron otras fibras sintéticas como el poliéster, la lycra o las fibras acrílicas.

Aunque la mayor parte de la producción de fibras derivadas del petróleo se emplea para elaborar tejidos y prendas de vestir, una parte significativa se ha desarrollado con fines específicos, como aislantes térmicos para los astronautas, tejidos antibalas para soldados y policías o trajes ignífugos para bomberos, y después han pasado a su uso en prendas de vestir cotidianas.



Tejidos de poliéster



El rattan sintético de los muebles de jardín también es derivado del petróleo



Buzo ignífugo

Plásticos

Los plásticos tienen una estructura molecular similar a las fibras, sólo que en su producción se permite que las largas cadenas que constituyen las moléculas se entremezclen, formando láminas, en lugar de hilos. Pueden ser de origen natural, como el hule o el caucho, pero los más importantes son los sintéticos, derivados del petróleo.

Los plásticos pueden moldearse con facilidad, son muy resistentes al ataque de productos químicos, impermeables, aislantes térmicos y eléctricos, y tenaces. Propiedades que los hacen muy útiles en la elaboración de recipientes, aislantes de cables eléctricos o para asas de utensilios de cocina.

Cabe destacar:

- **PVC.** El policloruro de vinilo ($\text{CH}_2=\text{CHCl}$) es rígido, impermeable y resistente a los agentes químicos, lo que lo hace ideal para la fabricación de tuberías, láminas y recubrimiento de suelos. Añadiéndole un plastificador, normalmente poliéster, se vuelve flexible, empleándose entonces como aislante en tendidos eléctricos y para fabricar envases de alimentos.

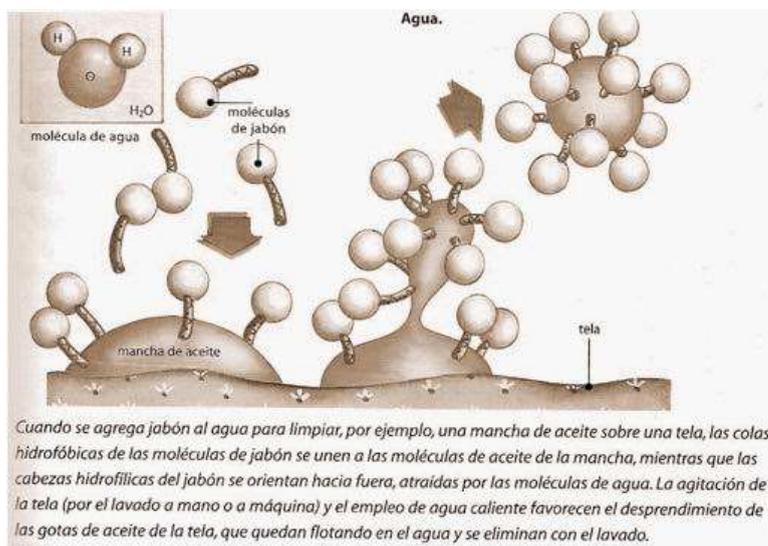


- **Teflón.** El politetrafluoretileno, $(CF_2=CF_2)$ es muy resistente al calor, a la humedad y a los agentes químicos. Sus propiedades lo han generalizado como recubrimiento en utensilios de cocina antiadherentes, de fácil limpieza, o para sellar grifería a rosca.



Detergentes

Los detergentes son moléculas relativamente largas uno de cuyos extremos es soluble en agua y el otro soluble en grasas. En agua forman pequeña esferas con la parte hidrófila hacia el exterior y con la parte hidrófoba en el interior de la esfera. Es en este interior donde se sitúan las grasas y se eliminan de las superficies y tejidos, consiguiendo la limpieza.



Los jabones son agentes obtenidos a partir de aceites y grasas animales y vegetales. En la actualidad los detergentes empleados son biodegradables, de forma que los microorganismos los descomponen en poco tiempo, no contaminando las aguas. Los detergentes empleados en la limpieza de vajillas suelen llevar protectores de la piel.

