

Índice

1	LOS SERES VIVOS QUE HABITAN LA TIERRA	3
2	LOS ANIMALES INVERTEBRADOS	14
3	LOS ANIMALES VERTEBRADOS	23
4	HONGOS, ALGAS Y PLANTAS	31
5	MINERALES Y ROCAS DE LA CORTEZA TERRESTRE	39
6	LAS CAPAS FLUIDAS: ATMÓSFERA E HIDROSFERA	45
7	EL UNIVERSO	53
8	EL SISTEMA SOLAR	57
9	LA MEDIDA DE LA MATERIA	66
10	LA MATERIA Y SUS ESTADOS	72
11	VIAJE AL INTERIOR DE LA MATERIA	78

ENSEÑANZA
SECUNDARIA
OBLIGATORIA



Bruño

Dirección del proyecto editorial
Antonio Díaz

Coordinación del proyecto editorial
Estrella Marinas

Coordinación de ediciones
María de Hoyos

Coordinación de preimpresión
Alberto García

Coordinación de diseño
Cristóbal Gutiérrez

Este libro corresponde al Primer curso de Educación Secundaria Obligatoria, materia de Ciencias de la Naturaleza, y forma parte de los materiales curriculares del proyecto del Grupo Editorial Bruño, S. L.

© del texto: Juan Eduardo Panadero Cuartero, Aurora Lozano Montero, Andrés Bayón Fernández, Antonio Olazábal Flórez, Juan Ángel Argüello González, Rosario Fuente Flórez.

© de esta edición: Grupo Editorial Bruño, S. L., 2010
Juan Ignacio Luca de Tena, 15
28027 Madrid

Impreso en Xxx

ISBN: 000-00-000-0000-0

Depósito legal: M-000-2010

Printed in Spain

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista en la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos: www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

1

Los seres vivos que habitan la Tierra

1 LOS ORÍGENES

Tú eres un **ser vivo** formado por millones de **células**, que a su vez están formadas por **moléculas**, que están formadas por **átomos**, que a su vez están formados por **protones**, **neutrones** y **electrones**, que se formaron a partir de la **energía** que se generó en el nacimiento del Universo.

Pero, ¿sabemos cómo se formó el Universo o los primeros seres vivos cuyos descendientes somos nosotros? ¿Qué es una célula, una molécula o un átomo?

1.1 Átomos, moléculas y vida: ¿Cómo empezó todo?

Las estrellas, la Tierra, los océanos y los seres vivos tienen un pasado y, por tanto, una historia. Pero nuestro pasado lejano, así como el **origen** del **Universo** y de la **vida**, sigue siendo un enigma para nosotros.

No podemos retroceder en el tiempo para saber cómo y cuándo se formó el Universo. Pero podemos explorar el pasado analizando los **fósiles**, atendiendo a los **estudios** que nos explican las características de los seres vivos en términos **bioquímicos** y apoyándonos en **teorías** que, como la del **Big Bang**, sugieren cómo podrían haber sucedido las cosas.

Hace unos 13700 millones de años, una **Gran Explosión**, el **Big Bang**, dio origen a todo cuanto existe. En el inicio de aquel estallido colosal apareció toda la **energía** del mundo, parte de la cual se transformó en **materia**.

Sin **energía** nada puede producirse: ni vida, ni movimiento, ni calor... La energía es la capacidad de transformar las cosas, aquello que hace funcionar el mundo.

La **materia** es la sustancia con la que se edifica la vida y todo lo que hay en el Universo: rocas, tigres, niñas o nubes.

La materia está constituida por partículas o unidades inimaginablemente pequeñas, llamadas **átomos**, y estos, a su vez, por unidades aún más pequeñas llamadas **protones**, **neutrones** y **electrones**.

Los protones, neutrones y electrones se agrupan entre sí de maneras muy diversas y, según el modo en que lo hagan, forman átomos de diferentes clases y propiedades. Así, hay átomos de carbono, de oxígeno o de hidrógeno, y a cada **clase de átomo** lo llamamos **elemento químico**.

El calcio de los huesos o el oxígeno de la atmósfera son **elementos químicos**, es decir, **sustancias** (partes, componentes, ingredientes) con las que se construye todo: las ballenas, las estrellas e incluso aquello que no ves, como el aire que respiras.

1.2 Bloques de construcción química

Para construir una casa necesitamos agua, arena, cemento y ladrillos. Para construir un ser vivo se requiere otro tipo de materiales. La vida está edificada sobre fundamentos químicos basados en los elementos. En la naturaleza existen 92 elementos químicos conocidos. Con ellos se forma la totalidad de la **materia**, tanto la **viva** como la **inanimada** o carente de vida. Tú estás hecho de **materia viva**, y una roca está hecha de materia inanimada. Pero tanto tú como la roca estáis hechos de **átomos** que se enlazaron de diversos modos para formar nuevas sustancias llamadas **moléculas**.

Las **moléculas** son agrupaciones de átomos. Estas agrupaciones pueden ser **sencillas** o muy grandes y **complejas**. Complejo significa múltiple, laberíntico, enmarañado, difícil, profundo... Las **moléculas** que forman una roca son **sencillas**: las que te forman a ti son inmensas y muy **complejas**, aunque esa inmensidad sea invisible a nuestros ojos sin un microscopio.

1.3 El carbono: elemento básico de la materia viva

No existen elementos «especiales» para crear seres vivos. De todos ellos, sin embargo, solo seis resultan ser los protagonistas mayoritarios para construir materia viva: **carbono, hidrógeno, nitrógeno, oxígeno, fósforo y azufre**. Los elementos que constituyen la materia viva se denominan **bioelementos**. De los seis mayoritarios, el **carbono** es, con diferencia, el bioelemento esencial: sus enlaces con otros elementos o consigo mismo generan una gran variedad de nuevas moléculas con las que se construyen las incontables formas de vida visible e invisible que pueblan la Tierra: bacterias, tulipanes, tiburones...

