

8 Las capas fluidas: atmósfera e hidrosfera

- 1 Características de la atmósfera
- 2 Humedad y temperatura del aire
- 3 La presión atmosférica
- 4 El viento
- 5 Tiempo y clima
- 6 La contaminación atmosférica
- 7 Características de la hidrosfera
- 8 Las aguas saladas: océanos y mares
- 9 Las aguas continentales
- 10 Gestión de los recursos hídricos de Andalucía
- 11 Potabilización y depuración del agua



Las capas más externas de nuestro planeta —atmósfera e hidrosfera— son fluidas: las partículas del aire y del agua se mueven, se desplazan. El agua y el aire, como dos viejos amigos, establecen complejas relaciones entre ellos, de las que dependen la lluvia, el viento, las tormentas, los huracanes, los tornados y otros fenómenos meteorológicos responsables del tiempo, a veces caprichoso, y del clima cambiante.

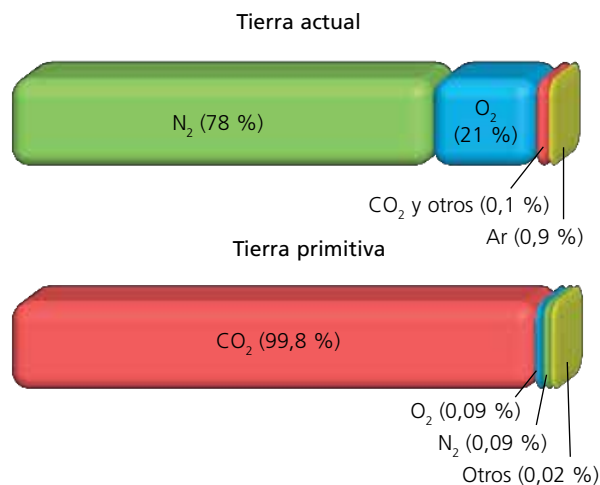
- 1 ¿Crees que el agua salada produce lluvia salada? El dibujo de la derecha muestra una olla de agua salada hirviendo; en la tapa se condensa y se forman gotas, que se recogen en una taza. Si la probases, ¿sería agua dulce o salada?



1 Características de la atmósfera

Interpreta una gráfica

Composición de gases atmosféricos de la Tierra actual y de la Tierra primitiva



■ ¿En qué se diferencian sus atmósferas? ¿Cuál es la causa de estas diferencias?

Aunque no lo veamos, vivimos inmersos en un océano de aire, una delgada envoltura gaseosa que rodea la Tierra, llamada **atmósfera**, formada a partir de los gases emitidos por la intensa actividad volcánica que tuvo lugar en la Tierra primitiva. Estos gases quedaron retenidos por la gravedad terrestre y formaron una capa alrededor de la Tierra.

La **atmósfera** está formada por una mezcla de gases y polvo atmosférico, que denominamos **aire**. Los gases más abundantes son el **nitrógeno** (N₂) y el **oxígeno** (O₂) y, en menor proporción, se encuentran el **argón** (Ar), el **dióxido de carbono** (CO₂), el **vapor de agua** y el **ozono**.

Esta capa gaseosa es esencial para la supervivencia de los seres vivos, pues no solo nos aporta oxígeno y dióxido de carbono, sino que también nos protege de las radiaciones perjudiciales y de los pequeños meteoroides que podrían impactar sobre nuestro planeta y que son volatilizados.

Además, la atmósfera mantiene un rango de temperaturas en la superficie terrestre lo suficientemente elevado como para facilitar el desarrollo de la vida sobre la Tierra.

Los componentes gaseosos de la atmósfera desempeñaron en el pasado un papel fundamental en el origen de la vida sobre la Tierra. En la Tierra primitiva había muy poco oxígeno, ya que este gas es de origen biológico: cuando surgió la vida e hicieron su aparición los primeros organismos fotosintéticos (cianobacterias y algas), la proporción de dióxido de carbono disminuyó progresivamente y aumentó la de oxígeno.

1 Capas de la atmósfera

En la atmósfera se diferencian las siguientes capas:

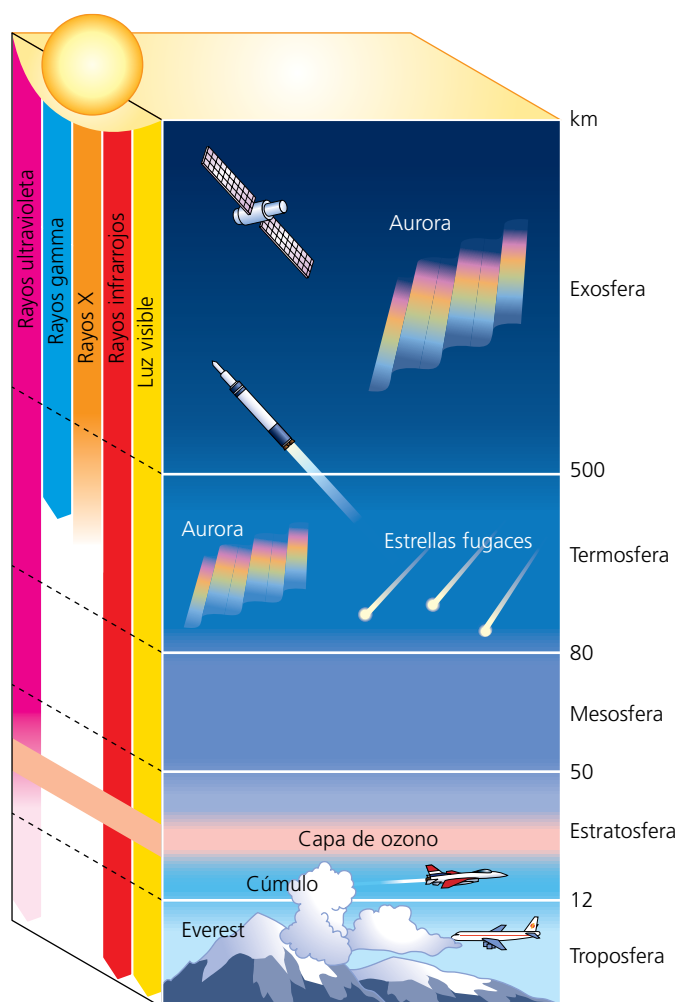
■ **Troposfera.** Es la capa más baja y en ella se concentra la mayor parte de la masa de aire, cuya temperatura disminuye con la altitud. En esta capa se producen los **fenómenos meteorológicos** como la lluvia, la nieve o el viento.

■ **Estratosfera.** En ella la temperatura del aire aumenta progresivamente con la altitud. Entre los 15 y 30 km de altura se encuentra la **capa de ozono**.

■ **Mesosfera.** En esta capa la temperatura vuelve a descender con la altitud. El aire es ya muy escaso, pero suficiente para que los meteoroides que penetran en la atmósfera rocen con las partículas del aire y se inflamen formando las **estrellas fugaces**.

■ **Ionosfera o termosfera.** Aquí la temperatura aumenta hasta los 1 000 °C, debido a la absorción de las radiaciones solares de alta energía, como los rayos X y gamma.

■ **Exosfera.** Es la última capa y la densidad del aire es muy baja, similar a la del espacio exterior.



La atmósfera terrestre. Estructura en capas y función de filtro protector de las radiaciones peligrosas.

2 La función protectora de la atmósfera

Solo una parte de las radiaciones solares, como la luz visible y los rayos infrarrojos, atraviesa la atmósfera sin dificultad, ya que esta actúa como **filtro**: la termosfera absorbe los rayos X y gamma, y la capa de ozono absorbe gran parte de la radiación ultravioleta. Todas ellas son radiaciones de alta energía, perjudiciales para la salud.

Este ozono de la estratosfera, localizado entre los 15 y 30 km de altura, es el «ozono bueno» (el 90 % del total).

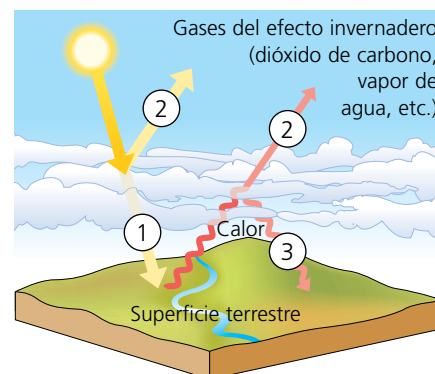
Por el contrario, el ozono que se encuentra en la troposfera, hasta los 12 km de altura, es el «ozono malo» (el 10 % del total). Se forma como consecuencia de las tormentas y de las reacciones químicas que se producen entre los gases contaminantes emitidos por los automóviles en las ciudades, especialmente durante el verano. Es un gas irritante que daña los pulmones y las plantas.

Además, la atmósfera también ejerce de **escudo protector**, pues la mayoría de los meteoroides procedentes del espacio exterior se desintegran al atravesarla.

3 La función reguladora de la atmósfera: el efecto invernadero

A pesar de los filtros atmosféricos, los rayos del sol que atraviesan la atmósfera alcanzan la superficie de la Tierra y la calientan. Pero el dióxido de carbono, el vapor de agua y otros gases que se encuentran en el aire no dejan escapar el calor terrestre: se comportan como el cristal de un invernadero que retiene el calor e impide que se escape hacia el espacio.

Este fenómeno natural y beneficioso para la vida se denomina **efecto invernadero**, que permite a la atmósfera **regular la temperatura** de la superficie terrestre y la mantiene en un valor medio de 15 °C. Sin el efecto invernadero, la temperatura media de la Tierra sería más baja, alrededor de -18 °C.



Efecto invernadero. La radiación solar que atraviesa la atmósfera calienta la tierra, los mares y otras masas de agua (1). Parte del calor se escapa al espacio (2) y otra parte es absorbida por los gases invernadero (3).

- 2 ¿Cuáles son los dos elementos más abundantes en la atmósfera de la Tierra? Indica la importancia de alguno de ellos para la vida.
- 3 ¿Qué significa que la atmósfera tiene función protectora?
- 4 ¿Qué ocurriría en la Tierra si no existiera el efecto invernadero? Nombra un gas que contribuya al efecto invernadero.

Enfoque científico

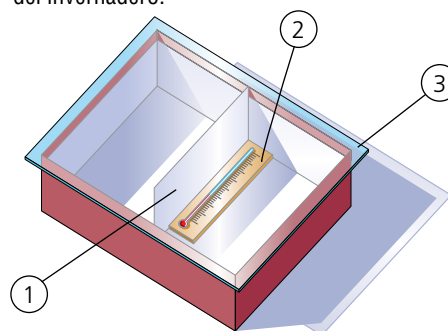
Comprueba cómo se produce el efecto invernadero

Para simular el efecto invernadero (A), puedes realizar un sencillo experimento. Necesitarás una caja de cartón sin tapa, un termómetro que mida la temperatura ambiente, un cristal, una cartulina y pegamento.

1. Dobla la cartulina en dos partes, en ángulo recto, y pégala en el fondo de la caja (1).
 2. Sitúa el termómetro en el fondo, de modo que la parte vertical haga que le dé sombra cuando pongas la caja al sol (2). Espera 15 minutos y anota la temperatura.
 3. Después tapa la caja con un cristal o un plástico transparente (3). Espera otros 15 minutos y anota la temperatura; comprobarás que ha subido notablemente porque el interior de la caja se calienta más que sin la tapa. Esto se debe a que el cristal o el plástico no dejan escapar el calor de la caja, de forma similar a los gases de efecto invernadero de la atmósfera.
- Busca información y elabora un informe sobre la función reguladora de la atmósfera y las actividades que pueden incrementar el efecto invernadero en nuestro planeta. ¿Qué ocurriría en la Tierra si no existiera el efecto invernadero? Presenta tu comunicación al resto de la clase.



La radiación calorífica queda atrapada en el interior del invernadero.

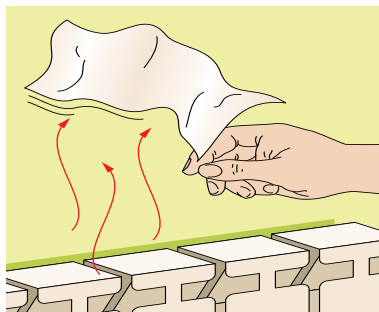


2 Humedad y temperatura del aire

Experimenta

El aire caliente es más ligero que el aire frío

Coge un papel fino, colócalo sobre un radiador muy caliente del aula y observa lo que ocurre. Comprueba que el papel se mueve como si lo estuvieras agitando.



Esto sucede porque se ha formado una corriente de aire: el radiador calienta el aire, que asciende hacia el techo del aula, mientras que el aire más frío desciende y ocupa su lugar.

■ ¿Sabrías decir por qué ascienden los globos aerostáticos?

Aunque no lo podamos ver, en la atmósfera siempre hay una cierta cantidad de **agua** en forma de **vapor** que procede de la transpiración de los árboles y de los animales y de la evaporación del agua de los mares, los ríos, etc., por el calor del Sol.

La **humedad atmosférica** es la cantidad de agua que contiene el aire en forma de vapor.

El porcentaje de humedad depende de la temperatura: cuanto mayor es la temperatura del aire, mayor es la humedad y más cantidad de vapor de agua puede contener la atmósfera. El valor de este porcentaje varía de unas regiones a otras: casi el 0 % en los desiertos y cerca del 4 % en las zonas húmedas. Probablemente, tu habitación contiene alrededor de un cuarto de litro de vapor de agua.

1 La condensación del vapor de agua

Al aire le ocurre lo que a otros cuerpos: cuando se calienta, se dilata y aumenta de volumen: sus moléculas se expanden y ocupan más espacio, por lo que el **aire caliente** se hace menos denso y asciende. Por el contrario, el **aire frío** se hace más denso, sus moléculas se compactan y descienden.

A medida que el aire caliente y húmedo asciende, se va enfriando, hasta que alcanza una temperatura que no le permite contener tanta cantidad de vapor de agua, una parte del cual se condensa y forma minúsculas gotas de agua que originan las **nubes**.

■ Si la condensación del vapor de agua da lugar a una nube baja de pequeñísimas gotas en contacto con el suelo, se forma la **niebla**.

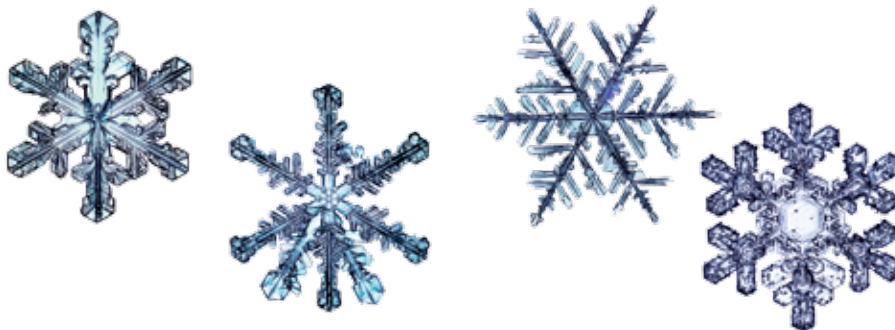
■ Si las gotas de agua de la nube se unen, aumentan su tamaño y caen al suelo, se originan las **precipitaciones**.