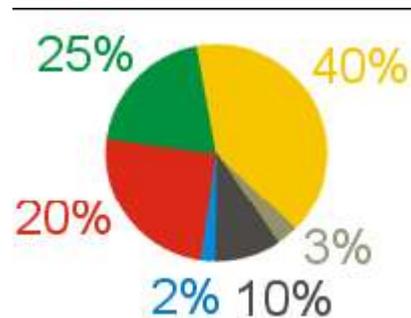
Además de como agentes de limpieza, los detergentes se emplean en minería para facilitar la flotación de ganga o mena y separar el mineral útil de las rocas que lo acompañan.

Combustibles y asfaltos

Del petróleo se extraen la mayor parte de los combustibles empleados en el transporte moderno y en la obtención de energía eléctrica. Formado a partir de plantas y microorganismos marinos primitivos, el petróleo se encuentra, junto con el gas natural, en yacimientos subterráneos. Es una mezcla compleja de hidrocarburos (compuestos de carbono e hidrógeno) que, antes de emplearse industrialmente, es refinado, proceso que consiste en una destilación para separar los distintos componentes que lo forman.

Una vez separados los distintos componentes del petróleo, se destinan a las distintas industrias petroquímicas y, una parte muy importante, se convierte en combustibles como la gasolina y el gasóleo que se emplean no sólo como combustibles en los vehículos de combustión interna, automóviles, barcos o aviones, sino en las centrales térmicas, para la obtención de la electricidad. Así, de un barril de petróleo, que contiene 159 l, se obtienen unos 115 l de combustibles.

El asfalto es el componente residual del refinado del petróleo, empleándose como impermeabilizante y para la construcción de carreteras.



EJERCICIOS

1. **¿Cómo se obtiene el amoníaco de forma industrial?**

- A) Mediante el método de Bosch – Haber
- B) Mediante el método de contacto
- C) Mediante el método de las cámaras de plomo

2. **¿Cuál es la fórmula del ácido sulfúrico?**

- A) CaSO_4
- B) NH_3
- C) H_2SO_4

3. **La metalurgia consta de dos fases diferenciadas. ¿Cuáles?**

- A) Concentración y refinado
- B) Concentración y filtrado
- C) Decantación y filtrado

4. **¿Qué método se suele emplear para separar la mena de la ganga?**

- A) Decantación
- B) Flotación
- C) Filtración

5. **Une cada palabra con su definición:**

- | | |
|-----------------|--|
| a) Escombros | 1) Sin vida, incapaz de reaccionar con otro |
| b) Inerte | 2) Se dice de lo que, dado los antecedentes, es fácil que ocurra |
| c) Imprevisible | 3) Materiales de desecho |

6. **¿En qué consiste el efecto invernadero y qué peligros conlleva?**

7. **¿Cuál es el origen de la lluvia ácida?**

8. **¿Qué riesgos para la salud produce el debilitamiento de la capa de ozono?**

9. Muchas industrias, las centrales térmicas, por ejemplo, vierten agua caliente a ríos, lagos o al mar. ¿Podemos considerar ese vertido como contaminante?

10. ¿Qué sustancia es la principal causa del efecto invernadero?

11. ¿Qué productos ocasionan la destrucción de la capa de ozono?

12. Indica el nombre de tres fibras que se empleen en el vestido.

13. ¿Cuál es la principal aplicación en el hogar del Teflón?

14. ¿Qué otra utilidad, aparte de la limpieza, tienen los detergentes?

15. ¿Qué nombre químico recibe la aspirina?

16. La principal aplicación, en el campo farmacéutico, de la ingeniería genética es...

17. ¿Cuál es la función de la capa de ozono?

18. Cuales son las dos fases del ciclo del carbono y en que consisten

19. ¿Qué es el PVC?

20. Utilidad del ácido sulfúrico.

21. ¿Cuántos moles de SO_2 hay en 130 gramos de dicho óxido? Masa molar: 64g/mol

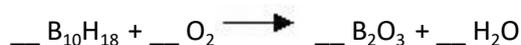
22. ¿Cuántos moles son 20 gramos de cobalto? Masa atómica del Co = 58, 93.

23. Indica cuántos gramos son 5 moles de potasio (K).Masa atómica del K = 39,10

24. ¿Cuántos gramos serán 2 moles de hidróxido sódico (NaOH)? Masas atómicas: Na = 23 ,O = 16, H = 1.

25. ¿Cual será la masa de un mol de agua (H₂O)? O = 16, H = 1.