Los **bioelementos** actúan como si fueran bloques de construcción, es decir, forman nuevas **moléculas** —llamadas **biomoléculas**— cada vez más grandes y complejas, a partir de las cuales se originan las **células**. Al llegar a la célula surge lo vivo. Antes de ella todo es materia inanimada.

La **célula** es la unidad básica de la vida, una estructura individual capaz de alimentarse, reproducirse y adaptarse a los cambios del entorno.

Aún no sabemos cómo surgió la vida a partir de la materia inanimada. Pero sabemos que los **enlaces químicos** que se producen entre los **átomos** para formar **moléculas**, constituyen la base de todos los procesos vitales. También sabemos que la **materia viva**, tanto si adopta la apariencia de una niña como la de un roble, está hecha de **agua, hidratos de carbono, proteínas, lípidos y ácidos nucleicos**, que son **agrupaciones moleculares** enlazadas químicamente.

Es posible que la **vida** surgiera en los mares de la Tierra primitiva, y los primeros organismos a los que podemos llamar **seres vivos** fueron las **bacterias** y las **cianobacterias**. ¿Podrían ser aquellos microscópicos organismos, formados por una **única célula**, los antepasados de todos los seres vivos, puesto que **toda célula procede de otra célula**?

2 LA MATERIA SE ORGANIZA, SE ORDENA

Ahora sabes que los átomos se unen e interactúan para formar las moléculas que te constituyen tanto a ti como a tu goma de borrar. Pero las diferencias entre ambos son evidentes. ¿Dónde radica la clave de esas diferencias? En la **organización de la materia**, una de sus propiedades excepcionales.

Fíjate, por ejemplo, en las esferas de la figura 1 que representan átomos de **hidrógeno (H)** y de **oxígeno (O)** dispuestos al azar y aislados unos de otros. Si esas partículas de materia no tuvieran la propiedad de ordenarse en el espacio de manera y en cantidades precisas, nunca beberías agua.

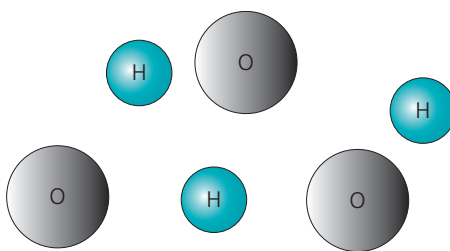


Figura 1.

Pero al unirse un número preciso de átomos de hidrógeno —dos en concreto— con uno de oxígeno, siguiendo un orden determinado y no al azar (figura 2) formarán un nuevo tipo de materia: **agua líquida**, una sustancia de propiedades extraordinarias que no tenían ni el hidrógeno ni el oxígeno por separado.

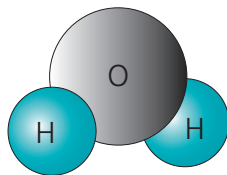


Figura 2.

2.1 Niveles de organización de la materia

Esto significa que los distintos componentes de la materia (carbono, hidrógeno, nitrógeno...) tienen la propiedad de organizarse para formar un todo que puede ser una niña o un grano de arena. Pero el **grado de organización** que requiere la formación de una niña (**materia viva**) es infinitamente más elevado y complejo que el que requiere la formación de un grano de arena (**materia inanimada**).

Para explicar estos grados de complejidad los científicos hablan de **niveles de organización de la materia**, algo semejante a una escala que va de menor a mayor grado de organización. En cada nuevo **nivel** aparecen nuevas **propiedades** que no existían en el nivel anterior y, a medida que avanzamos por esa escala de organización, vamos encontrando un mayor grado de **organización** y **complejidad**. Recordarás que **complejo** significa múltiple, laberíntico, enmarañado, difícil, profundo... Los niveles de organización son: átomo, molécula, orgánulo, célula, tejido, órgano, sistema, organismo, especie, población, ecosistema y biosfera.

3 LA TIERRA: el hogar de los seres vivos

Después de la Gran Explosión, se formaron nubes de gas que se expandían velozmente y, al girar sobre sí mismas, se condensaron y formaron millones de estrellas, entre ellas, el **Sistema Solar** del que forma parte la **Tierra**.

En sus **orígenes**, la Tierra solo era una masa incandescente de materia que giraba sobre sí misma. Eso fue hace unos 4 600 millones de años. Con el tiempo comenzó a enfriarse y se formó la **corteza terrestre** que, durante mucho tiempo, no fue más que una extensión estéril de roca y lava hirviente. Entonces no podía albergar **vida** alguna porque aún no había **agua líquida** sobre su superficie.

Una capa gaseosa —la **atmósfera**— envolvía el planeta. La atmósfera primitiva, distinta de la actual, carecía de **oxígeno** (el gas que obtenemos al respirar) y de **capa de ozono** (otro gas que nos protege de las radiaciones nocivas del Sol).

La actividad volcánica era muy acusada cuando la Tierra se formó y despedía **vapor de agua** hacia la atmósfera. Una vez que la Tierra se enfrió lo suficiente, el vapor de agua se condensó y dio lugar a las primeras lluvias.

Después de siglos de interminables aguaceros, se formaron los **mares** y **océanos** primitivos. Millones de años después, la **vida** se originó en sus aún cálidas aguas, mediante la formación e interacción de **moléculas** que, entre otros elementos, contenían **carbono**.