2 Tipos de precipitaciones

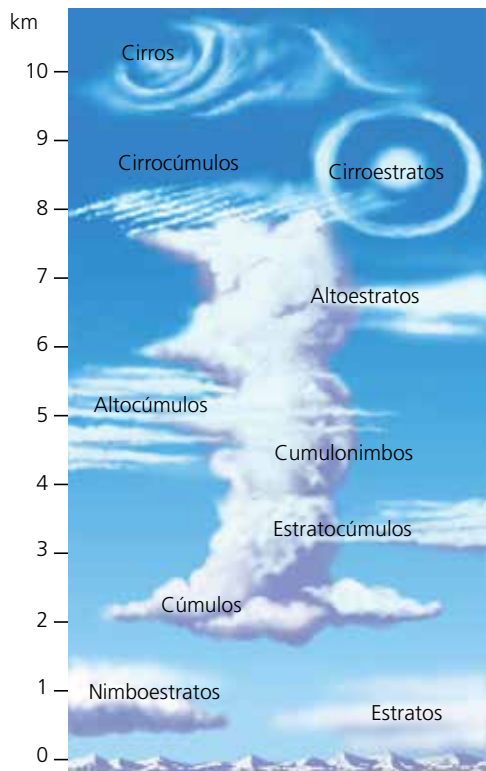
Las precipitaciones pueden ser de distinto tipo, en forma de gotas de agua o de cristales de hielo:

■ **Granizo.** Precipitación de cristales de hielo de aspecto globular que se forman en regiones muy altas y frías de las nubes de tormenta, como los cumulonimbos.

■ **Nieve.** Precipitación a una temperatura inferior a 0 °C, lo que da lugar a que las gotas de agua de la nube se congelen y formen pequeños cristales de hielo, con frecuencia de aspecto estrellado.



Cristales de nieve. Pueden adoptar formas muy variadas.



Tipos de nubes y altitud a la que se encuentran.

■ **Rocío.** Condensación del vapor de agua que forma pequeñas gotas sobre la superficie de los objetos (especialmente las hojas de las plantas) cuando las temperaturas son bajas pero superiores a 0 °C, sobre todo al amanecer.

■ **Escarcha.** Congelación del vapor de agua que forma pequeños cristales de hielo sobre la superficie de los objetos cuando la temperatura es inferior a 0 °C.

■ **Lluvia.** Precipitación de gotas de agua pequeñas y dispersas. Las nubes, y las lluvias que originan, se forman en los lugares en los que el aire cálido cargado de humedad asciende y se enfría. Este ascenso puede ocurrir de tres maneras:

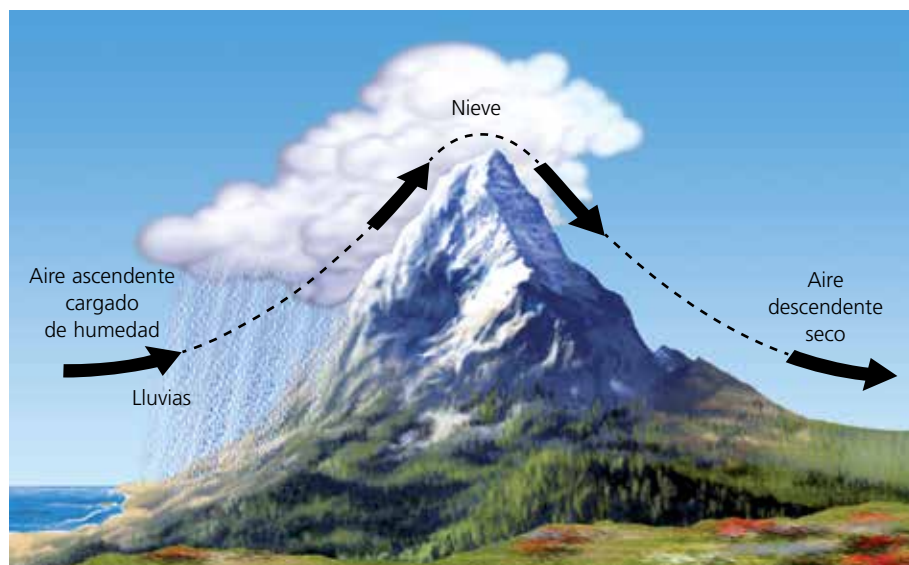
■ **Lluvias de frente o frontales.** Los frentes de aire son superficies de choque que se generan entre grandes masas de aire frío y caliente, que colisionan entre sí y forman lluvias. Pueden ser frentes cálidos o fríos.

■ **Lluvias causadas por el calor.** En los días de verano de mucho calor, el aire que está en contacto con la superficie del suelo se calienta mucho y asciende, y al hacerlo, se enfría. El vapor de agua se condensa y se forman nubes muy altas, del tipo de los cumulonimbos, que suelen generar **tormentas**.

El desplazamiento de las nubes y el movimiento de las gotas de agua dentro de ellas producen electricidad estática, la misma que se genera cuando frotas un bolígrafo sobre un jersey de lana, pero en una cantidad mucho mayor.

La electricidad estática liberada hacia el suelo en una descarga muy fuerte es el **rayo**. El resplandor que produce es el **relámpago**. El aire que circunda al rayo se calienta bruscamente y produce un estampido, que es el **trueno**.

■ **Lluvias causadas por el relieve.** Cuando el aire cálido y húmedo empujado por el viento se encuentra con una barrera montañosa, se ve obligado a elevarse para sobrepasarla, y al hacerlo, se enfría, el vapor de agua se condensa y se forman lluvias.



Lluvias causadas por el relieve.

- 5 ¿Qué es la humedad? ¿De qué variable depende?
- 6 Describe en tu cuaderno los principales tipos de precipitaciones.
- 7 ¿Qué son las lluvias causadas por el relieve?

Controla tu salud

Protégete del rayo

El rayo descarga sobre objetos elevados o acabados en punta. Si te sorprende una tormenta no te refugies bajo los árboles ni llesves objetos metálicos o puntiagudos, como una caña de pescar.



Un poco de matemáticas

Calcula la distancia de la tormenta

■ Si sabes que la luz viaja a la velocidad de 300 000 km/s y que el sonido se desplaza a una velocidad de 340 m/s, ¿a qué distancia se encuentra una tormenta si desde que ves el relámpago hasta que escuchas el trueno transcurren 12 s?

3 La presión atmosférica

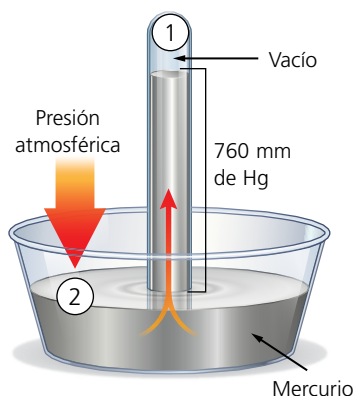
Un paseo por la historia

El peso del aire y el vacío

Evangelista Torricelli (1608-1647), científico italiano discípulo de Galileo, explicó la naturaleza del vacío al mismo tiempo que descubrió la presión atmosférica: el aire que nos rodea pesa sobre nuestras cabezas.

El experimento consistió en llenar con mercurio un tubo de cristal de 1 m de largo, lo cerró por un extremo y le dio la vuelta, introduciendo el extremo abierto en una cubeta que también contenía mercurio.

El mercurio solo descendió parcialmente por el tubo, hasta alcanzar una altura de 760 mm sobre el nivel de la cubeta. Había construido un barómetro y descubierto el vacío: el espacio que no contenía mercurio (los 240 mm restantes del tubo).

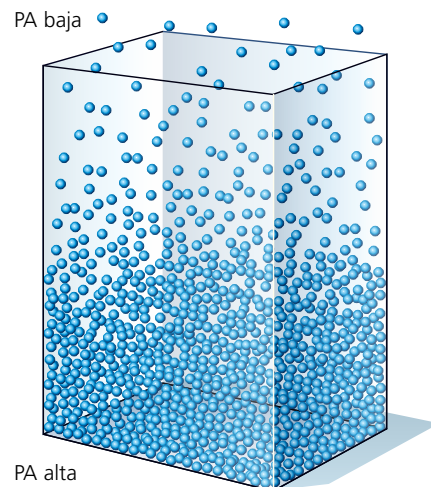


Barómetro de mercurio. La presión que ejerce el peso de la columna de mercurio en 1 es la misma que la ejercida por la atmósfera en 2.

Sentimos el aire cuando se mueve, cuando nos golpea y cuando «sopla» con fuerza; pero no somos conscientes del peso del aire que está sobre nuestras cabezas.

La **presión atmosférica** es el peso que ejercen las diminutas moléculas de los gases que componen el aire sobre la superficie de la Tierra.

Se mide mediante un instrumento denominado **barómetro** y las unidades de medida son el **milibar (mbar)**, que equivale al **hectopascal (hPa)**, la **atmósfera (atm)** y el **milímetro de mercurio (mmHg)**. La presión atmosférica desciende con la altura. Su valor a nivel del mar es de unos $1\,013\text{ mbar} = 1\,013\text{ hPa} = 1\text{ atm} = 760\text{ mmHg}$. Si supera el valor de 1 atm, se denomina alta presión, y si está por debajo, baja presión.

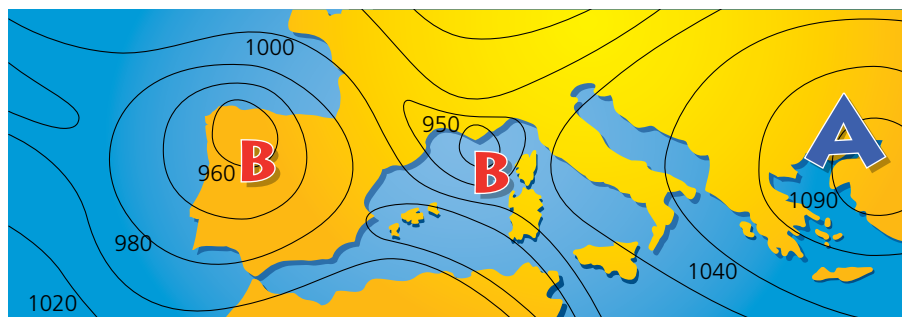


La presión atmosférica (PA) disminuye con la altitud. Cuanto más ascendemos, menos cantidad de gases hay (la atmósfera es menos densa) y, por tanto, hay menos presión atmosférica.

1 Anticiclones y borrascas

Cuando el aire frío y denso desciende sobre la superficie terrestre, aumenta la presión atmosférica; por el contrario, cuando el aire caliente y ligero asciende, disminuye dicha presión. Las zonas de **altas presiones** forman los **anticiclones** y las zonas de **bajas presiones** originan las **borrascas**.

Si unimos los puntos que tienen la misma presión atmosférica, se obtienen unas curvas cerradas y concéntricas que se denominan **isobaras**. Estas pueden rodear una zona de alta presión o anticiclón, que se representa mediante una A, o una zona de baja presión o borrasca, que se representa con una B.



Anticiclón (A) y borrasca (B). Las isobaras reflejan distintos valores de presión atmosférica.

8 ¿Qué es la presión atmosférica y en qué unidades se mide?

4 El viento

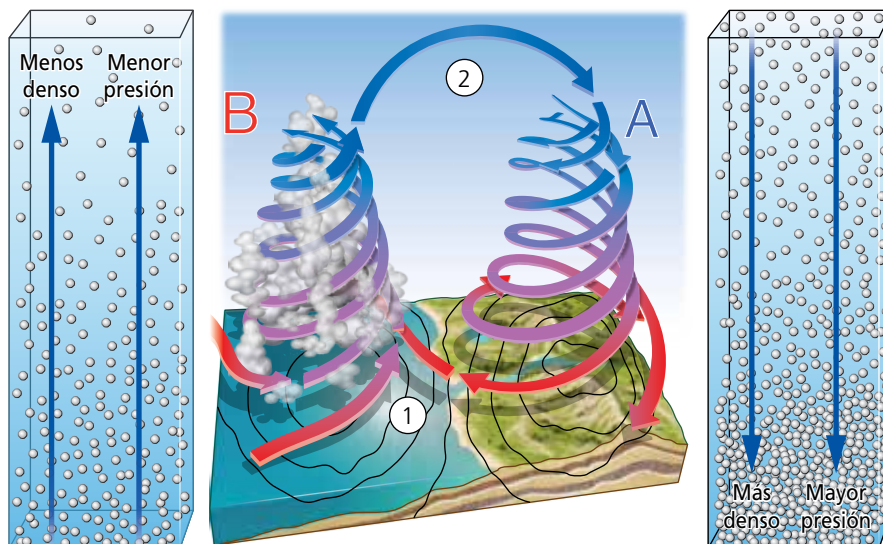
Aunque no lo notemos, el aire que nos rodea está en continuo movimiento, subiendo, bajando, dando vueltas, y el motor que lo mueve es el Sol. Esto se debe a que el ecuador se calienta más que los polos, a causa de la esfericidad y a la inclinación del eje de rotación de la Tierra.

La energía solar recibida y, por lo tanto, el calentamiento del aire, disminuye desde las zonas ecuatoriales a las polares, lo que produce un **desequilibrio térmico** en el planeta.

El **viento** es el movimiento de aire de unos lugares a otros para compensar el **desequilibrio térmico**: el aire cálido se desplaza hacia zonas frías, y el aire frío hacia zonas más cálidas.

Los vientos son grandes masas de aire que giran en **espiral**, casi en la dirección de las **isobaras**:

- En las borrascas la espiral es ascendente y el viento gira de fuera hacia dentro en sentido contrario (antihorario).
- En los anticiclones del hemisferio norte, la espiral es descendente y el viento gira de dentro afuera en sentido horario de las agujas del reloj.



Borrasca (B). El aire caliente, menos denso, asciende y genera bajas presiones.

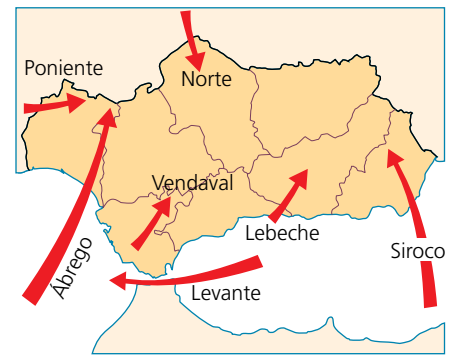
El viento. En superficie se desplaza desde los anticiclones hasta las borrascas (1); en altura lo hace al contrario, desde las borrascas hasta los anticiclones (2).

Anticiclón (A). El aire frío es más denso, desciende y genera altas presiones.

1 Brisas marinas

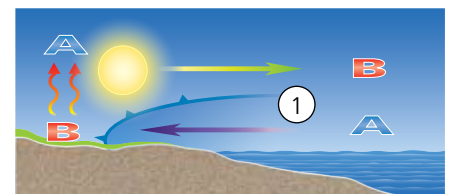
Son vientos producidos por el calentamiento desigual de las masas de aire:

- Brisas de día.** El Sol calienta más rápidamente el aire que está sobre la tierra y el viento fresco sopla del mar a la tierra.
- Brisas de noche.** El mar se enfría más lentamente que la tierra y el proceso se invierte.



Vientos dominantes en Andalucía.

9 ¿En qué sentido gira el viento en los anticiclones y las borrascas?



Brisas marinas: de día (1) y de noche (2).

¿Sabías que...?

