

## REACCIONES QUE PROPORCIONAN SUSTANCIAS COMUNES

La mayoría de los procesos naturales transcurren mediante reacciones químicas: la digestión, la fotosíntesis de las plantas, la descomposición de la materia...

El desarrollo de la química ha permitido conocer y controlar muchas reacciones a través de las cuales se obtienen nuevos materiales, medicamentos, combustibles, etc.

### Reacciones de descomposición

Se consigue mediante reacciones de descomposición. Algunos ejemplos de este tipo de reacciones son:

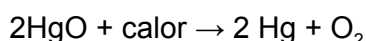
**Obtención de cloro.** El cloro es una sustancia con múltiples aplicaciones, como la elaboración de plásticos, la producción de agroquímicos, fármacos o insecticidas, se usa como blanqueante y desinfectante para el agua.

Se obtiene industrialmente mediante la descomposición electrolítica de cloruro sódico que tienen que estar disueltos o fundidos.



**Obtención de mercurio.** Conocido desde la antigüedad, se usa actualmente en la confección de espejos, en instrumentos de medida, en la industria de explosivos, en medicina, etc.

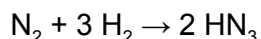
Se puede obtener por descomposición térmica del óxido de mercurio.



Las **reacciones de descomposición** son aquellas en las que una sustancia se transforma en otras más sencillas debido a un aporte energético, que puede ser mediante calor o energía eléctrica

### Reacciones de síntesis

Un ejemplo muy importante es la producción de amoníaco. El amoníaco es una sustancia que se utiliza habitualmente como producto de limpieza y como fertilizante. Se obtiene industrialmente a partir de la reacción de síntesis.

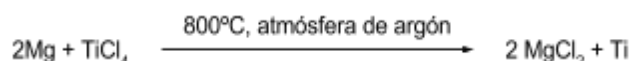


Las **reacciones de síntesis** son aquellas en las que dos o más sustancias simples, elementos o compuestos, reaccionan para dar un único compuesto más complejo

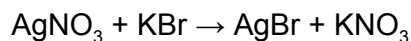
### Reacciones de intercambio

Obtención de titanio. El cuadro de las bicicletas de carreras es de titanio o los implantes dentales. Es un metal ligero y resistente por lo que también se utiliza en la industria del automóvil, aeronáutica, espacial y naval.

No se encuentra libre en la naturaleza. Se obtiene a partir de un mineral, la ilmenita, en un proceso que tiene varias fases. La última es la reacción de sustitución simple siguiente:



Obtención de bromuro de plata (AgBr). Es un compuesto que se utiliza en fotografía debido a su sensibilidad a la luz. Se puede encontrar como mineral, pero normalmente se obtiene de la reacción de doble sustitución siguiente:



En esta reacción se produce el intercambio de la plata entre los dos compuestos.

Las **reacciones de sustitución** son aquellas en las que un elemento de un reactivo se sustituye o intercambia por un elemento del otro reactivo, formando productos diferentes.

## SUSTANCIAS Y REACCIONES IMPORTANTES PARA LA VIDA Y EL MEDIO AMBIENTE

### Ácidos y bases

Los **ácidos** son sustancias que en disolución acuosa forman iones  $\text{H}^+$  y las **bases** producen iones  $\text{OH}^-$ .

Las disoluciones de ácidos y bases tienen propiedades muy distintas. Los ácidos tienen sabor agrio, mientras que las bases son amargas. Para determinar si una disolución es ácida o básica, se utilizan indicadores, que son sustancias que cambian de color según se ácida o básica la disolución a la que se añaden.

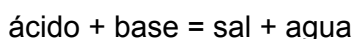
El **pH de una disolución** es un valor numérico comprendido entre 1 y 14, que está relacionado con la concentración de iones  $\text{H}^+$

El patrón de comparación para establecer el pH es el agua pura, que es neutra ( $\text{pH}=7$ ), donde la concentración de iones  $\text{H}^+$  es la misma que la de  $\text{OH}^-$ . Las disoluciones ácidas tienen  $\text{pH}<7$  y la concentración de  $\text{H}^+$  es mayor que la de  $\text{OH}^-$ . En las disoluciones básicas, que tienen  $\text{pH}>7$ , la concentración de  $\text{H}^+$  es menor que la de  $\text{OH}^-$ .