3.1 Condiciones que hacen posible la vida en la Tierra

La **vida**, tal como la conocemos, solo puede producirse y desarrollarse en **agua líquida**. Además, los procesos vitales se bloquean en un entorno gélido, o bien se interrumpen si la temperatura es demasiado elevada.

Las condiciones que hacen posible la **vida** en la **Tierra** y no en Venus, por ejemplo, son básicamente dos: **temperaturas medias suaves**, que posibilitan la existencia de agua líquida, y presencia de **atmósfera**.

Si la Tierra estuviera tan solo un 1 % más cerca del Sol, el agua se evaporaría, y si estuviera un 1 % más lejos, se congelaría. La **distancia** que hay entre ambos cuerpos permite la presencia de agua líquida y la temperatura media adecuada (unos 15 °C) para el desarrollo de la vida.

La **atmósfera** actual, por su parte, protege la Tierra de las radiaciones nocivas del Sol y la aísla del frío y del calor extremos, como un tejado a una casa. Sin la **capa de ozono** que se formó a partir del **oxígeno** que liberaban las **cianobacterias** primitivas, la vida en tie-

rra firme no hubiera sido posible. De la misma forma que no es posible la vida en Venus, dada su temperatura: es tan alta que solo hay agua en forma de vapor.

3.2 El medio ambiente

Vista desde el espacio, la Tierra aparece cubierta por extensas zonas de **agua y tierra**. Ese marco en el que se desenvuelve la vida se denomina **medio ambiente**, término que no solo hace referencia al elemento en que viven y se desarrollan los seres vivos: también designa al conjunto de condiciones que rodean y afectan a un determinado organismo.

Entre esas condiciones figuran elementos vivos o **factores bióticos**, como la presencia de diferentes seres vivos y las relaciones que se establecen entre ellos, ya sea de ayuda mutua o de lucha por el espacio, el alimento o la pareja; y elementos no vivos o **factores abióticos**, como la luz o el agua. Estos factores determinan el tipo de vegetación que se desarrolla en un lugar y, a su vez, la vegetación determina el tipo de organismo que puede vivir en ese lugar.

El **medio ambiente** o **entorno** de un ser vivo está constituido por el conjunto de elementos vivos y no vivos que lo rodean.

3.3 Agua y tierra: dos medios diferentes

En el **medio acuático** (océanos, ríos, lagos...), los organismos viven rodeados de agua dulce o salada. En el **medio terrestre** (praderas, bosques, selvas, desiertos...), los organismos viven rodeados de aire.

En el agua la temperatura experimenta pocas variaciones a lo largo del año; y en tierra, experimenta cambios bruscos. El agua filtra gran parte de la radiación solar nociva; en tierra, la radiación solar directa, aunque ventajosa para las plantas, obliga a otros organismos a dotarse de diferentes envolturas protectoras para no deshidratarse o quemarse. El peso de los organismos acuáticos es parcialmente soportado por el agua que los rodea; en cambio, en tierra necesitan estructuras esqueléticas que les permitan soportar su propio peso.

3.4 El hábitat: un lugar para vivir

Para observar pingüinos tendríamos que viajar a la Antártida y para observar setas tendríamos que adentrarnos en el bosque. Esto significa que los seres vivos no solo son diferentes en su forma o tamaño, sino que también difieren en sus necesidades de agua, luz, tipo de alimento o suelo. Aunque todos ellos encuentran en la Tierra un lugar para vivir, no todos pueden vivir en los mismos ambientes.

Hábitat es el lugar en el que vive un organismo determinado de forma natural. En ese lugar concreto —y no en otro— encuentra las condiciones apropiadas y los recursos necesarios para vivir y reproducirse.

4 CARACTERÍSTICAS DE LOS SERES VIVOS

La **vida** es un **estado dinámico** (activo, cambiante) muy complejo, una **propiedad** de la **materia** que no se deja definir con facilidad. Definir significa «fijar los límites».

Pero no es nada sencillo fijar los límites de algo que, como tú, una margarita o un delfín, comienza siendo una única **célula** que, una vez formada, se **divide** para **multiplicarse**; **crece** y se **desarrolla**; se **mueve**, **respira**, se **alimenta**, **elimina residuos**, **responde a los estímulos** de su entorno, se **adapta** y **evoluciona**, se **reproduce** y acaba por desaparecer para convertirse en polvo que, a su vez se transformará en partículas inimaginablemente pequeñas, que se unirán para formar átomos, que a su vez se enlazarán para formar moléculas... y así sucesivamente.

Contempladas en su conjunto, todas las características que acabamos de enumerar son **características** de los **seres vivos**. Pero vistas por separado, algunas de ellas, como crecer o reproducirse, no son exclusivas de la materia viva.

Los cristales de cuarzo crecen y los virus se reproducen de forma vertiginosa, pero no se consideran seres vivos. ¿Por qué? Porque no están hechos de **células**. Ese es el requisito indispensable para definir a un **ser vivo**.

4.1 Los seres vivos están formados por células

Un **ser vivo** es un organismo formado por una o más **células**.

La **célula** es la **unidad estructural y funcional** de la que están formados los **seres vivos**, de la misma forma que un bloque de piedra es la unidad con la que está hecha una catedral.

Hay dos tipos de **organismos**: **unicelulares**, si están formados por una sola célula, como las bacterias; y **pluricelulares**, si están formados por muchas células, como tú, las margaritas o un delfín.

Tanto la única célula que forma el organismo de una bacteria como cada una de las muchas células que te forman a ti —más de 75 billones— están dotadas de vida propia, es decir, realizan tres **funciones vitales**: se **relacionan** con su entorno, se **nutren** y se **reproducen**.