Meteorología extrema

Los **huracanes**, también llamados **ciclones** o **tifones**, son borrascas gigantes formadas en los mares cálidos de las zonas tropicales.

Se desplazan lentamente y pueden alcanzar una altura de 15 km y un diámetro de 500 km. En su centro se encuentra el ojo del huracán.

Los de categoría 5 son los más destructivos, sus vientos superan los 250 km/h. Cuando tocan tierra originan lluvias torrenciales que causan graves inundaciones.



Los **tornados** son nubes delgadas en forma de embudo que giran impulsadas por vientos a gran velocidad. Su extremo superior está en contacto con una nube de tormenta tipo cumulonimbo y el inferior con la superficie de la Tierra.

Los de categoría 5 pueden medir hasta 2 km de ancho y desarrollar vientos de cerca de 500 km/h.



Con frecuencia oímos «hace buen tiempo... el clima está cambiando...». Y es que tiempo y clima son dos conceptos diferentes, aunque se parezcan.

El **tiempo atmosférico** o **meteorológico** representa el estado de la atmósfera en un momento determinado y en un lugar concreto, y está determinado por las condiciones atmosféricas (humedad, temperatura, nubosidad, precipitaciones y viento).

El **clima** hace referencia al promedio de los valores del tiempo meteorológico que habitualmente se repiten en un lugar determinado, en un periodo de tiempo suficientemente largo (30 años o más).

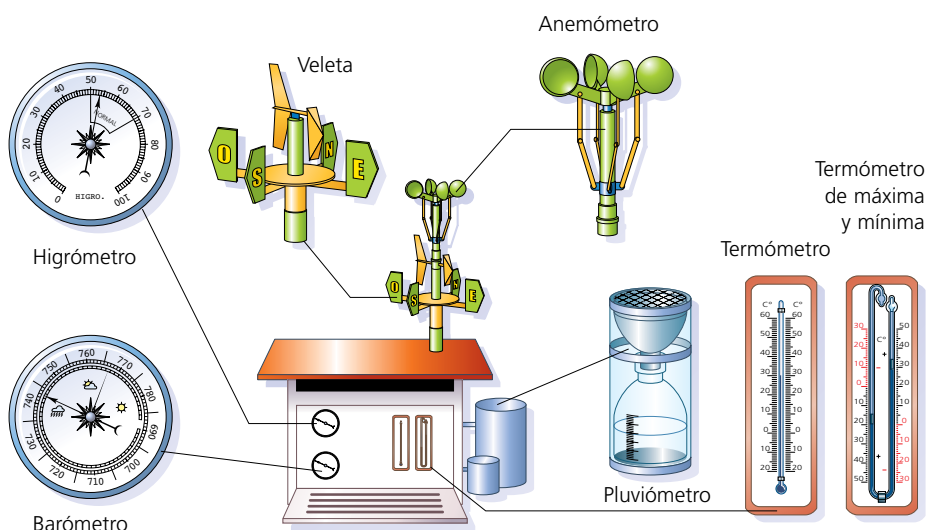
1 La estación meteorológica

Es un lugar donde se realizan mediciones del tiempo atmosférico. Para ello, los **meteorólogos** utilizan diversos **instrumentos meteorológicos**, como radares, globos sonda, balizas marinas, aviones, satélites en órbita, etc.

Cada día obtienen un conjunto de datos que introducen en potentes ordenadores capaces de realizar miles de millones de cálculos complejos. Con la información que obtienen elaboran modelos a partir de los cuales se construyen los **mapas meteorológicos**.

Una **estación meteorológica** proporciona información sobre diversas variables:

- **Temperatura del aire:** se mide con un termómetro.
- **Presión atmosférica:** se mide con un barómetro.
- **Humedad:** se determina con el higrómetro.
- **Precipitaciones:** se miden con el pluviómetro.
- **Velocidad del viento:** se mide con el anemómetro.
- **Dirección del viento:** se mide con la veleta.



Instrumentos de medida de una estación meteorológica.

2 Los mapas meteorológicos: el pronóstico

Los **mapas meteorológicos** muestran información del estado del tiempo y permiten predecir cómo evolucionará en las próximas horas y en los días sucesivos, en una zona y en un periodo de tiempo concreto.

Para ello utilizan distintos símbolos que representan las variables meteorológicas y los fenómenos atmosféricos (presión atmosférica, anticiclones, borrascas, nubosidad, precipitaciones, vientos, etc.).

En los mapas del tiempo se representan los **frentes de aire** asociados a las borrascas, cuya presencia es muy importante en la **predicción meteorológica**, ya que nos indican un cambio del tiempo.

Los **frentes fríos** se representan mediante líneas con triángulos de color azul y los **frentes cálidos** por medio de líneas con semicírculos en color rojo:

- La presencia de zonas de **bajas presiones** o **borrascas (B)** aumenta la formación de nubes asociadas con lluvias frontales, que pronostican un tiempo nuboso e inestable con precipitaciones.
- La presencia de un **anticiclón (A)** pronostica que el tiempo va a ser estable, es decir, seco y soleado.

El número de isobaras que rodea a una borrasca o a un anticiclón nos indica si el **viento** es fuerte o débil. Si las isobaras están muy juntas, quiere decir que hay zonas muy próximas con presiones muy distintas. Entonces los vientos serán muy fuertes; si están muy separadas, el viento será débil.

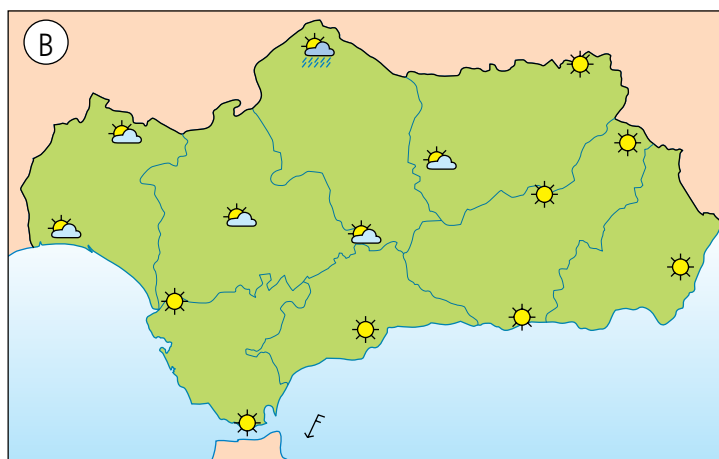
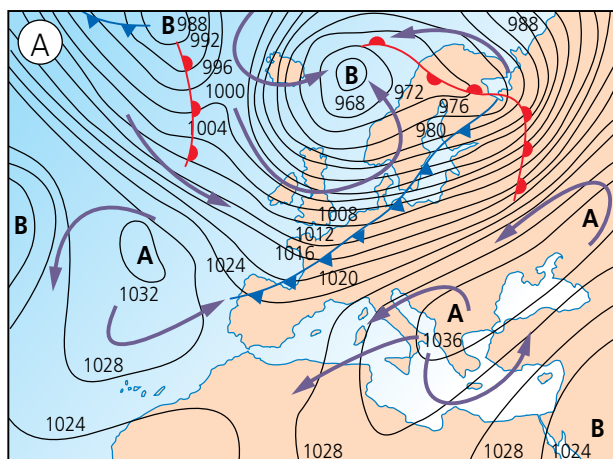
10 ¿Qué instrumentos de medida se utilizan para determinar el tiempo atmosférico?

11 ¿Qué son las isobaras y qué nos indican cuando están muy próximas entre sí?

Reflexiona

Los mapas meteorológicos y el pronóstico del tiempo

El mapa del tiempo (A) representa el estado de la atmósfera en un momento determinado, mediante el cual se puede predecir el tiempo meteorológico, tal como se indica en el mapa de Andalucía (B), en ese periodo de tiempo. Abajo puedes ver los símbolos más comunes para representar los distintos fenómenos atmosféricos.



Despejado	Cubierta	Chubasco	Nieve	Viento	Frente cálido	Fuerte marejada
Nuboso	Llovizna	Tormenta	Heladas	A Anticiclón	Frente frío	Marejada
Muy nuboso	Lluvia	Granizo	Niebla	B Borrasca	Mar gruesa	Marejadilla

- Utiliza la información que te proporcionan las isobaras para indicar los tipos de viento que inciden en la península ibérica y en Europa, la dirección de donde proceden, y predecir el tiempo en Andalucía.

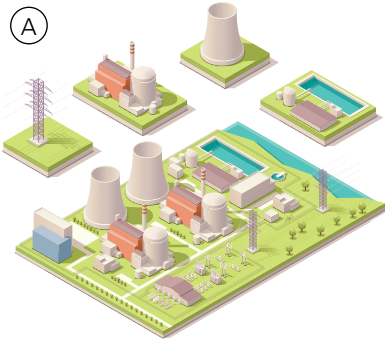
6 La contaminación atmosférica

Reflexiona

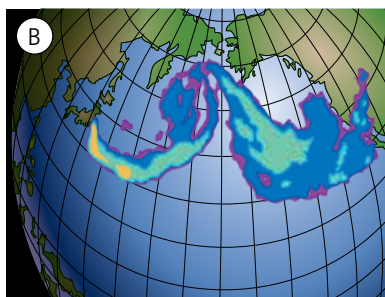
Accidente nuclear de Fukushima

El 11 de marzo de 2011 la central nuclear de Fukushima I (A) se vio afectada por un terremoto de magnitud 9 en la escala de Richter que alcanzó la costa este del Japón y el posterior *tsunami* con olas de 14 metros de altura que devastó sus instalaciones.

Se produjeron fallos en los sistemas de refrigeración y fusión del núcleo y explosiones en los edificios que albergan los reactores nucleares.



Una nube radiactiva (B) se extendió por la zona, cruzó el océano Pacífico y alcanzó Alaska, California y otros estados de EE. UU. En tan solo 2 o 3 semanas, la nube radioactiva dio la vuelta al mundo.



Las que han padecido los efectos de esta contaminación más directamente son las explotaciones agrarias próximas a la central nuclear, especialmente los cultivos de arroz. Pero también se han visto afectados la producción de carne, las verduras, el té y la pesca.

■ Busca información sobre fuentes de energía alternativas que permitan evitar los problemas ocasionados por la energía nuclear.

Vivimos inmersos en la atmósfera y, aunque necesitamos el aire para respirar, los seres humanos llevamos décadas contaminándolo.

La **contaminación atmosférica** se define como la presencia en el aire de **formas de energía** o de **partículas materiales** de origen **químico** o **biológico** que impliquen riesgo o daño para las personas y su entorno.

Diariamente introducimos en nuestro sistema respiratorio unos 20 000 litros de aire para extraer el oxígeno que contiene.

Si el aire no es puro, nuestros pulmones también retienen los **contaminantes** que a menudo están presentes en ese aire, y que pueden llegar a producir serios trastornos en nuestra salud, especialmente enfermedades respiratorias y cáncer. Existen tres tipos de contaminación atmosférica: física, química y biológica.

1 Contaminación física o energética

Se produce a causa de la liberación en el medio ambiente de algunas formas de energía capaces de ejercer efectos perjudiciales sobre las personas o sobre el medio ambiente como, por ejemplo, la radiactividad, las radiaciones electromagnéticas de baja energía y el ruido.

Contaminación radiactiva

La **radiactividad** es la capacidad que poseen **algunos elementos químicos**, como el uranio y el radón, de emitir espontáneamente determinados tipos de **radiaciones** o **partículas de alta energía**.

Existe una **radiactividad natural** que procede de los elementos radiactivos presentes en la corteza terrestre, como el uranio o el radón. Pero la responsable del mayor grado de contaminación es la radiactividad originada por determinadas **actividades humanas**, que procede fundamentalmente de las **centrales nucleares**. Estas pueden sufrir escapes y accidentes, y además generan grandes cantidades de residuos radiactivos.

Otras fuentes de emisión son las **actividades militares** (pruebas nucleares) y algunas **actividades médicas** que utilizan elementos radiactivos para el diagnóstico y el tratamiento de determinadas enfermedades.

Los efectos sobre los seres vivos dependen de la **intensidad** y del **tiempo de exposición**. Las radiaciones pueden provocar alteraciones en el ADN (mutaciones) que pueden ser la causa de malformaciones en los recién nacidos, enfermedades de tipo cancerígeno e, incluso, la muerte.

Contaminación electromagnética o electropolución

Las líneas de alta tensión, los transformadores, las antenas, los teléfonos de la telefonía móvil y algunos electrodomésticos generan **radiaciones electromagnéticas** de **baja energía**.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que estas radiaciones no tienen efectos adversos para la salud, aunque algunos estudios señalan que pueden causar calentamiento de los tejidos biológicos y otros efectos no térmicos, de manera que la exposición prolongada a este tipo de radiaciones podría provocar fatiga, insomnio, ansiedad, dolor de cabeza, trastornos hormonales y del sistema inmunitario.

Desarrolla el espíritu crítico

La electropolución: contaminación electromagnética

Se han llevado a cabo diversas investigaciones sobre la contaminación electromagnética: unas indican que no existen resultados concluyentes para establecer relaciones de causa-efecto generalizables, y otras hallan indicios suficientes como para aconsejar medidas de precaución y de protección frente a estas radiaciones.

Existe una gran polémica que ha generado alarma social, aunque hasta la fecha la existencia de los efectos adversos de este tipo de radiaciones sobre la salud humana no ha sido probada científicamente.

Algunos estudios relacionan la exposición a estas radiaciones con perjuicios para la salud y los hábitos reproductivos de los seres vivos.

Pero se desconocen los efectos a la exposición a largo plazo y las interacciones múltiples con diversas fuentes de emisión (líneas eléctricas de alta tensión, teléfonos móviles, antenas de telefonía y wifi, etc.).

■ Argumenta en pro y en contra sobre la necesidad de legislar sobre este tipo de contaminación.



Contaminación sonora: el ruido

El **ruido** se puede definir como un tipo de sonido molesto, indeseado y que puede resultar peligroso para la salud humana.

Las principales **fuentes de contaminación sonora** son la circulación de vehículos, el tráfico aéreo, la maquinaria utilizada en la industria y en la construcción y los lugares de ocio (bares y discotecas, especialmente). En el interior de las viviendas también se generan ruidos por el uso de electrodomésticos, ascensores y, sobre todo, por la radio, la televisión y los equipos de música.

La **intensidad** del ruido, como la de cualquier sonido, se mide con un aparato llamado **sonómetro** y se expresa en unidades denominadas **decibelios (dB)**.

En la siguiente tabla puedes apreciar la relación estrecha que existe entre la intensidad del sonido de algunas actividades humanas y sus efectos nocivos.

INTENSIDAD	ACTIVIDAD HUMANA	EFFECTOS NOCIVOS SOBRE LA SALUD
50 dB	Gente hablando.	Sonido normal. No tiene efectos nocivos.
70 dB	Gente hablando en voz alta.	Ruido molesto. Produce irritabilidad.
80 dB	Tráfico de automóviles.	Ruido perjudicial. Produce fatiga, dolor de cabeza y pérdida de agudeza auditiva.
100-120 dB	Martillo neumático, discoteca, motocicleta sin silenciador.	Ruido agresivo. La exposición continuada produce sordera, dificultad para aprender y alteración del sueño.
130 dB	Avión reactor, auriculares de música a toda potencia.	Ruido peligroso. Puede generar sordera, aumento de la presión sanguínea, insomnio y depresión.