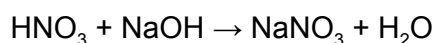
Para medir aproximadamente el pH de una disolución se utiliza un papel impregnado de varios indicadores, que recibe el nombre de papel indicador universal. Sobre una tira de este papel se pone una gota de la disolución problema y se compara el color resultante con el patrón de colores.

### Reacciones de neutralización

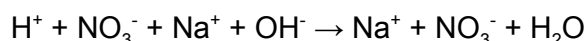
Si mezclamos un ácido y una base, tiene lugar una reacción de neutralización. Los productos de esta reacción, que siempre en una sal y agua, tienen propiedades totalmente diferentes a las de los reactivos.



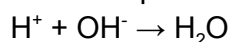
Por ejemplo:



En disolución acuosa, el ácido, la base y la sal están completamente disociados, por tanto, se puede representar la ecuación en su forma iónica:

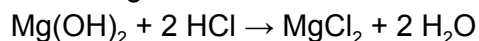


Los iones  $\text{H}^+$  y  $\text{NO}_3^-$  no intervienen en la reacción por tanto la reacción neta es.



La neutralización es la reacción entre los iones  $H^+$  procedentes de un ácido con los iones  $OH^-$  procedentes de una base para dar  $H_2O$

Estas reacciones son muy frecuentes. Los antiácidos, como la leche de magnesia, por ejemplo, son bases que neutralizan los ácidos digestivos.



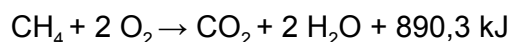
### Cálculos en las reacciones de neutralización

En toda reacción de neutralización, el número de moles de iones  $H^+$  que produce el ácido tiene que ser igual al de moles de iones  $OH^-$  que produce la base.

### Reacciones redox

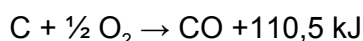
Las reacciones redox son reacciones de transferencia de electrones entre los reactivos.

Un tipo de reacciones redox muy frecuentes son las reacciones de combustión. en ellas, unas sustancias ricas en energía, los combustibles, reaccionan con el oxígeno (comburente), produciendo en muchos casos  $CO_2$  y  $H_2O$ , y desprendiendo energía en forma de luz y calor. Son reacciones que ocurren a una velocidad elevada, como por ejemplo la combustión de gas metano.



Las reacciones de oxidación entre el hierro y otros metales con el oxígeno son reacciones redox pero no combustiones, debido a su lentitud. Por la misma razón no son combustiones las reacciones que se producen en las células durante el metabolismo de los alimentos, aunque las sustancias reaccionen con el oxígeno y se desprenda energía.

Las reacciones que se denominan combustiones incompletas tienen lugar con una cantidad limitada de oxígeno. Por ejemplo, cuando el carbono se quema en una atmósfera pobre en oxígeno se produce monóxido de carbono.



## LA QUÍMICA DE LOS MATERIALES

Se puede decir que la química es la ciencia de los materiales y las sustancias, una parte de las ciencias de la naturaleza que se pregunta de qué están hechas las cosas y cómo usarlas en nuestro beneficio. Aunque es una ciencia relativamente reciente, ha participado en los más importantes acontecimientos de nuestra sociedad durante los siglos XIX y XX, en la mayoría de los casos con fines positivos.

- A lo largo del siglo XVIII se produjo la primera revolución energética e industrial, basada en el carbón. En las primeras coquerías se calentaba en ausencia de aire, el carbón de hulla, que se descomponía en otros productos (coque, gas, alquitrán, etc.) que se utilizaban como materias primas para muchas aplicaciones:
  - El **coque** permitió la elaboración de **hierro** y **acero** en los altos hornos.
  - El **gas**, constituido por una mezcla de hidrógeno, metano y otros gases, se empezó a usar hacia 1800 como gas de **alumbrado**
  - Del **alquitrán** de hulla se obtenían anilina y otros productos orgánicos. Se creó una química de síntesis, que sintetizaba en el laboratorio numerosas sustancias

nuevas. Durante todo el siglo XIX se desarrolló una industria de colorantes de gran repercusión social.