Un ser vivo unicelular realiza todas las funciones vitales con la única célula que lo constituye. En cambio, las **células** de los organismos pluricelulares están **especializadas**. Su **forma, tamaño y contenido**, así como su **estructura interna**, varían de acuerdo con el trabajo específico que realizan.

En tu cuerpo hay células con aspecto de cilindro, otras tienen forma de estrella y algunas parecen rosquillas sin agujero. Las que parecen cilindros producen movimientos; las que se asemejan a estrellas reciben, elaboran y transmiten mensajes; y las que parecen rosquillas transportan oxígeno a todas las partes del cuerpo.

Pero esto no debe confundirte, pues las células de los organismos pluricelulares no viven aisladas; todas colaboran y se asocian para formar tejidos, como el muscular; órganos, como el corazón; y sistemas, como el cardiovascular que, a su vez, se coordinan para constituirse en un todo como tú.

4.2 La célula viva: un universo en miniatura

Las células que forman tu sangre no se parecen a las que forman tu cerebro. A su vez, las células vegetales difieren entre sí y de las tuyas. Pero todas presentan tres componentes indispensables: una envoltura —la **membrana plasmática**—; un interior de consistencia gelatinosa —el **citoplasma**—; y, ya sea disperso en el citoplasma, o bien protegido en una estructura semejante a una nuez, que se denomina **núcleo**, una sustancia química muy especial —el **ADN**— que contiene las instrucciones de construcción y funcionamiento de la célula.

Si el **ADN** se encuentra **disperso** en el citoplasma, la célula se designa como **procariota** o **sin núcleo**; si se encuentra en el interior de una estructura protectora, la célula se designa como **eucariota** o **con núcleo**.

Solo las células de los organismos más sencillos, como las bacterias y cianobacterias, son procariotas; todas las demás son eucariotas. Las **células eucariotas** pueden ser de dos tipos: **animales** o **vegetales**.

► Estructura básica de una célula eucariota animal

La **membrana plasmática** es una envoltura flexible similar a un pequeño globo que tiende a ser esférico. Separa y protege el medio interno celular del medio externo que lo rodea, y actúa como una barrera selectiva que permite la entrada y salida de determinadas sustancias e impide el paso de otras.

El **citoplasma** ocupa el interior de la célula y contiene numerosas formaciones, llamadas **orgánulos** (órganos pequeños), como las **mitocondrias**, capaces de realizar funciones específicas como transformar hidratos de carbono en energía.

El **núcleo** es el centro de información de la célula y está separado del citoplasma por otra envoltura, la **membrana nuclear**. En su interior se encuentra el **ADN**. Este contiene las **instrucciones** que rigen todo lo que sucede en la célula y el **material hereditario** que determina cómo va a ser un organismo.

► Estructura básica de una célula eucariota vegetal

La **célula vegetal** es similar a la animal, pero con algunas características propias: además de la **membrana plasmática**, tiene otra envoltura rígida —la **pared celular**— que está hecha de **celulosa**, una sustancia que le confiere protección y soporte. Su

citoplasma contiene unos orgánulos, llamados **cloroplastos** que, a su vez, contienen un pigmento verde: la **clorofila**. Mediante estos dos componentes, los vegetales realizan la **fotosíntesis**, el proceso que les permite autoalimentarse. El núcleo suele encontrarse desplazado hacia un lado por las **vacuolas**, unos orgánulos que almacenan agua y otras sustancias.

4.3 Los seres vivos se relacionan con su entorno

Si hace frío tiemblas. Eso significa que eres capaz de percibir **estímulos** procedentes del **entorno** y de reaccionar frente a ellos. En este caso, el frío es el **estímulo** que te hace reaccionar, y el temblor es la **respuesta** de tu organismo frente al frío. Te indica que se ha producido un **cambio de temperatura**: conviene que te abrigues para no enfermar. Los cambios o variaciones que se producen en el entorno de un organismo se llaman **estímulos**, y las reacciones que provocan en el organismo, **respuestas**.

Los diferentes tipos de **estímulos** que afectan a los seres vivos pueden ser **externos**, como la luz, o **internos**, como la sed. Para captarlos, los organismos pluricelulares poseen células especializadas. En cambio, los organismos unicelulares captan y responden a los estímulos con todo su organismo, es decir, con la única célula que los constituye.

Las **relaciones** que establecen los **seres vivos** con su **entorno** les permiten **sobrevivir** y prosperar en un **ambiente cambiante** y generalmente hostil.

4.4 Los seres vivos se nutren

La manzana es un **alimento**. Las sustancias que contiene son los **nutrientes** que te proporcionan la **materia** y la **energía** que te permiten crecer, y desarrollarte y realizar actividades físicas. La **alimentación** es un acto voluntario que consiste en seleccionar e ingerir alimentos. La **nutrición** es un proceso involuntario que incluye la acción de alimentarse.

Mediante la **función de nutrición** los seres vivos obtienen la **materia** con la que forman, reponen y mantienen sus estructuras corporales, y la **energía** necesaria para realizar las demás funciones vitales.

Para nutrirse, los seres vivos incorporan sustancias del exterior, las procesan de diversas formas para extraer los nutrientes y utilizar estos para autoconstruirse y mantenerse y expulsan al exterior los residuos no aprovechables de este proceso.

Según su **forma de nutrirse**, los seres vivos pueden ser **autótrofos** («me autoalimento») y **heterótrofos** («me alimento de otro»).

- Son **autótrofos** aquellos que son capaces de fabricar su propio alimento con luz solar mediante un proceso que se denomina **fotosíntesis**, como las plantas, las algas y las cianobacterias.
- Son **heterótrofos** aquellos seres vivos que se alimentan de otros seres vivos como los animales, los hongos y numerosos microorganismos.