Fuentes de contaminación sonora.

España es el país más ruidoso del mundo después de Japón.

12 ¿Qué actividades generan radiactividad y qué efectos tiene esta sobre los seres vivos?

13 ¿Qué efectos generan en la salud los ruidos agresivos y los peligrosos?

14 Clasifica los distintos tipos de ruidos en función de su intensidad.



Contaminación polínica. El polen de determinadas plantas supone un riesgo para aquellas personas que padecen algún tipo de alergia y que sufren ataques de asma.

2 Contaminación biológica

Cuando alguien estornuda, expelle miles de gotas que pueden contener microorganismos responsables de enfermedades, como el **virus** de la gripe. La mayor parte de estos microorganismos no se desarrollan demasiado bien en el aire, por lo que solo se propagan durante un corto periodo de tiempo.

Sin embargo, algunas **bacterias**, **hongos** y **protozoos** han desarrollado formas de resistencia, como las **esporas**, que les permiten sobrevivir mucho tiempo transportados de un lugar a otro por el viento.

3 Contaminación química

A veces, la contaminación atmosférica se produce por causas naturales, como las erupciones volcánicas o los incendios forestales. Pero es el vertido incontrolado a la atmósfera de sustancias químicas contaminantes generadas por la actividad humana, principalmente por la industria, el transporte y las calefacciones, lo que supone la más grave agresión sobre el medio aéreo.

Las principales sustancias químicas contaminantes de la atmósfera son partículas en suspensión (hollín, polvo...), óxidos de azufre y de nitrógeno, monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), gases clorofluorocarbonados (CFC), ozono, plomo, asbesto, dioxinas, etc.

Los **contaminantes químicos** son las amenazas más graves para nuestro planeta y son responsables de los grandes problemas medioambientales: la lluvia ácida, la destrucción de la capa de ozono y el incremento del efecto invernadero.

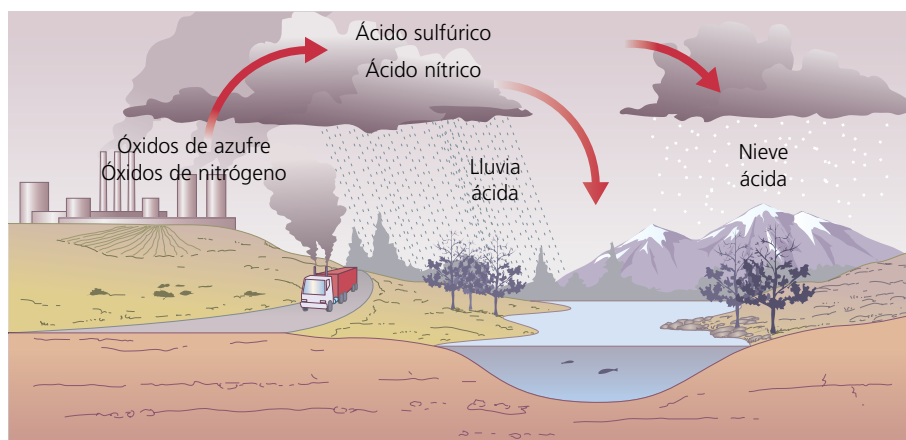
La lluvia ácida: el cielo corrosivo

La **lluvia ácida** se produce cuando los óxidos de azufre y de nitrógeno, generados por la combustión de carbón y derivados del petróleo, se combinan con el vapor de agua de la atmósfera y se transforman en ácidos (sulfúrico y nítrico), que caen con la lluvia, la nieve o el granizo.

Esta lluvia ácida destruye los suelos, los bosques y la vida de ríos y lagos de zonas del planeta, a veces muy alejadas del país causante de la contaminación. Además, la lluvia ácida ataca a los edificios construidos con roca caliza (mal de la piedra).



Contaminación química. Los gases contaminantes emitidos a la atmósfera son responsables de la lluvia ácida (1), la destrucción de la capa de ozono (2) y el incremento del efecto invernadero (3).



Lluvia ácida. Sus efectos no tienen fronteras.

Agujeros en la capa de ozono: el filtro destruido

La **capa de ozono** que existe alrededor del planeta se adelgaza y casi llega a destruirse en las regiones polares, especialmente en la Antártida, por la acción de ciertos gases. Entre estos se encuentran los aerosoles (CFC), generados por las industrias de la refrigeración y los fabricantes de espráis y espumas de poliuretano (corcho blanco).

A través de estos agujeros de la capa de ozono penetran **radiaciones ultravioletas** de alta energía que pueden causar ceguera y cáncer de piel.

Incremento del efecto invernadero: la fiebre del planeta

El **efecto invernadero** se incrementa por las emisiones de algunos gases, como el dióxido de carbono generado por la actividad volcánica, los incendios y la quema de combustibles (madera, carbón, gas y derivados del petróleo).

La consecuencia previsible a medio plazo del incremento del efecto invernadero es una **subida de la temperatura** del globo que puede provocar diversos **cambios climáticos** (inundaciones en unas regiones y graves sequías en otras) y la fusión parcial de los casquetes polares y de los glaciares, lo que provocaría el aumento del nivel del mar y la inundación de amplias franjas costeras.

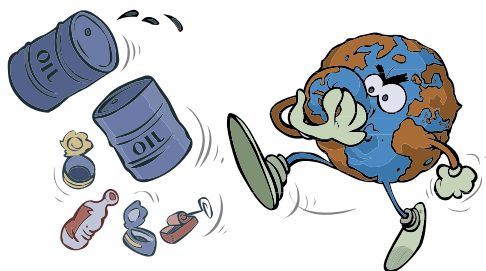


Smog. En las grandes ciudades se suele formar el *smog* (del inglés *smoke*: humo, y *fog*: niebla) que contiene una gran variedad de sustancias tóxicas.

Desarrolla el espíritu crítico

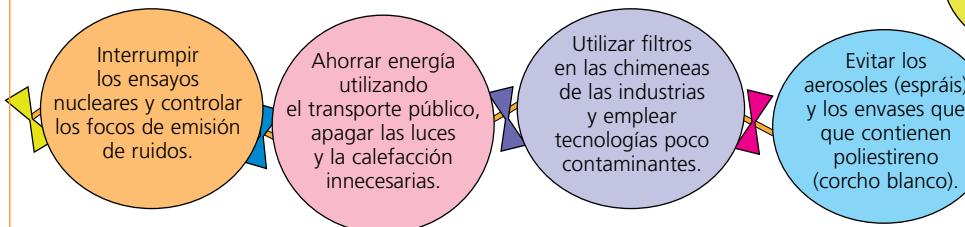
Aire limpio: ¿qué podemos hacer?

Todos juntos, las instituciones públicas y los ciudadanos, podemos contribuir con nuestras acciones a reducir la contaminación. El aire de nuestras ciudades debe tener la máxima calidad, estar exento de polución y, por lo tanto, apto para ser respirado.



Debemos exigir que se realicen los esfuerzos necesarios para reducir las emisiones de contaminantes y cuidar el medio ambiente. Para conseguirlo, hemos de cambiar de mentalidad y utilizar los recursos de la Tierra de forma sostenible. De nosotros depende que no progrese el deterioro de la atmósfera.

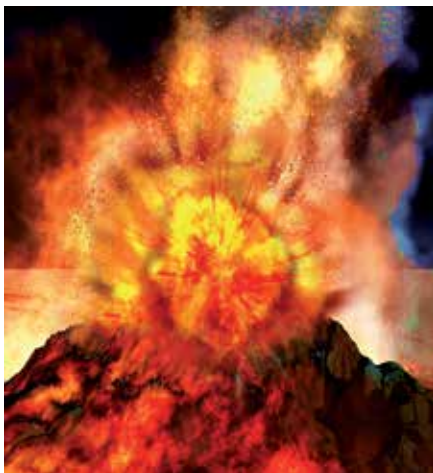
■ Estas son algunas de las cosas que podemos hacer. ¿Cuáles puedes realizar?



15 ¿Qué actividades humanas interfieren con la actividad protectora de la atmósfera?

16 ¿Qué riesgos se derivan de la combustión de carbón y petróleo y qué efectos tiene la lluvia ácida sobre el deterioro del medio ambiente?

7 Características de la hidrosfera

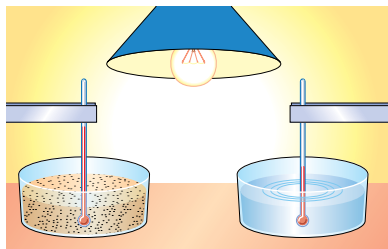


El origen del agua en el planeta. Procede de los impactos de cometas y meteoritos, y de la actividad volcánica, fenómenos que ocurrieron con gran frecuencia durante los primeros 500 millones de años de la existencia de la Tierra.

Enfoque científico

Demuestra que el agua es un buen regulador térmico

1. Coge dos recipientes iguales, llena uno de agua y el otro de arena y coloca un termómetro en cada uno.
2. Coloca un foco de luz potente en la parte superior, a unos 25 cm, para calentar ambos recipientes.
3. Mide y anota la temperatura inicial y repite la medida cada 5 minutos. Pasados 30 minutos, apaga el foco y continúa tomando medidas otros 30 min.



- ¿Qué material se ha calentado con mayor rapidez, el agua o la arena? ¿Cuál se ha enfriado más lentamente? ¿Qué conclusiones puedes obtener?

La Tierra es el «planeta azul», pues así se ve desde el espacio. Podríamos llamarle Océano en lugar de Tierra, porque si bien hay lugares en los que parece no existir ni una sola gota de agua, esta ocupa casi las tres cuartas partes de la superficie terrestre.

El agua se encuentra en la atmósfera, en los océanos, en los ríos, en los glaciares y en el subsuelo. Es además la molécula más abundante en los seres vivos, imprescindible para la vida.

La **hidrosfera** está formada por todas las aguas presentes en la Tierra y ocupa más del 70 % de la superficie terrestre.

1 Propiedades del agua: importancia para la vida

El **agua** (H_2O) es una molécula formada por la unión de dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno. Es una sustancia poco común, con un comportamiento extraño y unas propiedades extraordinarias.

Estas son algunas de las propiedades que convierten al agua en una sustancia única imprescindible para la vida en la Tierra:

■ Se encuentra en los tres estados de la materia: **sólido (hielo)**, **líquido (agua)** y **gaseoso (vapor de agua)**. En condiciones normales, a temperatura ambiente, es líquida; su punto de fusión es $0^{\circ}C$ y el de ebullición, $100^{\circ}C$.

■ **Aumenta de volumen** cuando se **congela**, por lo que el **hielo** es menos denso que el agua y **flota**. Esto permite que se hiele solo la parte superficial de los ríos, lagos y mares, lo que supone una gran ventaja para la supervivencia de la flora y la fauna acuática.

■ Tiene gran capacidad para almacenar energía, por lo que se calienta y se enfría lentamente. Esta propiedad le permite ser un buen **regulador de la temperatura**, lo que contribuye a regular el clima y a que no existan temperaturas extremas.

El gran contenido de agua de los seres vivos también actúa como regulador térmico, contribuye a que la temperatura del organismo no experimente cambios bruscos y esto permite que las condiciones del medio interno de los seres vivos se mantengan constantes.

■ La **evaporación** del agua provoca la disminución de la temperatura. Esta propiedad permite que muchos animales disipen calor por sudoración y que las plantas también utilicen este sistema de refrigeración mediante la transpiración por las hojas.

■ Es un buen **disolvente**. De hecho disuelve casi todas las sustancias, excepto algunas, como las grasas, aceites o la gasolina, que son insolubles en ella. Esta propiedad permite que medios acuosos, como la sangre de los animales o la savia de las plantas, transporten una gran cantidad de sustancias en disolución, tanto nutrientes como sustancias de desecho.

■ En el agua que forma parte de los seres vivos se realizan importantes **reacciones químicas**, responsables del origen y mantenimiento de la vida.

■ Las moléculas de agua se mantienen fuertemente unidas entre sí y forman una estructura compacta. Esto permite la turgencia de las plantas, que constituya el esqueleto de algunos animales invertebrados y que algunos insectos, como el zapatero, puedan desplazarse por su superficie.

2 El ciclo hidrológico

Si pudiéramos seguir el recorrido de una gota de agua, veríamos que está en continuo movimiento y que se desplaza de unos lugares a otros siguiendo un ciclo natural denominado **ciclo del agua** o **ciclo hidrológico**.

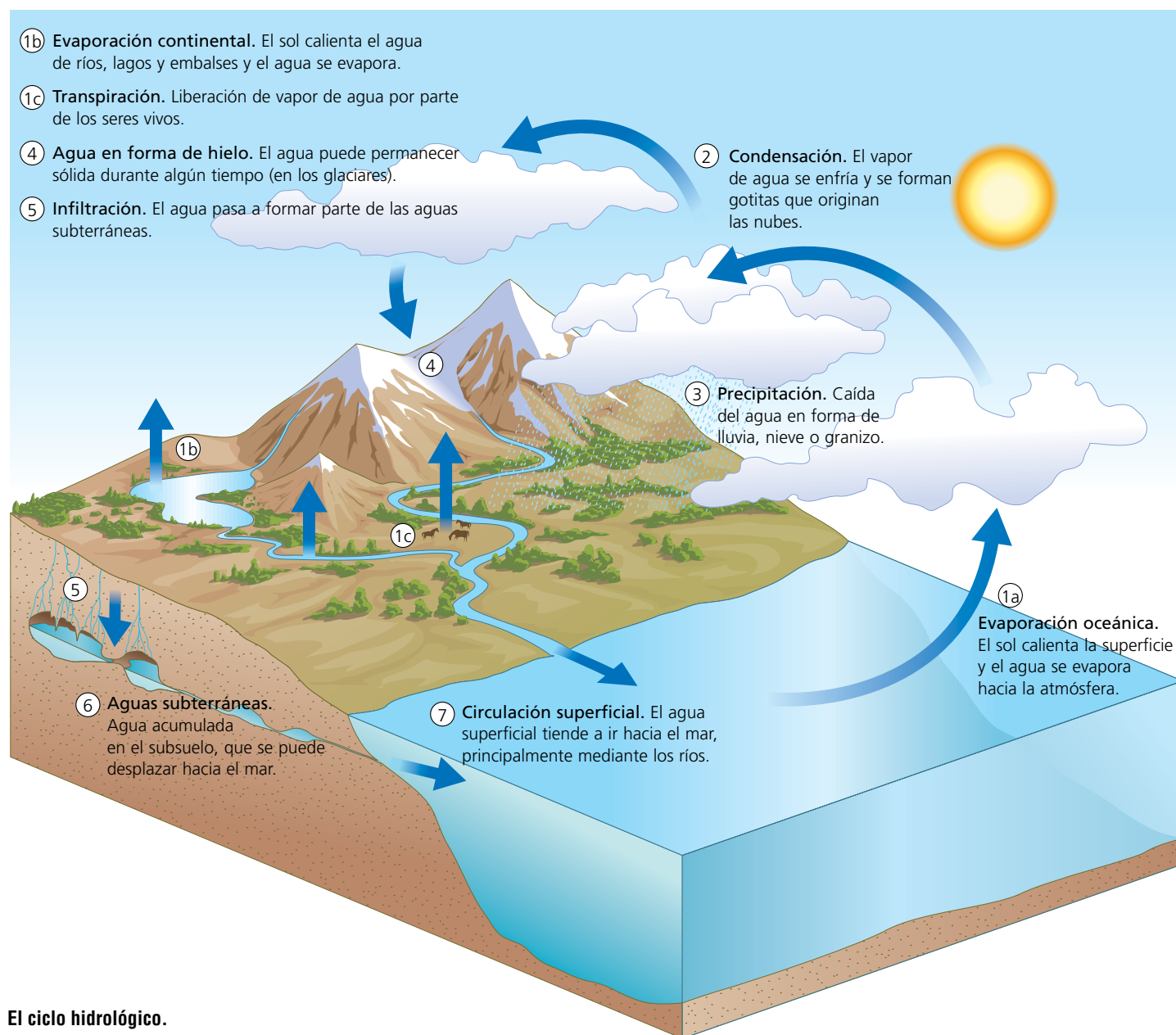
Durante su recorrido, el agua cambia de estado y pasa por diversos compartimentos: ríos y lagos, mares, seres vivos, atmósfera, glaciares y aguas subterráneas.