- La fabricación de **cemento Pórtland** supuso en el siglo XIX una revolución en las técnicas de construcción y en la estética de las ciudades. Hoy es el material de construcción más utilizado en el mundo
- La **obtención de amoniaco** a partir del nitrógeno atmosférico (síntesis de Haber) fue un gran acontecimiento de la Historia de la química. A partir del amoniaco se obtienen abonos, pinturas, explosivos, etc.
- La **síntesis de** los primeros **plásticos** como el celuloide, fabricado a partir de sustancias vegetales, se produjo a finales del siglo XIX. El perfeccionamiento de las técnicas de polimerización ha permitido obtener muchos tipos de plásticos y sus uso está muy extendido. Actualmente el petróleo y sus derivados son la materia prima para su fabricación.
- El desarrollo (alrededor de 1950) de **materiales semiconductores** permitió la construcción de primer transistor. Posteriormente, con técnicas fotoquímicas, se ha conseguido miniaturizar los transistores y fabricar con ellos los microprocesadores, que son la base de los ordenadores actuales.
- El **desarrollo de técnicas electroquímicas** ha permitido la obtención masiva de metales como el aluminio y, más recientemente, el titanio.

## Los nuevos materiales

La química no solo estudia el entorno natural, sino que también intenta fabricar sustancias que no se encuentran en la naturaleza, con nuevas propiedades y aplicaciones. En cierto modo se han superado los descubrimientos por casualidad y somos capaces de diseñar sustancias con propiedades esperadas. Además, se sintetizan nuevas sustancias gracias a la interacción de la química con otras ciencias. De este modo han surgido recientemente:

- **Cerámicas técnicas** de extraordinarias propiedades. Unas poseen gran dureza, otras soportan altísimas temperaturas, etc. Se emplean en motores de competición, en astronáutica, etc.
- **Aerogeles**, que son sólidos tan porosos que el 95% de su volumen es aire, con lo que su densidad es ínfima (0,004 a 0,6 g/cm<sup>3</sup>). Sin embargo, son resistentes, químicamente inertes, aislantes en su mayoría y transparentes a la luz.

## Nanotecnología

Podemos definir la nanotecnología como el estudio, diseño, síntesis y manipulación de materiales y técnicas que se mueven en la frontera de lo muy pequeño (10<sup>-9</sup>m).

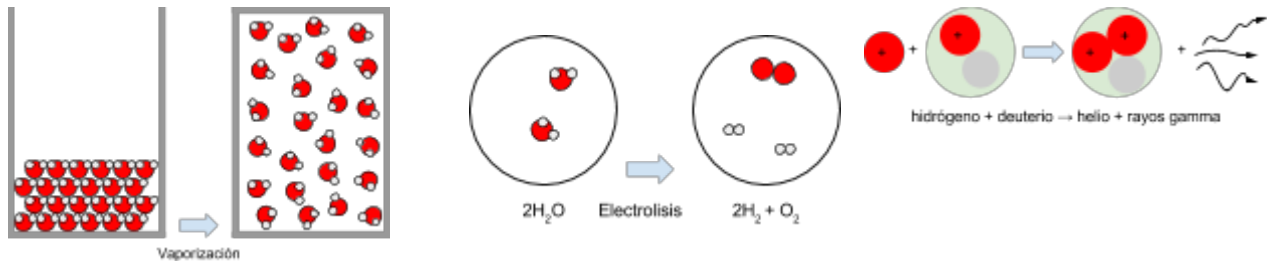
Cuando la materia se manipula a escala molecular, muestra propiedades totalmente nuevas que permiten aventurar una nueva revolución industrial para el siglo XXI, que ya está consiguiendo grandes avances:

- Se están desarrollando nanotubos de carbono, más resistentes que el acero, con sólo un 10% de su peso.
- Componentes informáticos capaces de detectar y destruir células cancerígenas en partes delicadas del cuerpo humano, como el cerebro. O nanopartículas capaces de inducir la regeneración de los tejidos.