Según el **tipo de alimento** que ingieren y el **modo de obtenerlo**, los organismos heterótrofos pueden ser: **herbívoros** (comen plantas), **carnívoros** (comen la carne de otros animales), **omnívoros** (comen plantas y animales), **parásitos** (extraen su alimento de otro ser vivo al que perjudican), y **saprófitos** (se alimentan de restos de animales y plantas).

4.5 Los seres vivos se reproducen

Todas las células que forman tu organismo proceden de las células de tus padres, estas de las de sus padres, y así sucesivamente. Esto significa que tienen capacidad para reproducirse. Reproducir significa «volver a producir». Si los seres vivos no pudieran reproducirse, desaparecerían.

La **reproducción** es el proceso por el que un ser vivo produce otro ser vivo semejante o idéntico a él mismo.

La **reproducción** puede ser **asexual**, cuando en el proceso participa un solo organismo o individuo, o **sexual**, si participan dos individuos de distinto sexo (macho y hembra).

Una bacteria, cuya **reproducción** es **asexual**, no necesita buscar pareja: de una surgen dos por **división**. Pero al intervenir un solo individuo en el proceso, los organismos producidos carecen de **variación**, es decir, son **idénticos** a la bacteria que los produjo y entre sí.

El ser humano, en cambio, al **reproducirse sexualmente** produce organismos o descendientes con **características paternas y maternas**, por lo que son **parecidos** a los padres y entre sí, pero no idénticos.

Para reproducirse sexualmente, tienen que unirse las células sexuales llamadas **gametos** que producen el macho y la hembra.

Cuando el gameto masculino, llamado **espermatozoide**, se une o fusiona con el femenino, llamado **óvulo**, se origina una **célula huevo** o **cigoto** que dará lugar a un nuevo individuo. El proceso de unión de los gametos se denomina **fecundación**.

► Desarrollo embrionario

Una vez fecundado, el **cigoto** se divide para aumentar el número de células hasta que se forma un **embrión**. Se le llama embrión a un organismo en sus primeras fases de desarrollo. El **desarrollo del embrión** puede ser:

- **Vivíparo** («nacido vivo»): el embrión se desarrolla en el interior del cuerpo de la hembra y es alimentado por esta hasta que tiene lugar el nacimiento.
- **Ovíparo** («nacido de un huevo»): la hembra pone huevos que deposita fuera de su cuerpo, el embrión se desarrolla en el interior del huevo y se alimenta de las sustancias que contiene hasta que sale del huevo ya formado.
- **Ovovivíparo** («nacido vivo de un huevo»): el embrión se desarrolla dentro de un huevo que permanece en el interior del cuerpo de la hembra, y se alimenta de las sustancias que contiene el huevo hasta que se abre dentro de la madre para, finalmente, salir al exterior ya formado.

4.6 Los seres vivos evolucionan

Evolución es un término que se aplica a los **cambios** que han tenido lugar en el Universo desde sus orígenes hasta nuestros días, a los cambios geológicos que ha experimentado la Tierra o al origen de la vida en nuestro planeta. Es un término sinónimo de **cambio**, **desarrollo** o **transformación**. Cuando hablamos de **evolución biológica**, nos referimos tanto al conjunto de cambios que han experimentado los seres vivos desde su aparición hasta el presente, como a su estudio.

Las teorías evolutivas tratan de explicar la **diversidad** de los **seres vivos**, esto es, el origen de las diferentes **especies** que pueblan la Tierra. Según la **teoría de la evolución** formulada por Charles Darwin en 1859, los seres vivos no tuvieron siempre el aspecto que presentan en la actualidad, sino que **evolucionaron** a lo largo del tiempo, es decir, experimentaron un proceso de **cambio** de sus **características**, dando así lugar a la formación de nuevas **especies**.

Una de las causas principales de esos cambios evolutivos es la **selección natural**, que actúa como un filtro sobre las **variaciones**, aparecidas al **azar**, que muestran los organismos: los que exhiben rasgos o innovaciones que favorecen su **adaptación** a un **entorno** determinado, sobrevivirán y se reproducirán; los que carecen de las características apropiadas para vivir y reproducirse en un ambiente dado, se **extinguirán**.

Puesto que algunas características o variaciones se transmiten de padres a hijos, es decir, se **heredan**, los individuos de la siguiente generación estarán mejor adaptados para vivir y dejar descendencia en un **entorno** que, a su vez, es **inestable** y **cambiante**.

Las jirafas, por ejemplo, se alimentan con hojas de los árboles, por lo que cuanto más largo sea su cuello más y mejor comerán. La descendencia que, por azar, herede el rasgo «cuello largo», tenderá a aumentar frente a las que tienen el cuello corto, que acabarán por desaparecer al no poder alimentarse adecuadamente.

Los **organismos evolucionan** por **selección natural**, es decir, por una acumulación de **variaciones** que se producen al **azar**, y que se imponen porque confieren a sus portadores algún tipo de ventaja para **adaptarse** y reproducirse más eficazmente en un **ambiente** determinado; los que no se adaptan, se **extinguen**.

5 CLASIFICAR, IDENTIFICAR Y NOMBRAR SERES VIVOS

Clasificar es un proceso que consiste en **agrupar elementos** (plantas, animales, canciones, tornillos...) en función de las **características** que tienen en común: forma, tamaño, color...

Este proceso simplifica las tareas y nos ayuda, no solo a encontrar con rapidez lo que buscamos, sino a **ordenar** nuestros **conocimientos**. Saber que un gato es carnívoro nos permite alimentarlo adecuadamente para que no enferme. Para hacer una **clasificación** debemos elegir algún tipo de **norma** o **característica** que singularice o distinga a un objeto de otro, a un organismo de otro. Pero, ¿cómo proceder para identificar características de los seres vivos?