Los ciclos sucesivos de evaporación y condensación que tienen lugar durante el ciclo hidrológico dan lugar a dos efectos de enorme importancia:

- Actúan como un **gigantesco destilador** de escala planetaria que suministra agua dulce a los continentes.
- Transfieren energía** desde las regiones más cálidas del planeta, en las que se produce mayor evaporación, a las regiones más frías, donde se producen la condensación y la precipitación.

17 Describe las propiedades del agua relacionándolas con las consecuencias que tienen para el mantenimiento de la vida en la Tierra.

18 Describe el recorrido que puede seguir una gota de agua desde que sale del mar hacia la atmósfera hasta que, finalmente, vuelve de nuevo al mar.



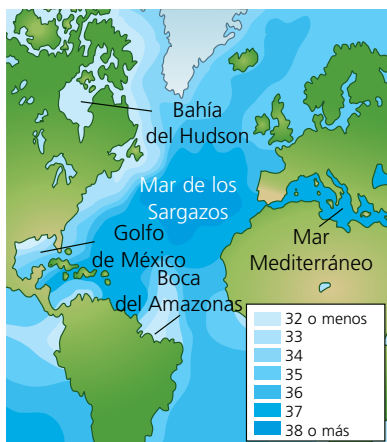
El ciclo hidrológico.

8 Las aguas saladas: océanos y mares

Reflexiona

Salinidad de los océanos

En el mapa siguiente pueden apreciarse zonas de los océanos con diferente salinidad (entre 32 y 38 g/kg):



- ¿A qué crees que se debe la alta salinidad del agua del mar Mediterráneo?
- ¿Cómo se explica la baja salinidad del agua del mar cerca de la desembocadura del Amazonas?

Si te has bañado alguna vez en el mar, seguramente habrás notado su sabor salado. El agua del mar se caracteriza por presentar una salinidad más alta que el agua de los continentes.

La **salinidad** es la cantidad de sales minerales disueltas en un volumen determinado de agua. Generalmente se mide en gramos de sales por litro (g/L) o por kilogramo (g/kg) de agua.

La alta salinidad se debe a los sucesivos procesos de **evaporación-condensación** que tienen lugar en el ciclo hidrológico. El agua que se evapora no contiene sales, pero cuando se condensa y precipita sobre los continentes, disuelve y transporta los materiales que encuentra a su paso, procedentes de la alteración de las rocas superficiales.

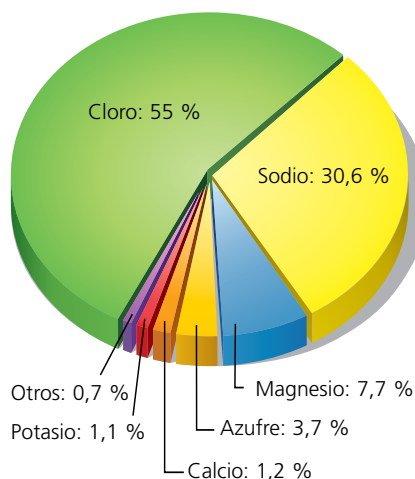
Todas las sustancias disueltas (generalmente sales) pasan al agua de los ríos y desembocan en el mar. Durante millones de años, las sales se han concentrado en los océanos y han contribuido a su salinidad.

La salinidad media del agua del océano es de 35 g de sal por kilogramo de agua. Pero este valor varía en los diferentes mares, puesto que depende mucho de las condiciones climáticas.

En los mares cálidos, donde hay mayor evaporación, la salinidad es mayor. Así, el Mediterráneo tiene entre 37 y 39 gramos de sales por kilogramo de agua. Sin embargo, en los mares fríos la salinidad es menor. Esto se hace aún más patente en zonas frías y húmedas cercanas a las costas, donde la evaporación es escasa y los ríos aportan grandes cantidades de agua dulce. Por ejemplo, en el mar Báltico el agua contiene 10 gramos de sal por kilogramo de agua.

El agua del mar también contiene gases disueltos, principalmente **oxígeno (O_2)**, **nitrógeno (N_2)** y **dióxido de carbono (CO_2)**. La cantidad de oxígeno es menor que la que contiene el aire atmosférico, por eso la oxigenación de las aguas es muy importante para la vida acuática, pues de ese oxígeno disuelto dependen los seres vivos para su respiración.

Interpreta una gráfica



Los elementos químicos presentes en el agua marina

En el agua del mar encontramos diferentes sales minerales disueltas, como son el cloruro de sodio ($NaCl$), el cloruro de magnesio ($MgCl$) o el sulfato de calcio ($CaSO_4$), cuyas moléculas están formadas por distintos elementos químicos. Los elementos más abundantes en el agua marina son azufre (S), calcio (Ca), cloro (Cl), magnesio (Mg), sodio (Na) y potasio (K).

- Ordena los seis elementos químicos citados nombrándolos desde el más abundante al menos abundante.
- ¿Cuál es el elemento químico más abundante en las sales minerales presentes en el agua del mar?
- A la vista de la gráfica ¿cuál de las tres sales citadas anteriormente crees que es la más abundante en el agua marina?
- Busca información sobre el proceso de desalinización del agua del mar en las plantas desalinizadoras.

19 ¿Qué factores pueden afectar a la salinidad de una zona del océano?

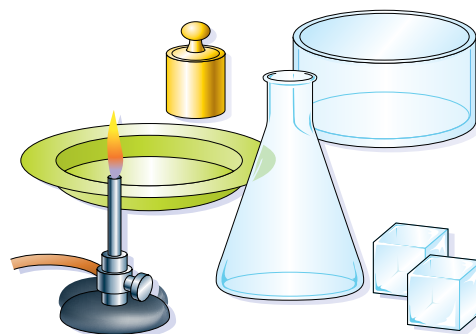
Experimenta

Estudio experimental de algunas propiedades del agua

El agua es una sustancia excepcional por sus propiedades. Mediante dos sencillos experimentos podemos comprobar algunas de ellas.

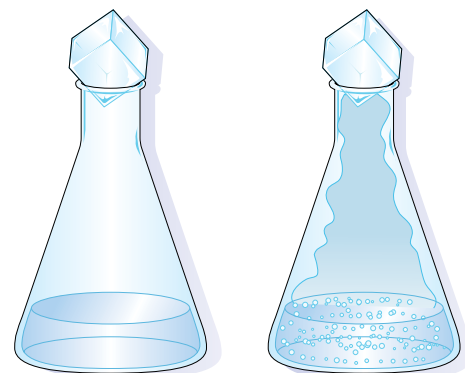
Material necesario

Matraces.	Mechero de laboratorio.
Plato.	Cubitos de hielo coloreado.
Cubitos de hielo.	Pesa.
Agua del grifo.	Vasos de precipitados.
Agua con sal al 3,5 %.	



Procedimiento 1: Observación de los tres estados del agua

1. Llena dos matraces con agua hasta la cuarta parte de su volumen y calienta uno de ellos con un mechero de laboratorio. Cuando hierva el agua apaga el mechero.
2. Coloca un cubito de hielo en la boca de cada matraz, sin que caiga en su interior, y espera un tiempo para ver lo que ocurre.
3. Anota los cambios que observes. ¿Cuál de los dos matraces contiene agua en los tres estados? ¿Por qué se ha empañado uno de los matraces? ¿Por qué aparece una especie de «nube» en uno de los matraces?



Conclusión

Este experimento te permite observar en el matraz que has calentado el agua en sus tres estados, sólido, líquido y gaseoso. El agua, cuando hierve, pasa rápidamente a vapor (gas).

Al pasar de gas a líquido, el agua se condensa en el vidrio del matraz, se forma una nube en él y aparecen pequeñas gotitas de agua, como en las nubes. También podrás comprobar la fusión del hielo (sólido) y su paso a líquido.

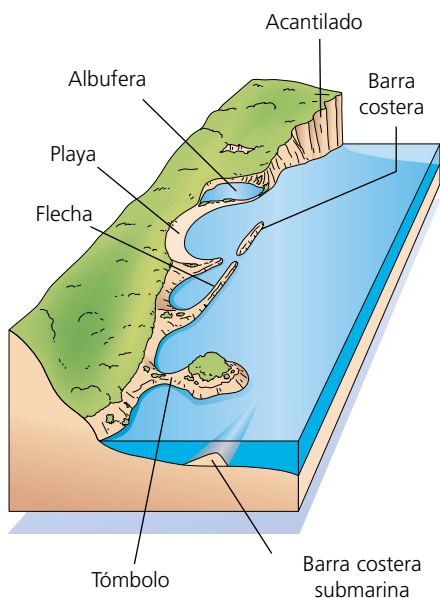
Procedimiento 2: Observación de corrientes de convección en el agua

1. Toma unos cubitos de hielo obtenidos previamente a partir de agua teñida con un colorante alimentario.
2. Deposítalos cuidadosamente sobre agua del grifo en un vaso de precipitados.
3. Observa lo que sucede durante algunos minutos y anota los resultados.
4. Mide la temperatura del agua en la superficie, en el fondo y en un punto intermedio del vaso y anota los resultados.
5. Repite el experimento en el vaso de precipitados que contiene agua salada, incluyendo los pasos 3 y 4. ¿En qué caso se mueve el agua coloreada más deprisa, en el agua dulce o en el agua salada? ¿Cuál de los dos tipos de agua tiene una densidad mayor?

Conclusión

A medida que el hielo se funde se produce agua fría y densa que tiende a hundirse, mientras que el agua del fondo asciende lentamente y genera movimientos de convección.





Modelado de las zonas costeras. El agua del mar contribuye al modelado del paisaje en las zonas costeras. Así se originan formas características como los acantilados y las playas.

1 El agua del océano se mueve

Piensa que estás en una isla desierta y que lanzas una botella al mar con un mensaje en su interior. ¿Te imaginas los mares del mundo en permanente calma? Esto no sucede. El agua de los mares y océanos se desplaza, y en su movimiento constante distribuye el calor desde las zonas cálidas a las zonas frías del planeta. Hay tres tipos de movimientos de las aguas marinas: corrientes oceánicas, olas y mareas.

■ **Las mareas.** Son oscilaciones periódicas del nivel del mar causadas por la atracción que ejerce la Luna, y en menor medida el Sol, sobre las masas de agua de los océanos. Las pleamares y las bajamares se suceden a intervalos de 6 horas, 12 minutos y 30 segundos.

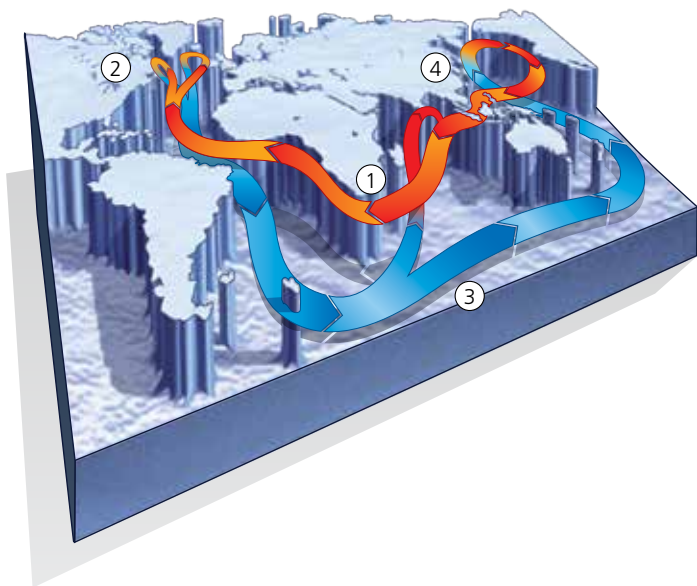
■ **Las olas.** Son movimientos ondulatorios del agua del mar causados por el viento. En las **olas**, el agua no se mueve lateralmente, sino que se desplaza en dirección **vertical**, arriba y abajo, impulsada por la energía del viento.

Cuando las olas alcanzan la línea de costa, el agua choca contra las rocas y libera la energía que lleva, lo que produce el **modelado de las costas**. Un caso especial son las olas gigantes o **tsunamis**, cuya causa es la energía liberada por un terremoto o la erupción de un volcán submarino.

■ **Las corrientes oceánicas.** Son movimientos de masas de agua marina y pueden ser superficiales o profundas.

- **Corrientes superficiales.** Son movimientos horizontales del agua superficial de los océanos y se originan por la acción de los vientos.
- **Corrientes profundas.** Se deben a las diferencias de densidad de las masas de agua oceánica.

Interpreta un esquema



Corrientes oceánicas

En la zona ecuatorial, el agua se calienta y su salinidad aumenta debido a la alta evaporación (cinta roja). El desplazamiento de esas aguas hacia zonas frías da lugar a masas de agua fría de elevada concentración salina, que se hunden debido a su alta densidad y circulan por el fondo del océano (cinta azul). La imagen ilustra la transferencia de calor que llevan a cabo los océanos desde las zonas cálidas, donde el agua recibe mucha más energía solar, hacia las zonas frías.

■ Indica a qué número del dibujo corresponde cada uno de los procesos siguientes:

- a) El agua que procede de corrientes profundas asciende hacia la superficie.
- b) Las corrientes superficiales transportan agua caliente hacia las regiones polares.
- c) La llegada de agua caliente hace que el agua fría de las zonas polares se hunda debido a su mayor densidad.
- d) Las corrientes profundas transportan agua fría en el fondo del océano.

20 ¿Qué son las corrientes oceánicas, las olas y las mareas? ¿Por qué se producen?

9 Las aguas continentales

Las **aguas continentales** poseen muy baja salinidad, por lo que se denominan **aguas dulces**; también contienen gases disueltos (oxígeno, nitrógeno y dióxido de carbono), cuya concentración es mayor cuanto más frías son.

Una parte del agua de los continentes discurre por su superficie y constituye las **aguas superficiales**, que dan origen a **ríos, lagos y glaciares**. Otra parte se infiltra en el subsuelo a través de materiales permeables y da lugar a las **aguas subterráneas**. Estas se acumulan en rocas muy porosas y originan los **acuíferos**, en los cuales, los poros de la capa de la roca permeable almacenan el agua y permiten su desplazamiento.

Los acuíferos son reservas de agua dulce, los cuales se recargan a partir de las precipitaciones que se infiltran en las rocas porosas de las **zonas de recarga**. El nivel superior que alcanza el agua en un acuífero se denomina **nivel freático**.