## ISÓTOPOS RADIATIVOS Y SUS APLICACIONES

Los procesos nucleares son distintos a los físicos y los químicos: ahora son los propios átomos los que cambian y se originan otros nuevos, es decir, se modifican las magnitudes nucleares, Z (número atómico) y A (número másico).

### Tipos de procesos en la materia



La vaporización es un proceso físico: las moléculas no cambian, sólo su estado de agregación

La descomposición de agua es un proceso químico: cambian las moléculas pero no los átomos

La fusión del hidrógeno es un proceso nuclear: ahora cambian los átomos y se produce un nuevo elemento.

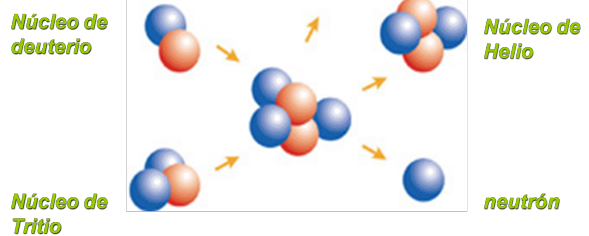
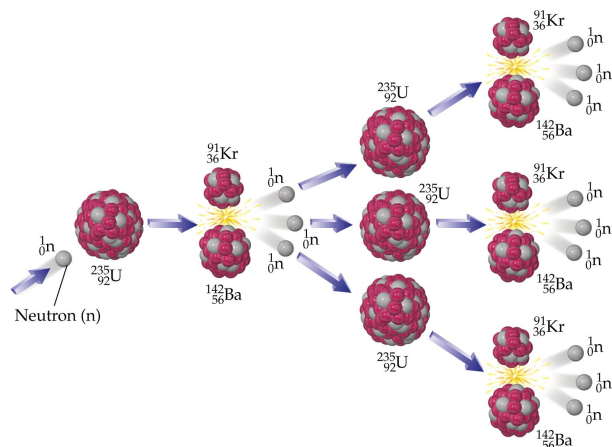
Los procesos nucleares más importantes son:

- **La radiación natural.** Es la emisión espontánea de partículas y radiación procedentes del núcleo de los átomos. Estas emisiones son:
  - **Partículas alfa ( $\alpha$ ).** Son partículas positivas formadas por dos protones y dos neutrones. Una hoja de papel o las células de la piel las detienen.
  - **Partículas beta ( $\beta$ ).** Son partículas negativas procedentes del núcleo ( se crean por la descomposición de neutrones). Penetran en la materia y pueden atravesar una lámina de plomo de 1mm de espesor.
  - **Radiación gamma ( $\gamma$ ).** Son radiaciones análogas a los rayos X, que se desplazan a la velocidad de la luz. Provocan fuertes quemaduras y pueden atravesar 1 m de hormigón o 5 cm de plomo.
- **La fisión nuclear.** Es la ruptura de un núcleo para transformarse en otros núcleos más pequeños.
- **La fusión nuclear.** Es la unión de dos o más núcleos para dar lugar a un núcleo más pesado.

Los procesos de fisión y fusión van acompañados de un gran desprendimiento de energía. El primero se aprovecha en las centrales nucleares. El segundo no permite un aplicación controlada.

**REACCIÓN DE FISIÓN NUCLEAR**

**REACCIÓN DE FUSIÓN**



Cuando se bombardea con neutrones un núcleo pesado como el uranio, se produce una ruptura o fisión nuclear de la que surgen núcleos más pequeños y dos o tres nuevos neutrones

La fusión de dos isótopos de hidrógeno,  ${}^2\text{H}$  y  ${}^3\text{H}$ , da lugar a un núcleo de helio más un neutrón. Procesos de este tipo son los que tienen lugar en las estrellas

### Residuos radiactivos.

Son todos aquellos materiales que contienen núcleos radiactivos y para los cuales no está previsto ningún uso. Se pueden clasificar en función de su estado físico (gases, líquidos o sólidos), según el tipo de radiación que emiten (alfa, beta o gamma) o según su actividad (baja, media o alta).