5.1 La clasificación biológica

El primer paso consiste en **describir** los organismos que se van a clasificar: ¿son animales, plantas u otro tipo de organismos? ¿Son unicelulares o pluricelulares? ¿Son autótrofos o heterótrofos? ¿Cómo se reproducen? ¿Se desplazan? ¿Dónde viven? ¿Tienen columna vertebral? ¿De qué color son?

Dado que todos los seres vivos están unidos entre sí por lazos de parentesco más o menos estrechos (todos descendemos de una única forma ancestral), una vez identificadas las características, los **organismos** se dividen en **grupos** en función de las **semejanzas** que comparten, es decir, en función de su grado de parentesco.

Un gato, por ejemplo, está más estrechamente emparentado con un tigre que con un jilguero, de la misma forma que tú estás más estrechamente emparentado con tus hermanos que con tus primos.

Los científicos clasifican a los seres vivos partiendo de una unidad básica: la **especie**. Las especies con muchas características en común se agrupan, a su vez, en **géneros**; los géneros, en **familias**; las familias, en **órdenes**; los órdenes, en **clases**; las clases, en **filum** (si son animales) o en **divisiones** (si son plantas); y los filum o divisiones, en **reinos**.

Una **especie** está formada por un conjunto de individuos que pueden **reproducirse** entre sí y dejar **descendencia fértil** (los hijos deben ser capaces, a su vez, de producir hijos).

Si dos individuos no pueden reproducirse entre sí y dejar descendencia fértil, nunca serán de la misma especie, por muy parecidos que sean. La **especie** es la base de la **clasificación biológica** porque no se basa en semejanzas físicas que pueden llevar a engaño (el pavo real macho es muy diferente de la hembra, pero son de la misma especie), sino en **semejanzas** basadas en su **grado de parentesco**.

6 LOS CINCO REINOS

Teniendo en cuenta características como el número de células que forman un organismo y la estructura de las mismas, su tipo de nutrición y reproducción, así como su estructura corporal interna y externa, además de otras muchas, los **seres vivos** se pueden dividir en **cinco reinos**: **moneras** (incluye bacterias y cianobacterias); **protocistas** (incluye protozoos y algas); **hongos** (incluye setas, levaduras y mohos); **plantas** (metafitas) y **animales** (metazoos).

Además de esta clasificación, existen otras; todas presentan ventajas y también algún inconveniente. Debido a su complejidad y a su incontable variedad, clasificar seres vivos no es sencillo. La euglena, por ejemplo, es un organismo que, observado al microscopio, revela una naturaleza sorprendente: puede nutrirse y comportarse como un animal, como una planta o como un hongo.

¿Es, pues, la euglena un animal, una planta, un hongo, un animal-planta o una planta móvil, ya que se desplaza mediante una estructura con forma de látigo, llamada **flagelo**? La euglena ha sido clasificada como planta y en ocasiones como **protozoo**, palabra que significa «primer animal». Actualmente, organismos como la euglena que no son exactamente animales, ni plantas, ni bacterias ni hongos, se clasifican como **protocistas**, término que significa «primeros seres».

Reino	Número de células	Tipo de célula	Tipo de nutrición
Moneras	Unicelular	Procariota	Autótrofa o heterótrofa
Protoctistas	Unicelular o pluricelular	Eucariota	Autótrofa o heterótrofa
Hongos	Unicelular o pluricelular	Eucariota	Heterótrofa
Plantas	Pluricelular	Eucariota	Autótrofa
Animales	Pluricelular	Eucariota	Heterótrofa

7 LOS MICROORGANISMOS: vida invisible

Un **organismo microscópico**, también llamado **microorganismo** o **microbio**, es un ser vivo tan pequeño que solo se puede ver a través de un microscopio. Para ser visible a tus ojos, el tamaño de un puntito no puede ser inferior a 0,2 mm. Así, antes de la invención del microscopio no podíamos saber que más allá del límite de la visión humana existe una inmensa variedad de seres vivos.

Su importancia radica en que muchos de ellos son perjudiciales para la salud y los cultivos, y otros, en cambio, son indispensables para la vida.

7.1 Bacterias: los primeros pobladores de la Tierra

Las **bacterias** son organismos unicelulares procariotas. Pueden ser heterótrofas o autótrofas y viven en todos los medios: tierra, aire y agua. También se desarrollan dentro y fuera de otros organismos (colonizan dientes, encías, intestinos...), colaborando con ellos unas veces y otras produciéndoles enfermedades.

La mayoría de las bacterias son los **agentes de reciclaje** más importantes de la naturaleza: transforman en nuevos nutrientes los restos de los millones de seres vivos que perecen cada día.

7.2 Protozoos, algas y hongos unicelulares

Los **protozoos** son organismos unicelulares, eucariotas y heterótrofos. Suelen vivir en medios acuáticos o como parásitos de otros organismos a los que causan enfermedades. Muchos de ellos pueden desplazarse.

Las **algas unicelulares** son organismos eucariotas y autótrofos fotosintéticos. La mayoría vive en el agua, flotando a la deriva y formando el fitoplancton, del que se alimentan otros organismos acuáticos. Las **diatomeas** son algas microscópicas con forma de estuche. Su pared celular, impregnada de sílice, es rígida y está bellamente ornamentada con diversos relieves.

Los **hongos microscópicos**, como las **levaduras**, son organismos eucariotas que pueden ser de gran utilidad o muy perjudiciales: con algunas se fermenta la masa del pan; otras son parásitas y pueden causar enfermedades.