1 Los recursos hídricos

El **agua dulce** es un recurso imprescindible para todos los seres vivos, pero es un **recurso renovable limitado** porque no es inagotable, ya que está amenazado por la contaminación y por la escasez que provocan la sobreexplotación, el despilfarro y las sequías. A pesar de que casi el 70 % de la superficie de nuestro planeta es agua, es un recurso escaso porque su **disponibilidad** está desigualmente repartida en el espacio y en el tiempo, unas regiones son extremadamente áridas y otras muy húmedas; unos años son excesivamente lluviosos y otros padecemos grandes sequías.

Usos del agua

Usos consuntivos. Son aquellos en los que los recursos hídricos se consumen por las distintas actividades humanas: abastecimiento urbano y actividades industriales, agrícolas y ganaderas.

Usos no consuntivos. Son aquellos en los que no se consumen los recursos hídricos: generación de energía hidroeléctrica y solar, acuicultura, navegación, baño, actividades deportivas acuática y mantenimiento de los caudales medioambientales de los ecosistemas acuáticos como ríos, lagos y humedales, etc.

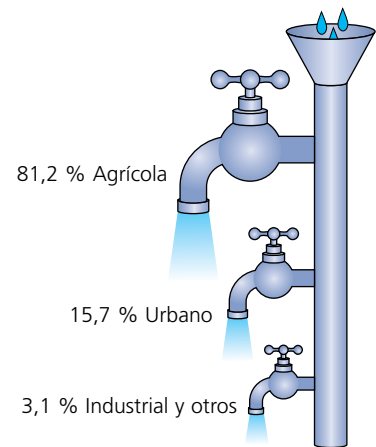
Consumo de agua

El acceso al agua dulce y su consumo siempre ha ido unido a la salud y al progreso de las sociedades humanas. Pero el desarrollo tecnológico y el estado del bienestar han provocado el incremento de su consumo. Así, por ejemplo, en Andalucía la mayor parte del agua la consume la agricultura (más del 80 %), especialmente el regadío, ya que los cultivos más fértiles y rentables se encuentran en las zonas cálidas pero secas, lo que permite más de una cosecha anual. En este caso, el agua es un factor limitante del desarrollo económico.

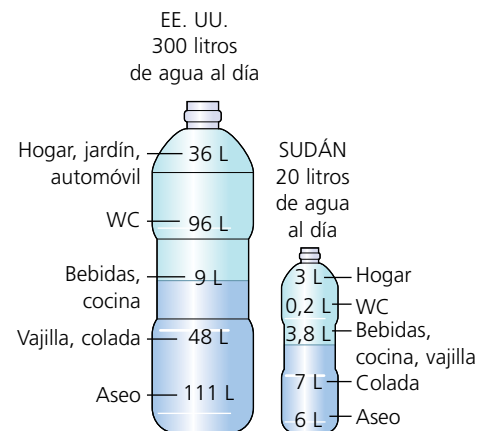
Sin embargo, las demandas de agua para usos agrícolas y urbanos (especialmente en las zonas turísticas) sobrepasan con creces los aportes de agua procedentes de las escasas reservas hídricas, acumuladas en los embalses y en los acuíferos, por lo que es imprescindible una **gestión integrada y sostenible de los recursos hídricos**.

21 ¿Qué uso se le da a la mayor parte del agua doméstica?

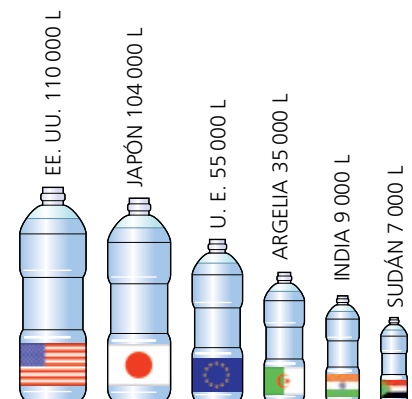
22 ¿Por qué el agua es un recurso renovable limitado?



Consumo de agua en Andalucía.



Consumo doméstico de agua. Expresado en litros por habitante y año en diferentes países.



Distribución del consumo de agua en el hogar. Depende del desarrollo económico de un país: mayor consumo en el hogar de un país rico (Estados Unidos) y menor en el de uno pobre (Sudán).

Controla tu salud

El agua que bebes



El agua es uno de los agentes que más enfermedades ha transmitido a lo largo de la historia de la humanidad, como el cólera, el tífus y las disenterías. Por ello debes prestar una atención especial al agua que bebes y valorar la importancia de su conservación, así como evitar las acciones que la contaminan.



Agua fósil. Gran parte de los invernaderos de Almería consumen agua de los acuíferos fósiles, que no se recuperan ni se recargan.

- 23 Describe algunas enfermedades transmitidas por el agua.
- 24 ¿Qué problemas plantea la explotación de acuíferos fósiles?
- 25 ¿Qué es la salinización de los acuíferos? ¿Cómo se produce y qué consecuencias tiene para los seres humanos y para el medio ambiente?

2 La sobreexplotación del agua

El consumo de agua por los seres humanos sobrepasa con mucho las necesidades biológicas de este recurso tan preciado. La **sobreexplotación** del agua se produce cuando este recurso se consume a un ritmo mayor del que se genera mediante el ciclo hidrológico.

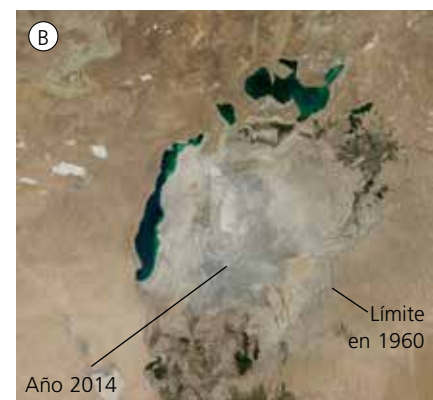
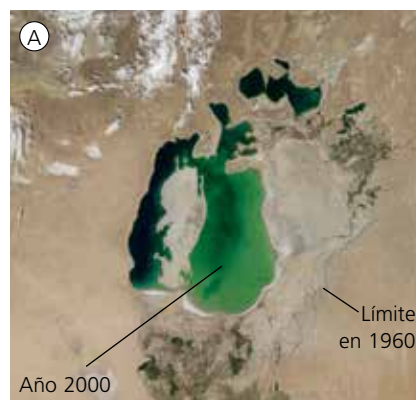
Como consecuencia de la sobreexplotación, y también de la contaminación, las **reservas de agua** están disminuyendo de manera alarmante en muchas zonas y este problema afecta tanto a las aguas superficiales de los ríos y los lagos, como a los acuíferos subterráneos:

- **Aguas superficiales de ríos y lagos.** Su caudal disminuye debido, fundamentalmente, al consumo excesivo en los **regadíos**. Aunque los sistemas de riego se están modernizando en la mayor parte de los países, aún persisten instalaciones anticuadas con un elevado porcentaje de pérdida de agua por fugas.
- **Acuíferos.** Permiten el abastecimiento de zonas en las que las aguas superficiales son escasas o inexistentes. Hay **acuíferos fósiles**, formados hace millones de años, que quedaron sellados, por lo que sus recursos hídricos no se recargan. En los demás acuíferos, el volumen de agua que acumulan depende del equilibrio entre el agua captada a través de las rocas porosas de la zona de recarga y las pérdidas de agua que se producen de forma natural o por la extracción humana. La sobreexplotación indiscriminada y excesiva de los acuíferos rompe este equilibrio e impide que se renueven. Las consecuencias son las siguientes:
 - **Descenso del nivel freático** y agotamiento de los pozos poco profundos.
 - **Salinización**, que consiste en la entrada de agua del mar en los acuíferos debido a la succión ejercida por su extracción en los pozos, lo cual impide su uso, tanto para la agricultura como para el abastecimiento humano.
 - **Riesgo de eliminación de humedales** que tienen una gran riqueza ecológica, ya que el descenso del nivel freático debido a la sobreexplotación hace disminuir o desaparecer el agua de las zonas superficiales que comunican con el acuífero.

Desarrolla el espíritu crítico

El mar de Aral

El mar de Aral era uno de los cuatro mayores lagos del mundo (A). Pero su extensión se ha reducido en un 90 % (B) a causa del desvío de los ríos que lo alimentaban para usar su agua en cultivos de regadío.



- ¿Crees que pueden emprenderse acciones de ese tipo sobre los ríos sin hacer un estudio detallado de sus posibles consecuencias ambientales?

3 La calidad del agua y la contaminación

La **calidad del agua** se mide mediante una serie de índices que muestran sus características y propiedades: color, sabor, olor, temperatura, cantidad de oxígeno disuelto, acidez o alcalinidad, presencia o ausencia de determinados microorganismos, de microinvertebrados de la fauna acuática y de algunas sales disueltas.

Así, por ejemplo, las aguas son **duras** si contienen gran cantidad de calcio y magnesio (no forman espuma con el jabón), y son **blandas** si la proporción de estos elementos es baja (forman abundante espuma con el jabón).

La calidad del agua depende del uso al que vaya destinada: riego, baño, bebida, etc. El **agua potable**, destinada a la bebida, debe carecer de sustancias que puedan ocasionar enfermedades. Cuando el agua está contaminada, su composición natural se modifica por la presencia de elementos físicos, químicos o biológicos que alteran su calidad y afectan gravemente a la fauna y flora de ríos, lagos, mares y océanos.

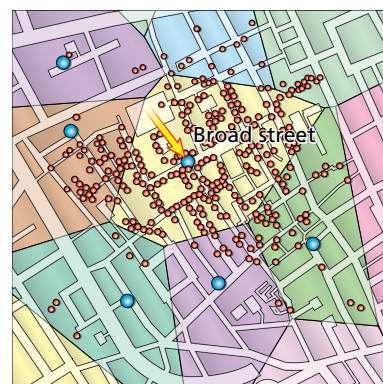
■ **Contaminantes físicos.** El agua puede experimentar un incremento de su temperatura si recibe vertidos de los circuitos de refrigeración de industrias o de centrales energéticas, térmicas o nucleares. También se puede contaminar con elementos radiactivos procedentes de escapes de centrales nucleares, de actividades bélicas o de centros sanitarios.

■ **Contaminantes químicos.** Entre ellos figura una gran variedad de sustancias procedentes de las actividades agrícolas y ganaderas (restos de fertilizantes y plaguicidas), de la navegación (petróleo y sus derivados), de las actividades industriales y mineras (metales pesados, como el mercurio, el plomo y el arsénico) y de las aguas residuales urbanas (detergentes, grasas, plásticos, etc.).

■ **Contaminantes biológicos.** El agua es un vehículo de transmisión de enfermedades, como la hepatitis, el cólera y la disentería. La presencia de determinados tipos de virus, bacterias, hongos y protozoos, o de quistes de algunos parásitos que llegan al agua desde las **aguas residuales**, puede ser causa de graves enfermedades.

Un paseo por la historia

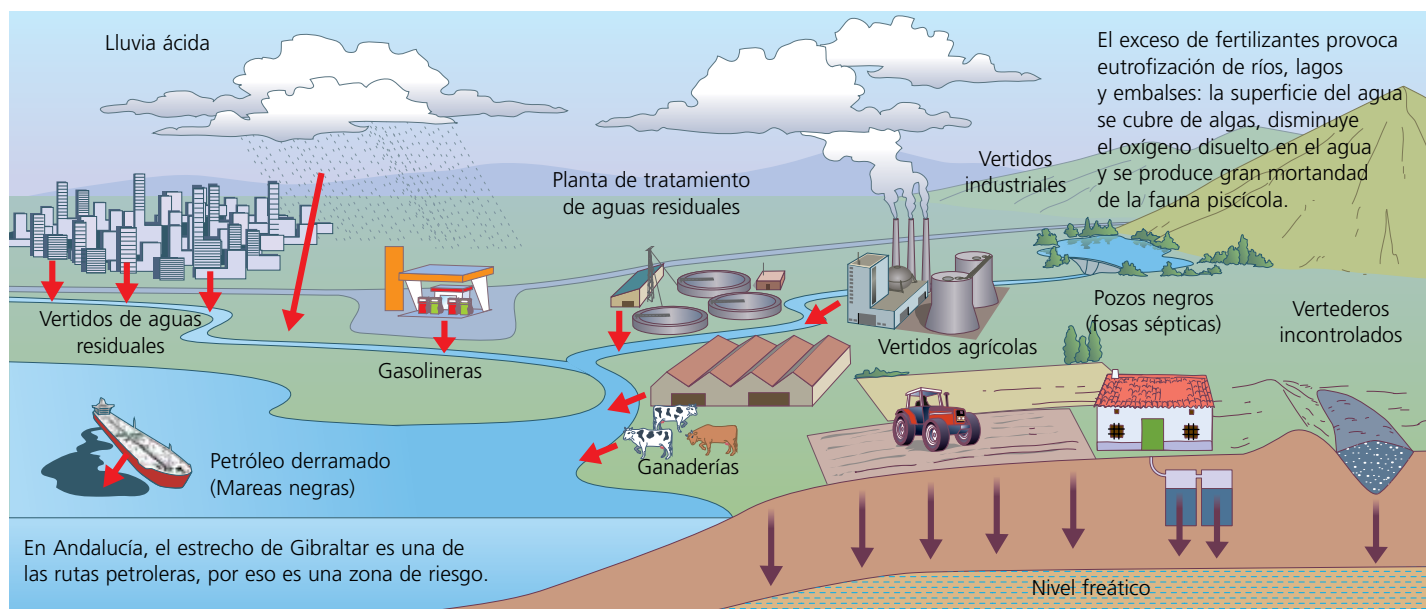
John Snow (1813-1858)



Este médico inglés demostró que la causa del brote de cólera que asoló Londres en 1854 era el agua de un pozo del barrio del Soho contaminada con aguas fecales.

Fue el primero que aplicó el método epidemiológico para investigar la causa de un brote infeccioso.

Marcó sobre un plano de Londres cada caso de cólera (•) que iba apareciendo y estableció la relación de la enfermedad con el consumo de agua de fuentes y pozos contaminados (●) hasta que determinó que la culpable de la epidemia de cólera era una fuente situada en Broad Street (→).



La contaminación del agua. Puede afectar gravemente a los mares y océanos, y a las aguas superficiales (ríos y lagos) y subterráneas.



Salto de los Órganos (río Borosa en la sierra de Cazorla, Jaén). El Acuerdo Andaluz por el Agua establece que «todos los usuarios debemos ser conscientes de que tenemos una responsabilidad colectiva con el agua: conservarla en cantidad y calidad, usarla con sensatez y ser solidarios con aquellos que tienen más difícil el acceso a ella».

Para que toda la población tenga acceso al agua, en calidad y en cantidad suficientes, y que además la explotación de este recurso se haga de forma sostenible, es necesario realizar una eficaz gestión en la extracción y el uso del agua. La **gestión de los recursos hídricos en Andalucía**, un territorio en el que se alternan cíclicamente períodos secos con otros húmedos, se ha basado hasta épocas muy recientes en la construcción de grandes obras hidráulicas (embalses, trasvases, desaladoras, pozos, etc.), con el fin de aumentar el agua disponible para el abastecimiento urbano, el regadío y la generación de energía hidroeléctrica.