26. Balancee la siguiente ecuación:



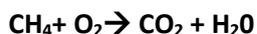
27. Balancee la siguiente ecuación:



28. Balancee la siguiente ecuación



29. Observa la siguiente reacción química y responde las siguientes cuestiones:



- Indica qué sustancias son reactivos y qué sustancias productos.
- Calcula la masa molecular y molar de cada una de las sustancias que aparecen en la reacción química.
- Ajusta la reacción química.
- Si partimos de 6 moles de metano (CH₄), ¿cuántos moles de agua (H₂O) se formarán?

- e) Si partimos de 2 moles de metano, ¿cuántos gramos de dióxido de carbono se obtendrán?

Datos: Aquí tienes las masas atómicas necesarios para realizar el ejercicio.

$$O = 16 \quad H = 1 \quad C = 12$$

30. Observa la siguiente reacción química y responde las siguientes cuestiones:



- a) Indica qué sustancias son reactivos y qué sustancias productos.
- b) Calcula la masa molar de cada una de las sustancias que aparecen en la reacción química
- c) Ajusta la reacción química.
- d) Si partimos de 6 moles de ácido clorhídrico (HCl), ¿cuántos moles de la molécula de cloro (Cl₂) se formarán?
- e) Si partimos de 2 moles de ácido clorhídrico, ¿cuántos gramos de agua se obtendrán?

Datos: Aquí tienes los pesos atómicos necesarios para realizar el ejercicio.

$$O = 16 \quad H = 1 \quad Cl = 17 \quad Mn = 25$$

31.- Calcula:

- a) ¿Cuántos moles de H₂SO₄ hay en 200 gramos de dicha sustancia?
- b) ¿Cuántos moles de NaOH hay en 80 gramos de dicha sustancia?
- c) ¿Cuántos moles de SO₂ hay en 180 gramos de dicha sustancia?

d) ¿Cuántos moles de CaCO_3 hay en 300 gramos de dicha sustancia?

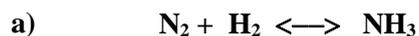
e) ¿Cuántos moles de Fe_2O_3 hay en 270 gramos de dicha sustancia?

32.- Al reaccionar butano con oxígeno se produce dióxido de carbono y agua. Escribe y ajusta la ecuación química correspondiente a la reacción. A continuación completa la tabla.

	C_4H_{10}	O_2	CO_2	H_2O
Moles que intervienen en la reacción				
Gramos que intervienen en la reacción (depende del número de moles)				

A la luz de los datos de la tabla anterior, ¿cuántos moles de metano hacen falta para obtener 45 gramos de dióxido de carbono?

33 - Balancea las siguientes ecuaciones:



- f) $\text{FeS}_2 \longleftrightarrow \text{Fe}_3\text{S}_4 + \text{S}_2$
- g) $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{C} \longleftrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 + \text{CO}_2$
- h) $\text{SO}_2 + \text{O}_2 \longleftrightarrow \text{SO}_3$
- i) $\text{NaCl} \longleftrightarrow \text{Na} + \text{Cl}_2$
- j) $\text{HCl} + \text{MnO}_2 \longleftrightarrow \text{MnCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$
- k) $\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{C} \longleftrightarrow \text{CO} + \text{K}$
- l) $\text{Ag}_2\text{SO}_4 + \text{NaCl} \longleftrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{AgCl}$
- m) $\text{NaNO}_3 + \text{KCl} \longleftrightarrow \text{NaCl} + \text{KNO}_3$
- n) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO} \longleftrightarrow \text{CO}_2 + \text{Fe}$
- ñ) $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \longleftrightarrow \text{NaHCO}_3$
- o) $\text{FeS}_2 + \text{O}_2 \longleftrightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2$
- p) $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{Al} \longleftrightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Cr}$
- q) $\text{Ag} + \text{HNO}_3 \longleftrightarrow \text{NO} + \text{H}_2\text{O} + \text{AgNO}_3$
- r) $\text{CuFeS}_2 + \text{O}_2 \longleftrightarrow \text{SO}_2 + \text{CuO} + \text{FeO}$