7.3 Virus: entre lo vivo y lo no vivo

Los **virus** no tienen vida propia. Todos son **parásitos**. Podemos definirlos como **formas no celulares**, capaces de reproducirse en el interior de células vivas de otros organismos, a las que siempre causan daños. Están formados por una cubierta, la **cápsida**, que aloja en su interior el **material hereditario**.

Fuera de una célula viva se muestran inertes, pero cuando aterrizan en una célula específica y la invaden, esta detiene su actividad normal y comienza a fabricar virus. Entonces hacen su aparición enfermedades como la gripe o el sida.

8 LA BIODIVERSIDAD: la exuberante diversidad de la vida

No siempre somos conscientes de ello, pero vivimos rodeados de una variedad asombrosa de formas de vida diferentes.

La **biodiversidad**, o diversidad biológica, es el número de especies que habitan la Tierra y es un índice de la riqueza y variedad de especies diferentes que posee un ecosistema.

La exuberante variedad de seres vivos que compartimos el planeta Tierra comprende más de un millón y medio de especies conocidas y descritas, aunque según algunas estimaciones la cifra puede ser más elevada y alcanzar los 5 millones de especies diferentes.

La biodiversidad es una consecuencia del **proceso evolutivo**. En el transcurso de miles de millones de años, desde que aparecieron las primeras células, la evolución ha creado en nuestro planeta una variedad asombrosa de formas de vida, que se han **adaptado** a lo largo del tiempo a los diferentes **ambientes** y se han diversificado hasta ocupar los rincones más recónditos de cada ecosistema.

8.1 El valor de la biodiversidad: fuente de vida y riqueza

Cada forma de vida posee un conjunto de capacidades, a veces insospechadas, para ser utilizada como recurso natural por su valor ecológico, científico, genético, económico y recreativo.

La **biodiversidad** es uno de los **recursos naturales** de la Tierra.

Pero la biodiversidad está amenazada por diversas actividades: la destrucción de los hábitats naturales a causa de los incendios forestales, la construcción en parajes protegidos y la tala indiscriminada de bosques; la contaminación del aire, del agua y de los suelos; la caza furtiva y el comercio de animales exóticos; la sobreexplotación de los recursos agrícolas, ganaderos, pesqueros y forestales; y la introducción de especies exóticas que compiten y desplazan a las autóctonas.

Valores que aporta la biodiversidad	Consecuencias de la pérdida de la biodiversidad
Ecológico. En un ecosistema, todos los organismos se encuentran interconectados: todos dependen de todos. Ni las plantas ni los animales, ni los hongos, ni las bacterias pueden vivir independientemente unos de otros.	Las poblaciones deben mantener un tamaño mínimo, por debajo del cual no pueden sobrevivir. La extinción de una determinada planta, por ejemplo, puede causar un desequilibrio ecológico que dé lugar a la desaparición de veinte o treinta organismos que dependen de ella.
Científico. Cada especie es un diseño biológico exclusivo que representa la forma en que un determinado grupo de organismos ha solucionado los problemas que plantea la supervivencia en un ambiente concreto: alas para volar, pulmones o branquias para respirar, etc.	Tecnologías como el SONAR de los barcos, utilizado para localizar bancos de peces y objetos bajo el agua, no se hubieran podido desarrollar sin las investigaciones realizadas en el sistema de ultrasonidos que utilizan los delfines para detectar sus presas.
Genético. Las soluciones dadas por los seres vivos para adaptarse y sobrevivir en un determinado ambiente quedan almacenadas como un conjunto de instrucciones en unas estructuras, llamadas genes, formadas por moléculas de ADN. Hemos heredado de nuestros antepasados riqueza material y cultural. Y también riqueza biológica constituida por el patrimonio genético de todas las especies animales, vegetales, hongos, bacterias, etc., propias de nuestro país.	La extinción de determinadas especies, cuyas propiedades aún desconocemos, se lleva consigo el secreto de sus genes, que tal vez podrían aportar remedios y soluciones a problemas y enfermedades que aún no ha resuelto la especie humana. Así, por ejemplo, el armadillo es el único animal que puede contraer la lepra, por lo que se utiliza en los laboratorios para realizar experimentos encaminados a encontrar remedios contra esta enfermedad. ¿Qué habría ocurrido si se hubiera extinguido?

Valores que aporta la biodiversidad	Consecuencias de la pérdida de la biodiversidad
Económico. La biodiversidad es riqueza que cada año aporta a la humanidad miles de billones de euros generados por diversas actividades: • Alimentos procedentes de la agricultura, pesca y ganadería. Se estima que hay unas 75 000 especies de plantas comestibles, de las cuales solo hemos aprovechado unas 300. La fabricación de quesos, yogures, vinos, cerveza, etc., utiliza determinadas especies de bacterias y levaduras. • Medicamentos, que en gran parte proceden de las plantas y de otros organismos, como las bacterias y los hongos. • Otros recursos, como la madera utilizada para la construcción, fabricación de muebles, producción de energía (biomasa); las fibras textiles (algodón, lino...); las especias (vainilla, canela, pimienta...); el caucho con el que se fabrica el látex, etc.	Los bosques son sumideros que absorben dióxido de carbono de la atmósfera, uno de los gases responsable del incremento del efecto invernadero. La deforestación causada por los incendios y la tala de árboles para obtener tierras de cultivo y suelo para la construcción no solo destruye los bosques y los animales que vivían en ellos; también produce variaciones del clima. Al aumentar el efecto invernadero (ver página 127), aumenta la temperatura media del planeta, lo que puede ocasionar lluvias torrenciales e inundaciones en unos lugares del planeta y sequías extremas en otros. La sobreexplotación de los recursos agrícolas, ganaderos, pesqueros y forestales provoca pérdida de biodiversidad. Se desertiza el suelo de cultivo, aumentan las plagas y epidemias que causan enfermedades a las plantas y a los animales, desaparecen especies piscícolas comestibles y se extinguen animales, plantas y otros organismos que, tal vez, pudieran haber sido fuente de medicamentos para curar enfermedades.
Recreativo y estético. Los espacios naturales (bosques, ríos, montañas, playas, etc.) satisfacen las necesidades de esparcimiento y recreo que repercuten en la salud física y mental de los seres humanos.	Actividades como los incendios de los bosques, la contaminación de ríos y mares y la construcción caótica en el litoral causan pérdida de biodiversidad, degradan el paisaje y alejan el turismo.