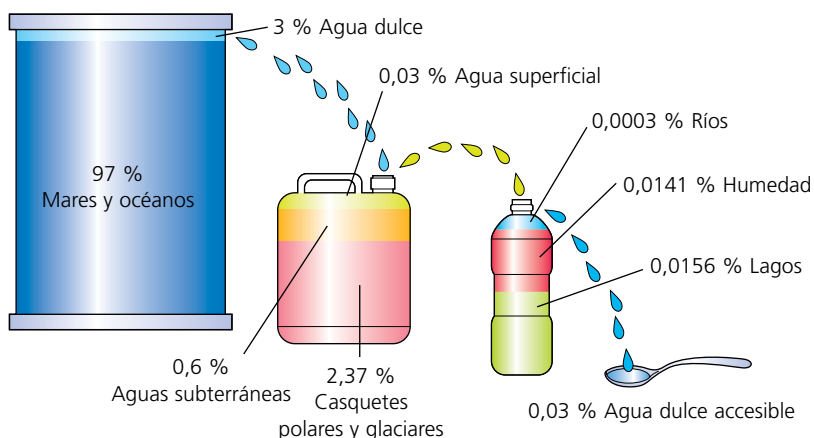
Esta perspectiva casi exclusivamente productiva, que requiere grandes inversiones y un elevado aporte de energía, ha distorsionando gravemente el ciclo natural del agua y es escasamente sostenible. Además, ha generado graves impactos sobre los ecosistemas acuáticos de los que dependemos (alteración del curso y caudal de los ríos, desecación de humedales, sobreexplotación de acuíferos y deterioro de su calidad, etc.).

El agua es un recurso abundante pero limitado y frágil, ya que se deteriora fácilmente tras su utilización y consumo (contaminación, aguas residuales, etc.). Prácticamente, el agua que contiene la Tierra es la misma desde que se creó el planeta, que fluye, se recicla y se renueva una y otra vez mediante el ciclo hidrológico. Por esta razón, debemos considerar el agua como un patrimonio que hay que conservar y proteger, y no como un simple bien comercial. La entrada en vigor de la Directiva de la Unión Europea, conocida como **Directiva Marco del Agua (DMA)**, ha modificado los planteamientos de la gestión de los recursos hídricos con el fin de salvaguardar las masas de agua superficiales, subterráneas y costeras, manteniendo o restaurando en todas ellas el buen estado ecológico.

La gestión de este recurso en Andalucía, realizada desde un punto de vista ecológico e integrada con los demás componentes medioambientales y sociales, se basa en las directrices de la DMA sobre el uso sostenible del agua, la prevención, conservación y restauración del buen estado ecológico de los ecosistemas y la protección a largo plazo de los recursos hídricos disponibles.

En su aspecto socioeconómico, se establece la participación de la población en su gestión y el **principio de recuperación de costes**, mediante tarifas y cánones de mejora, basados en el principio de la solidaridad, que grava el consumo del agua de uso urbano para financiar las infraestructuras necesarias que permiten distribuir el agua a sus usuarios y devolverla limpia al medio natural.

Un poco de matemáticas



Si te fijas en la distribución de agua en nuestro planeta, te darás cuenta de que no debemos derrocharla. Solo es un **recurso fácilmente accesible** para la humanidad el agua que corresponde a los ríos y lagos (0,0003 % + 0,0156 %) y a las aguas subterráneas menos profundas, lo que supone en total un 0,03 % del agua total del planeta.

Se estima que el volumen total de agua en la Tierra es de 1 386 millones de km³ y que diariamente se evaporan en torno a 1 170 km³, lo que permite la renovación constante del agua dulce disponible.

■ ¿Qué cantidad total de agua dulce (en millones de km³) está disponible para su uso por los seres humanos?

1 Los planificación hidrológica

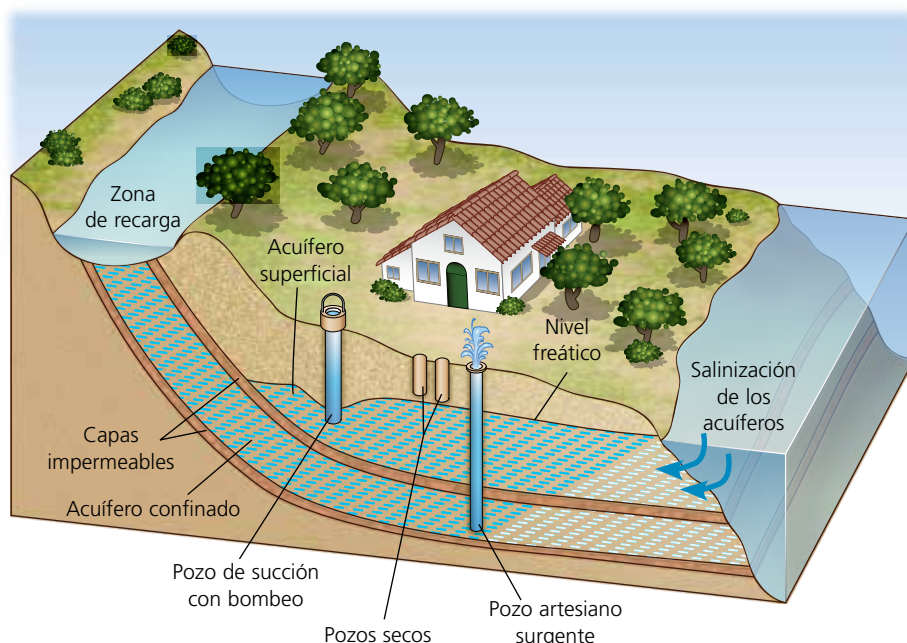
La **planificación hidrológica** pretende regular los usos del agua con el fin de hacer frente a la disminución de los recursos hídricos de una región y satisfacer al mismo tiempo las demandas de la población, utilizando los principios del desarrollo sostenible. Para conseguir estas metas, se lleva a cabo la **gestión integrada del ciclo del agua**, junto con la protección a largo plazo de estos recursos, la prevención de su deterioro y contaminación y la protección de los ecosistemas acuáticos. Asimismo, la planificación hidrológica contribuye a paliar los efectos de las inundaciones y sequías.

Gestión del ciclo integral del agua urbana

La **gestión del ciclo integral del agua urbana** garantiza el abastecimiento de la población a un precio razonable, respeta el carácter renovable de los recursos hídricos, garantiza su uso sostenible con la calidad adecuada, junto con la protección de los valores ambientales asociados al medio hídrico. Comprende todos procesos que permiten el abastecimiento urbano, desde que el agua se recoge y llega al grifo hasta que se devuelve a la naturaleza y se reutiliza. Se divide en tres fases: **abastecimiento, saneamiento y reutilización**.

■ **Abastecimiento.** Engloba las etapas desde que se capta el agua, se potabiliza, se almacena en depósitos y se distribuye por tuberías hasta que llega a los edificios. Cerca del 80 % del agua procede de los ríos (el 0,0003 % del agua de la hidrosfera), pero solo se aprovecha para el abastecimiento un 10 % del agua que transportan debido a que sus caudales presentan grandes oscilaciones estacionales. Para mejorar la captación de agua se han desarrollado las siguientes acciones:

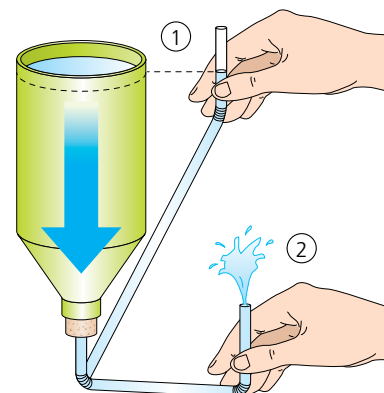
- **Extracción del agua subterránea.** Buena parte del agua para el abastecimiento urbano y para el riego se extrae de los acuíferos mediante pozos, que pueden ser de **succión** o **bombeo**, cuando la extracción de agua necesita una bomba extractora, o **artesianos surgentes**, en los cuales el agua mana de forma natural, sin necesidad de bombeo.



Extracción de agua de un acuífero. Se lleva a cabo mediante pozos artesianos surgentes y pozos de succión. La extracción de agua mediante el bombeo en pozos de succión genera un vacío en el interior del acuífero que favorece la entrada de agua salada en acuíferos cercanos al mar e impide su uso como reserva de agua dulce.

Enfoque científico

Comprueba cómo funciona un pozo artesiano



1. Haz un agujero en un tapón de corcho e introduce en él una pajita flexible.
2. Llena una botella de agua y tápala con el tapón. Ponla boca abajo y ajusta la altura de la pajita.

El nivel del agua de la botella (1) equivale al nivel freático.

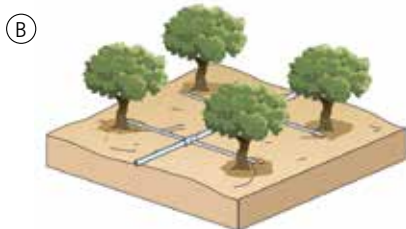
- ¿Cuál es la causa de que el agua salga espontáneamente en nuestro «pozo artesiano» (2)?



Salinización de acuíferos.

La sobreexplotación de los acuíferos para el riego de los cultivos y para el abastecimiento de las zonas turísticas es la causa de su salinización, un fenómeno preocupante en algunas zonas de Andalucía como en Almería.

- 26 Recaba información sobre la gestión de los recursos hídricos en Andalucía.
- 27 ¿De dónde procede el agua para el abastecimiento urbano?



Técnicas de riego.

A) La inundación de surcos o a manta es un procedimiento poco eficiente, pues consume una gran cantidad de agua.

B) El goteo es la técnica más eficaz y sostenible, que consiste en conducir el agua mediante tuberías hasta cada planta, y a cada una de ellas se le proporciona gota a gota la cantidad necesaria para satisfacer sus necesidades hídricas.

Reflexiona

¿Qué podemos hacer?

Estas son algunas medidas que podemos adoptar para una gestión sostenible del agua, con el fin de satisfacer las necesidades actuales sin comprometer los recursos de las futuras generaciones:

- Emplear las formas de riego por aspersión y mediante goteo.
- Reparar los grifos y cañerías para evitar pérdidas por goteo.
- Utilizar preferentemente la ducha frente al baño.
- Afeitarse y cepillarse los dientes con el grifo cerrado.
- Reducir la descarga del inodoro y utilizar electrodomésticos con bajo consumo de agua.
- Racionalizar el uso de agua para piscinas y el riego de jardines.

28 Describe algunas de las acciones encaminadas a una gestión sostenible del agua.

- **Construcción de embalses.** Permiten almacenar los excedentes de agua originados en las épocas de lluvias y regular el caudal de los ríos.

- **Desalinización del agua del mar.** Se lleva a cabo mediante plantas desalinizadoras que requieren un elevado consumo energético. En la actualidad existen 9 en Andalucía (6 en Almería y 3 en Málaga).

- **Trasvases de agua.** Se realizan desde las regiones con excedentes a aquellas que son deficitarias, mediante la construcción de embalses y canales. En Andalucía están en vigor los trasvases entre los ríos Guadiaro y Majaceite, entre el embalse del Negratín y el de Cuevas de Almanzora, y el del Tajo-Segura que beneficia a Almería.

- **Saneamiento.** Se encarga de la recogida de las aguas residuales urbanas y pluviales, mediante la red de alcantarillado, y su posterior depuración en las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR), para devolverlas a su cauce natural respetando el medio ambiente.

- **Reciclado y reutilización.** Las aguas residuales, una vez tratadas y depuradas, pueden aprovecharse para usos distintos al consumo humano como el riego de jardines, la agricultura o algunos usos industriales (solo se lleva a cabo en aquellos casos en los que su uso esté permitido).

Medidas de ahorro

Están encaminadas a una mejor **planificación del uso del agua** y sirven para reducir el consumo mediante un empleo más eficiente y racional de los recursos hídricos en diferentes tipos de actividades:

- **Reducción del consumo industrial.** Mediante tecnologías que consuman menos agua, reciclen el agua de los circuitos de refrigeración y eviten su contaminación.

- **Reducción del consumo urbano.** A través del uso de sanitarios y electrodomésticos de bajo consumo de agua, depuración y reutilización de las aguas residuales domésticas, educación ambiental de los ciudadanos o fijación de precios más acordes con su verdadero coste.

- **Reducción del consumo agrícola.** Mediante la mejora de los sistemas de riego y de canalización y la introducción de cultivos más apropiados para cada zona.

Inundaciones y sequías

La gestión del agua en Andalucía, expuesta a eventos climáticos extremos como los períodos de sequía y las inundaciones, exige el desarrollo de planes que prevengan los riesgos asociados a dichos eventos, con el fin de mitigar sus impactos. Así, por ejemplo, la elaboración de **mapas de peligrosidad de zonas inundables** indica en qué zonas no se deben construir viviendas. Por otra parte, los **planes especiales de sequías** permiten establecer las actuaciones necesarias para asegurar el abastecimiento a la población y, en la medida de lo posible, a los restantes usuarios.

Mejora de ecosistemas acuáticos y restauración de ríos

La **Agencia de Medio Ambiente y Agua de Andalucía** diseña distintas estrategias con el fin de mejorar el estado ambiental de los ríos y humedales de Andalucía a través de su restauración ecológica, contando con el apoyo de los agentes sociales implicados.