Su almacenamiento plantea problemas graves ya que pueden mantener la actividad radiactiva durante miles de años. Actualmente se está investigando cómo eliminar estos residuos. De momento, las alternativas con más posibilidades pasan por la formación de vidrios, cerámicas o rocas sintéticas, las cuales se colocan en recipientes muy resistentes y se entierran a gran profundidad, en los denominados cementerios nucleares.

### Isótopos radiactivos

Se suele hablar de la capacidad destructiva de las reacciones nucleares y de los riesgos que conlleva su uso, pero igualmente importantes son las aplicaciones beneficiosas de los isótopos radioactivos, denominados así porque su núcleo es inestable y emiten partículas  $\alpha$ ,  $\beta$  o radiación  $\gamma$ .

- Terapia del cáncer. La emisión radiactiva a dosis bajas puede inducir cánceres, pero esa misma radiación, particularmente los rayos  $\gamma$ , se utiliza para su tratamiento. Ello se debe a que las células cancerosas se destruyen más fácilmente que las normales, por lo que un haz de rayos  $\gamma$  de alta energía bien dirigido puede detener el crecimiento de las células cancerosas.
- Trazadores radiactivos. Son isótopos radiactivos de un elemento, que se usan para trazar la ruta de los átomos en un proceso químico o biológico. El  ${}^{24}\text{Na}$  se inyecta en el torrente sanguíneo como disolución salina y se rastrea para descubrir obstrucciones en el sistema circulatorio el  ${}^{131}\text{I}$ , un emisor  $\beta$ , se utiliza para medir la actividad del tiroides, ya

que es absorbido por esta glándula. El  $^{123}\text{I}$ , emisor  $\gamma$ , permite obtener imágenes del cerebro.

- Irradiar para esterilizar o conservar. La radiación de ciertos isótopos se usa en medicina para esterilizar instrumental. Otra aplicación es la conservación de alimentos: la emisión y de  $^{60}\text{Co}$  elimina insectos y bacterias, lo que permite almacenar los alimentos durante meses sin que se descompongan y sin convertirlos en radiactivos, aunque la radiación puede destruir nutrientes y tener consecuencias aún desconocidas.

Las aplicaciones científicas e industriales de los radioisótopos son también numerosas, permitiendo comprender los mecanismos de ciertas reacciones químicas o determinar, por ejemplo, la autenticidad de pinturas antiguas.

## CONTAMINACIÓN DEL AGUA Y EL SUELO. TRATAMIENTOS

A lo largo del último siglo, el equilibrio de la biosfera está siendo alterado por el ser humano. La acción perjudicial de productos o agentes contaminantes sobre el medio ambiente recibe el nombre de contaminación.

### Contaminación del agua

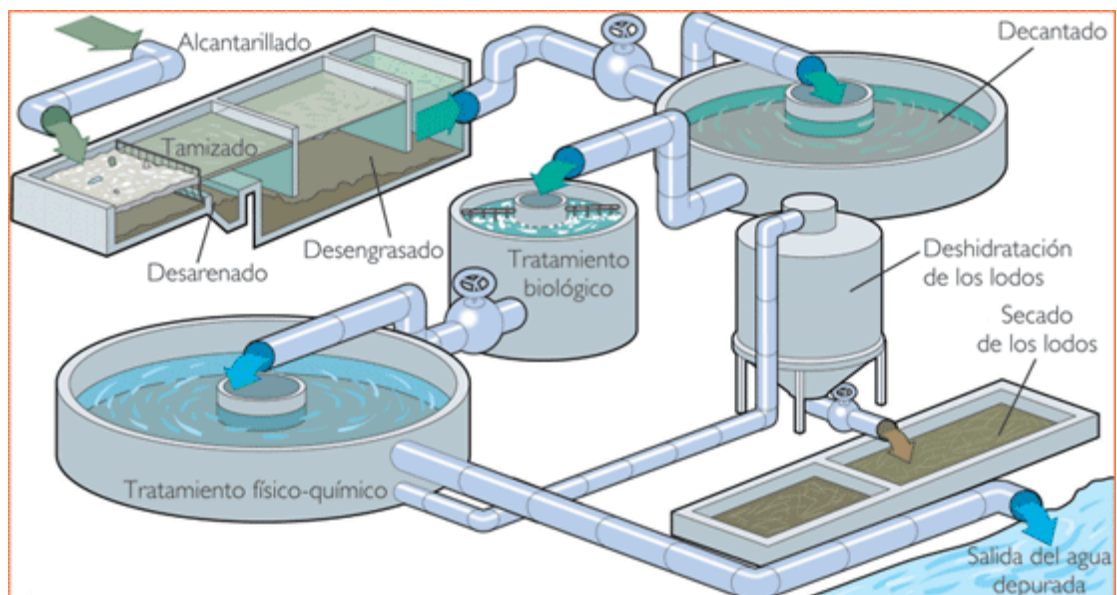
Se produce como consecuencia de la actividad humana, que usa el agua para multitud de procesos y la devuelve al medio, alterada o sucia. La sociedad industrial ha convertido nuestros ríos, lagos y mares en canal y depósito de desechos.