ANEXO – TABLA PERIÓDICA

TABLA PERIÓDICA DE LOS ELEMENTOS

<http://www.periodni.com/es/>

PERIODO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
GRUPO	IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VIB	VIB	VIB	VIB	VIB	VIB	VIIB	IIIA	IVA	VIA	VIA	VIIIA	
1	1.0079 H HIÓGENO																	4.0026 He HELIO	
2	6.941 Li LITIO	9.0122 Be BERILIO																18.998 Ne NEÓN	
3	22.990 Na SODIO	24.305 Mg MAGNESIO																39.948 Ar ARGÓN	
4	39.098 K POTASIO	40.078 Ca CALCIO	44.956 Sc ESCANIO	47.867 Ti TITANIO	50.942 V VANADIO	51.996 Cr CROMO	54.938 Mn MANGANESO	55.845 Fe HIERRO	58.933 Co COBALTO	58.933 Ni NIOBEL	58.933 Cu COBRE	63.546 Zn ZINC	65.38 Ga GALIO	69.723 Ge GERMANIO	72.64 As ARSENICO	74.922 Se SELENIO	78.96 Br BROMO	83.798 Kr KRIPTON	
5	85.468 Rb RUBIDIO	87.62 Sr ESTRONCIO	88.906 Y YTRIO	91.224 Zr CIRCONIO	92.906 Nb NIOBIO	95.96 Mo MOLIBDENO	101.07 Tc TECNICIO	102.91 Ru RUTENIO	106.42 Rh RODIO	106.42 Pd PALADIO	106.42 Ag PLATA	112.41 Cd CADMIO	114.82 In INDIO	118.71 Sn ESTAÑO	121.76 Sb ANTIMONIO	127.60 Te TELURO	126.90 I YODO	131.29 Xe XENÓN	
6	132.91 Cs CESIO	137.33 Ba BARIO	137.33 La-Lu Lantánidos	178.49 Hf HAFNIO	180.95 Ta TANTALO	183.84 W WOLFRAMIO	186.21 Re REHMO	190.23 Os OSMIO	192.22 Ir IRIDIO	195.08 Pt PLATINO	196.97 Au ORO	200.59 Hg MERCURIO	204.38 Tl TALIO	207.2 Pb PLOMO	208.98 Bi BISMUTO	209 Po POLONIO	210 At ASTATO	222 Rn RADÓN	
7	223 Fr FRANCIO	226 Ra RADIO	89-103 Ac-Lr Actinidos	227 Rf RUTHERFORDIO	268 Dsb DUBNIO	271 Sg SEABORGIO	272 Bh BOHRIO	277 Hs HASSIO	281 Ds DARMSTADTIO	281 Rg ROGENTENIO	280 Cn COPERNICIO	285 Fl FLEROVIO	287 Mt MOSCOVIO	288 Lv LIVERMORIO	289 Uup UNUNPENTIO	291 Lv LIVERMORIO	291 Uus UNUNSEPTIO	291 Uuo UNUNOCTIO	
LANTÁNIDOS																			
57	138.91 La	140.12 Ce	140.91 Pr	144.24 Nd	145 Pm	151.96 Eu	157.25 Gd	158.93 Tb	162.50 Dy	164.93 Ho	167.26 Er	168.93 Tm	173.05 Yb	174.97 Lu					
ACTINIDOS																			
89	227 Ac	232.04 Th	231.04 Pa	238.03 U	237 Np	244 Pu	243 Am	247 Cm	247 Bk	251 Cf	252 Es	257 Fm	258 Md	262 No	262 Lr				

MASA ATÓMICA RELATIVA (1)

GRUPO IUPAC

NÚMERO ATÓMICO 5

SÍMBOLO B

NOMBRE DEL ELEMENTO BORO

ESTADO DE AGREGACIÓN (25 °C)
 Ne - gaseoso Fe - sólido
 Hg - líquido Te - sintético

Clasificación:
 Metales: Metales alcalinos, Metales alcalinotérreos, Elementos de transición, Lantánidos, Actinidos, Semimetales, No metales, Anfígenos, Halógenos, Gases nobles.

(1) Pure Appl. Chem., 81, No. 11, 2131-2156 (2009).
 Las masas atómicas relativas se expresada con cinco cifras significativas. El elemento no tiene núcleos estables. El valor encerrado en paréntesis, por ejemplo [209], indica el número de masa de más larga vida del elemento. Sin embargo tres de tales elementos (Th, Pa y U) tienen una composición isotópica terrestre característica, y para estos es tabulado un peso atómico.

Copyright © 2012 IUPAC