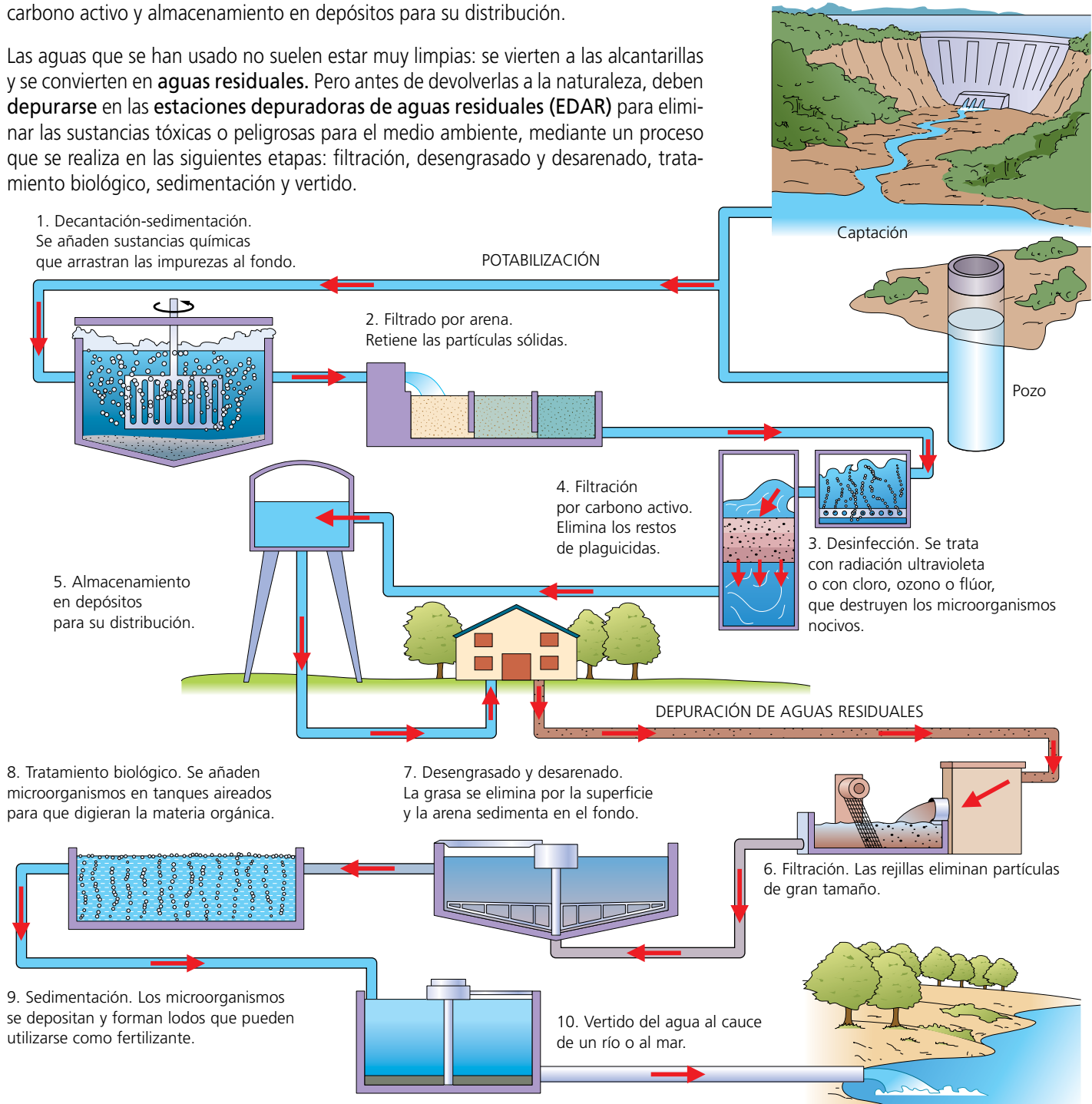
Un ejemplo es el **Programa Coordinado de Recuperación del río Guadaira**, donde el elemento más innovador es la compatibilización del patrimonio histórico y cultural ligado al río con la creación de espacios de disfrute para los ciudadanos.

11 Potabilización y depuración del agua

Los municipios captan el agua de los ríos y lagos o de los acuíferos subterráneos, pero antes de distribuirla para el suministro urbano la someten a un tratamiento de **potabilización** que la hace apta para el consumo humano, y eliminan con ello los posibles contaminantes nocivos para la salud. Este tratamiento se lleva a cabo en las siguientes etapas: decantación sedimentación, filtrado por arena, desinfección, filtración por carbono activo y almacenamiento en depósitos para su distribución.

Las aguas que se han usado no suelen estar muy limpias: se vierten a las alcantarillas y se convierten en **aguas residuales**. Pero antes de devolverlas a la naturaleza, deben **depurarse** en las **estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR)** para eliminar las sustancias tóxicas o peligrosas para el medio ambiente, mediante un proceso que se realiza en las siguientes etapas: filtración, desengrasado y desarenado, tratamiento biológico, sedimentación y vertido.

Los embalses o pantanos aseguran el suministro de agua en épocas de sequía, previenen las inundaciones y pueden utilizarse para generar energía hidroeléctrica.



Potabilización del agua de consumo: etapas 1, 2, 3, 4 y 5.

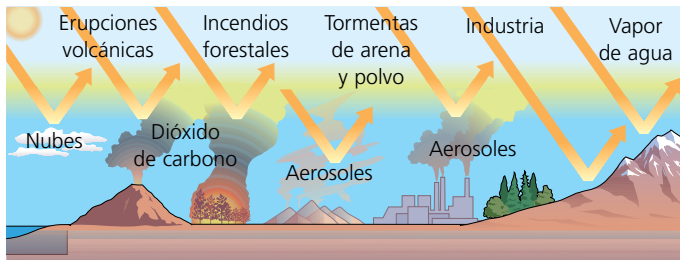
Depuración de aguas residuales: etapas 6, 7, 8, 9 y 10.

29 ¿Qué diferencias existen entre los tratamientos de potabilización y depuración del agua?

Practica

Ponte a prueba

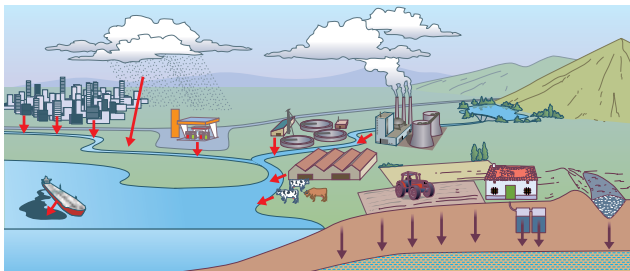
- 30** ¿Cuál es la diferencia entre rocío y escarcha?
- 31** ¿Qué gases destruyen la capa de ozono y cómo afectan a la salud?
- 32** Escribe en tu cuaderno cuáles son las principales sustancias químicas responsables de la contaminación atmosférica.
- 33** ¿Por qué la presión atmosférica medida en lo alto de una montaña es distinta a la medida a nivel del mar?
- 34** El dibujo siguiente muestra las causas responsables del incremento del efecto invernadero. ¿Sobre cuáles de ellas podemos actuar los seres humanos para reducir la contaminación?



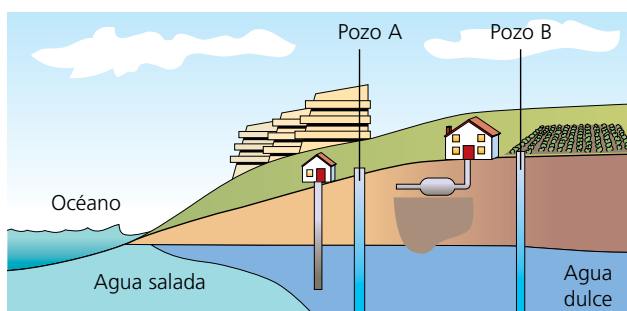
- 35** Relaciona en tu cuaderno los elementos de las dos series siguientes:
A: 1) Desinfección. 2) Tratamiento biológico. 3) Salinización.
B: a) Acuíferos. b) Potabilización. c) Depuración de aguas residuales.
- 36** Indica en tu cuaderno a qué conceptos corresponden las definiciones siguientes:
a) El nivel superior que presenta el agua de un acuífero.
b) Obtención de agua dulce a partir del agua del mar.
c) Tratamiento del agua para hacerla apta para el consumo humano.
d) Conjunto de procesos y estados por los que pasa el agua.
e) Conducción de aguas desde las regiones con excedentes a aquellas que son deficitarias mediante la construcción de embalses y canales.
- 37** Cita algunos contaminantes del agua, describe las causas que los generan y la importancia de preservar su calidad.
- 38** Indica en tu cuaderno cuál de los procesos que se indican a continuación no forma parte del ciclo hidrológico: a) Evaporación. b) Condensación. c) Deposición. d) Infiltración.

Observa y describe

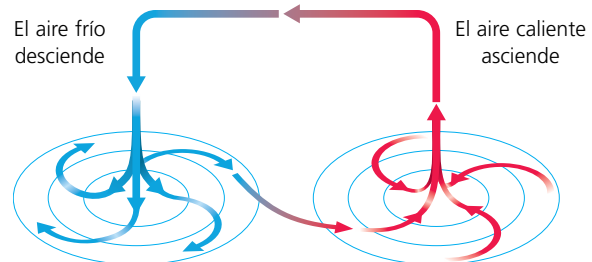
- 39** El dibujo recoge algunas causas de contaminación de los acuíferos.



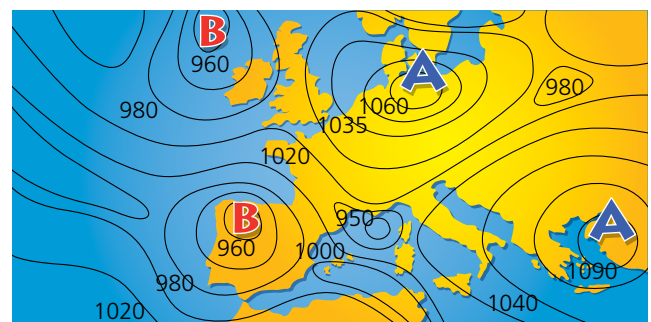
- a) Indica un tipo de contaminante presente en cada vertido recogido en el dibujo.
- 40** ¿Qué les puede ocurrir a los cultivos regados con el pozo B si la urbanización de la playa sobreexplota el acuífero con el pozo A?
¿Qué otros problemas medioambientales provoca la sobreexplotación de los acuíferos?



- 41** Observa este dibujo y contesta a las siguientes cuestiones:
a) ¿Dónde se encuentran las altas presiones y las bajas presiones?
b) En qué sentido gira el viento en el hemisferio norte en los anticiclones? ¿Y en las borrascas?
c) ¿En cuál de los dos hay tiempo seco y soleado y en cuál hay tiempo húmedo y nuboso?



- 42** Observa el mapa meteorológico siguiente y explica el pronóstico del tiempo en la península ibérica. ¿En qué dirección sopla el viento en España? ¿Y en Italia?



Practica

Aplica tus conocimientos

- 43** El joven investigador Newton Greenhouse llevó a cabo el siguiente experimento:

Llenó con agua hirviendo un tercio de una botella de plástico de 1,5 L de capacidad. A continuación, agitó un poco la botella hasta que el vapor de agua se extendió por todo su interior (A).

Luego cerró la botella con su tapón y la enfrió poniéndola bajo el agua del grifo. Conforme se enfriaba, comprobó que la botella se aplastaba y se encogían sus paredes (B).

Escribe en tu cuaderno la explicación de este fenómeno.



- 44** A mediados del siglo pasado, el explorador noruego Thor Heyerdahl propuso la teoría de que los primeros habitantes de Polinesia llegaron desde las costas de Perú en balsas empujadas por el viento y por las corrientes oceánicas. Para demostrarlo, construyó con sus colaboradores una balsa, la Kon-Tiki, en la que se embarcaron.

Tras cien días de navegación, llegaron a una de las islas de Polinesia situada a más de 6 000 km de Perú.



- a) A la vista del mapa, ¿en qué crees que se basó Heyerdahl para mantener su suposición?
- b) ¿No parece más probable pensar que los primeros pobladores habrían llegado desde las costas de Asia y Australia, que están más próximas?

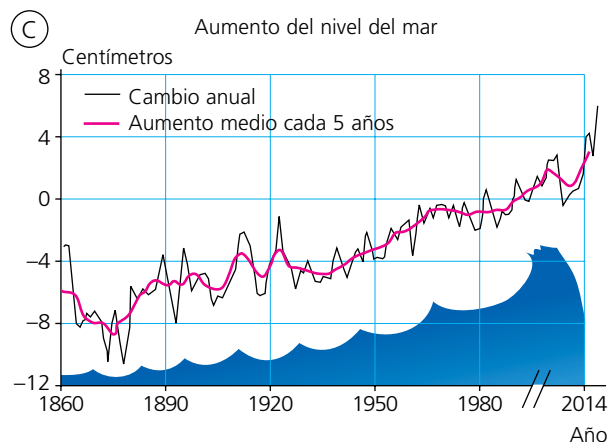
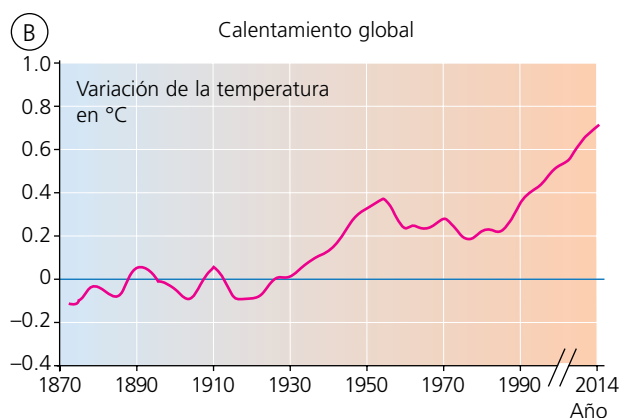
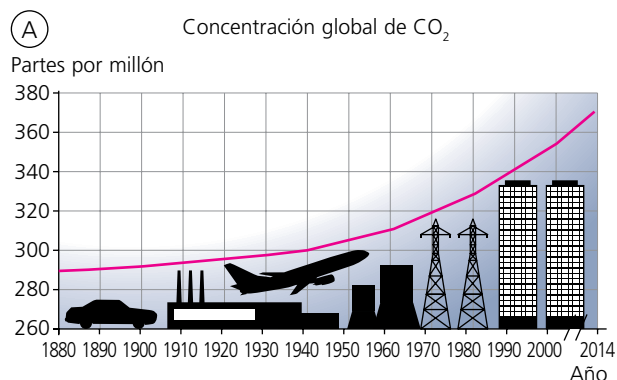
- 45** La gráfica A indica el incremento de las emisiones de dióxido de carbono (en partes por millón) en los dos últimos siglos.

La gráfica B señala el incremento de la temperatura del planeta en los dos últimos siglos.

La gráfica C muestra la subida del nivel del mar (en centímetros) en los dos últimos siglos.

Con la información que te proporcionan estas tres gráficas, responde a estas cuestiones:

- a) ¿Qué actividades humanas incrementan las emisiones de dióxido de carbono?
- b) ¿Cómo explicas el incremento de temperatura que muestra la gráfica B?
- c) ¿Cuál es la causa del aumento del nivel del mar?



1. ¿Dónde está el impostor?

En cada grupo de palabras, una de ellas no tiene nada que ver con las demás.

Explica cuál es la causa por la que no se pueden incluir en el grupo.



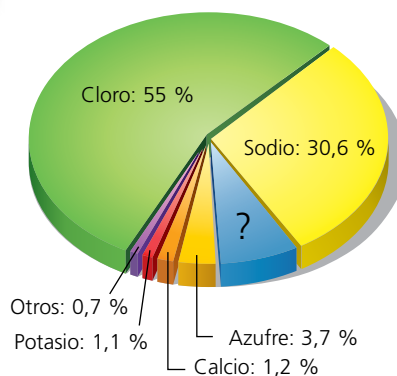
2. ¡No caigas en la trampa!

¿Sabrías decir si lo que expresan las siguientes frases es verdadero o falso? Razona tu respuesta.

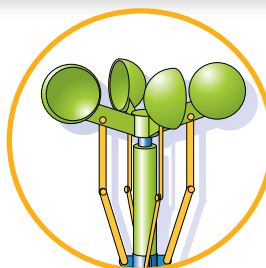
1. El componente del aire que cuenta con mayor presencia es el oxígeno.
2. La capa de ozono estratosférico absorbe la radiación ultravioleta.
3. El dióxido de azufre es un contaminante atmosférico que procede de la combustión del carbón.
4. Cuando el agua se congela disminuye su volumen; por eso el hielo es más denso que el agua líquida.
5. La potabilización sirve para depurar las aguas residuales.
6. Las aguas de alto contenido de calcio y magnesio se denominan aguas blandas.

3. ¿Qué falta?

¿Qué representa este dibujo? ¿Crees que podrás encontrar el elemento que le falta? Indica su nombre y la proporción en la que se encuentra.



4. ¿Lo reconoces?



Este es el detalle ampliado de un dibujo. ¿Sabes su nombre y para qué se utiliza?