- Contaminación de las aguas continentales. Se produce principalmente por los vertidos: industriales, urbanos, agrícolas y ganaderos, etc.
- Contaminación marina. Se produce no solo por el vertido de bidones de residuos y por accidentes, sino también por la explotación excesiva de nuestras costas y litorales.
- Eutrofización de lagos y pantanos. Consiste en la acumulación excesiva de materia orgánica y nutrientes procedentes de abonos, aguas residuales, etc., depositados por el río, los cuales provocan el desarrollo de microorganismos y algas. El agua se vuelve turbia y verdosa, pierde el oxígeno disuelto y la vida desaparece.

### Tratamiento de las aguas residuales

Antes de enterrar las aguas residuales o devolverlas a los sistemas hídricos locales para su reutilización, es preciso limpiarlas. Ya desde la Antigüedad se sometían a decantación y filtrados naturales con arena y piedras, a fin de depurarlas. Hoy se realiza en plantas especializadas, que efectúan un tratamiento en tres etapas.

1. **Tratamiento primario:** elimina sólidos en suspensión (cribado) y materia inorgánica.
2. **Tratamiento secundario:** reduce el contenido en materia orgánica acelerando los procesos biológicos naturales en tanques de aireación y clarificación
3. **Tratamiento terciario:** para que el agua sea potable es necesario filtrar todos los residuos sólidos o restos de arena y además efectuar los tratamientos químicos necesarios para garantizar su pureza final. Estos tratamientos incluyen cloración, desnitrificación, absorción por carbón activo, etc.



## Contaminación del suelo

Decimos que hay contaminación del suelo cuando la acumulación de sustancias perjudiciales provoca en él una pérdida parcial o total de su productividad, lo cual va acompañado de cierto nivel de toxicidad.

Hay una contaminación de origen natural, que se da por la evolución de la composición de ciertos suelos. Por ejemplo, en suelos con fuertes lavados se origina pérdida de elementos móviles, como el Mg y el Ca, y una concentración de elementos pesados (Cr, Cu y Mn). Al aumentar la cantidad de metales pesados crece el riesgo de que los asimilen ciertas plantas. Sin embargo, nunca como ahora la influencia de la acción humana ha sido tan determinante, lo que ha originado nuevos tipos de contaminación: metales pesados procedentes de minas y fundiciones, residuos domésticos, productos agrícolas, quema de combustibles, producción de lodos, etc.

## Agentes contaminantes

- **Metales pesados:** ciertos oligoelementos son requeridos en pequeñas dosis por los organismos vivos, pero pasado cierto umbral se convierten en elementos muy perjudiciales debido a su toxicidad: As, B, Co, Cr, Cu, Mn, Zn, etc. Algunos no tienen función biológica conocida y no se excretan, por lo que su presencia en los seres vivos conlleva disfunciones muy severas: Cd, Hg, Pb, Ni, Sb y Bi.
- **Plaguicidas y herbicidas:** son productos químicos de síntesis utilizados para combatir parásitos y malas hierbas. Pueden romper ciertas cadenas tróficas y dañar especies beneficiosas. Además, cuando se manejan sin control adecuado pueden pasar a la cadena alimenticia.
- **Fertilizantes:** como resultado del cultivo, el suelo va perdiendo nutrientes y los agricultores se ven obligados a compensarlos aportando fertilizantes, ya sea naturales o artificiales.

Existen 60 elementos químicos constituyentes de las plantas, de los cuales 16 son esenciales, en especial los macronutrientes primarios: N, P y K. Un fertilizante compuesto, por ejemplo el NPK 8-24.16, se denomina así porque contiene un 8% de N, un 24% de  $P_2O_5$  y un 16% de  $K_2O$ .



Su utilización no siempre tienen en cuenta la composición real de la tierra ni sus propiedades, por lo que el agricultor tiende a emplear dosis masivas que van acumulándose en el suelo, lo contaminan y pueden pasar a las aguas subterráneas o superficiales.

## CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

### Contaminación del aire

Los vehículos son los responsables de aproximadamente el 60% de la contaminación urbana. El resto se debe, fundamentalmente, a las calefacciones y las emisiones industriales de los alrededores de los núcleos urbanos.

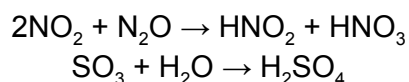
La ausencia de viento potencia el problema; así, algunas ciudades son víctimas de una neblina contaminante que se pega al suelo, denominada smog, que provoca graves trastornos respiratorios.

Principales contaminantes	Efectos en la salud
Óxidos: CO, NO, NO <sub>2</sub>	Trastornos alérgicos y respiratorios, asma, irritación de las mucosas
Metales y polvos en suspensión	Alergias, problemas pulmonares
Compuestos volátiles, derivados clorados y carbonados	Efectos cancerígenos, intoxicaciones.

### Lluvia ácida

Los óxidos de carbono, azufre y nitrógeno pueden proceder de fenómenos naturales, como las erupciones volcánicas, los incendios y la actividad microbiana, o del uso masivo de combustibles fósiles para el transporte y las actividades industriales.

Estos óxidos son arrastrados hacia las capas altas de la atmósfera, donde reaccionan con el vapor de agua, oxidándose de diversos modos:



Los ácidos resultantes, disueltos en el agua de lluvia o en la nieve, precipitan en forma de lluvia ácida.

La lluvia ácida provoca serios daños en los bosques y deteriora, por ejemplo, la piedra de las construcciones y las obras de arte que forman parte del patrimonio arquitectónico.

Los efectos en medios acuáticos (lagos, ríos y estanques) son más evidentes, ya que los organismos que en ellos habitan son más vulnerables a las variaciones de acidez.



### Los gases de efecto invernadero

La vida en la Tierra depende de la energía que recibe del Sol, la cual se reparte según un delicado equilibrio:

- Casi un tercio de la energía solar es reflejada directamente por la atmósfera, las nubes, el polvo en suspensión y por la propia superficie terrestre, y es devuelta al espacio.
- Otra parte es absorbida por continentes y océanos y posteriormente radiada al espacio. Una fracción de esta energía es absorbida por la atmósfera que, a modo de manta para la Tierra, mantiene su temperatura media en torno a los 15°C (35°C más de los que tendría si esto no ocurriera). Este efecto, en principio beneficioso, ya que favorece la vida sobre la Tierra, se llama efecto invernadero.
- El dióxido de carbono, el vapor de agua, el metano, los óxidos de nitrógeno y los compuestos CFC retienen parte de la radiación que la Tierra devuelve al espacio, haciendo que suba la temperatura media del planeta hasta los 18°C. Por ello se denominan gases de efecto invernadero.

Esto puede provocar una alteración climática de consecuencias imprevisibles.

### Agujero en la capa de ozono

La capa de ozono (O<sub>3</sub>) que rodea la Tierra está situada en la estratosfera, entre los 20 y 40 km de altura, y nos protege de la radiación ultravioleta (UV) procedente del Sol.

En los últimos 50 años, se ha detectado una disminución de hasta un 60% en la concentración de ozono en áreas del Polo Sur (agujero de ozono), y de entre un 8% y un 10% en la vertical del hemisferio norte. La falta de protección produce daños sobre la vida vegetal y animal.

La causa principal es la emisión de cloro procedente de los CFC, que destruyen la molécula de ozono mediante la reacción