2 Los animales invertebrados

1 EL REINO ANIMAL: invertebrados y vertebrados

Tú ya sabes que la mariposa es un animal. Tampoco es difícil identificar como tal a una libélula. Sin embargo, la identidad de otros animales no es tan obvia.

Abajo se muestran unas extrañas formas que, más que animales, parecen criaturas propias de un relato de ciencia ficción. Pero son medusas, animales como tú, la estrella de mar y la esponja que se muestra más adelante.

Ahora cabe preguntarse: si organismos tan dispares como las medusas y el ser humano pertenecen al reino Animal: ¿Qué rasgos los caracterizan? ¿Qué es un animal?

1.1 Animal: aliento, alma

En la antigüedad se caracterizaba a los animales (del latín, *anima*: aliento, alma) como organismos animados, es decir, dotados de aliento vital o movimiento y capaces de sentir (dolor, miedo, alegría...).

El filósofo Aristóteles distinguía entre el «alma vegetativa» de las plantas y el «alma sensitiva» de los animales, y para el naturalista Linneo, los vegetales «viven y crecen» y los animales «viven, crecen y sienten». Pero estos criterios no permiten diferenciar con precisión los organismos de ambos reinos.

Actualmente, los rasgos que definen a un animal como tal se basan en el estudio de sus células, así como en su forma de reproducirse, desarrollarse o alimentarse.

Un **animal** es un organismo **pluricelular**, **eucariota** y **heterótrofo**.

Eso significa que la unidad básica que constituye a todos los animales es la **célula animal eucariota** o **con núcleo** que, a diferencia de la vegetal, no tiene cloroplastos ni pared celular. Todos los animales están formados por un gran número de células, de ahí que se definan como **pluricelulares**.

A diferencia de las plantas, que no necesitan alimentarse de otros seres vivos para vivir, pues les basta con tomar el sol y absorber agua, sales minerales y dióxido de carbono (un gas presente en la atmósfera) para autoconstruirse, los animales son consumidores obligados de otros seres vivos, es decir, **heterótrofos**.

Excepto en los animales más sencillos, las **células** se agrupan para formar **tejidos** que, a su vez, se asocian para formar **órganos**, y estos se coordinan entre sí para formar **sistemas** que se constituyen en un **organismo**.

Esta propiedad de las células para organizarse en **niveles de complejidad creciente** (un órgano es más complejo que un tejido, y un sistema es más complejo que un órgano) le confiere a los animales ventajas que potencian la adquisición de habilidades diversas para sobrevivir y reproducirse.

1.2 Características que identifican a los animales

➤ Una vez que llegan a la edad adulta (aquella en que logran capacidad para reproducirse) y alcanzan un tamaño determinado, los animales dejan de crecer. La mayoría son **móviles** (vuelan, nadan, corren...), aunque también los hay **sésiles**, que son aquellos que viven adheridos a una superficie.

- Los animales dependen de las plantas para alimentarse y del oxígeno que producen para respirar. **Respirar** es un proceso que consiste en un intercambio de gases entre un organismo y el medio en el que vive: los animales toman oxígeno del aire o del agua y expulsan dióxido de carbono. Tanto la respiración como los demás procesos implicados en la nutrición producen residuos o **productos de desecho** nocivos que es preciso expulsar del organismo.
- Hay animales que se **reproducen asexualmente**, aunque la mayoría se **reproduce sexualmente** mediante óvulos y espermatozoides que, al unirse, forman un cigoto a partir del cual se desarrolla un nuevo individuo. Cuando la fecundación tiene lugar en el interior del cuerpo de la hembra, se denomina **fecundación interna**, y cuando tiene lugar fuera del cuerpo de la hembra (generalmente en el agua) se denomina **fecundación externa**.
- El **desarrollo** de los animales puede ser **directo**, si crecen y adquieren progresivamente las características de la forma adulta, o **indirecto** si experimentan **metamorfosis** (de *meta*: cambio, y *morpho*: forma), es decir, una serie de cambios o transformaciones antes de alcanzar el estado adulto.
- En la mayor parte de los animales hay individuos de **sexos diferentes** (machos y hembras), pero también hay animales **hermafroditas**: un mismo individuo puede producir tanto óvulos como espermatozoides (es a la vez macho y hembra).
- El cuerpo de los animales puede presentar **simetría bilateral**, esto es, con dos lados o mitades (mitad derecha y mitad izquierda), **simetría radial** (semejante a la de una rueda) o carecer de simetría (organismos **asimétricos**).
- La mayoría de los animales presentan partes duras en su organismo que se denominan esqueletos. El **esqueleto** es una estructura protectora y de sostén. Hay **esqueletos externos**, como la concha de un caracol, e **internos**, como el que te sostiene a ti. Para facilitar su estudio, los **animales** se clasifican en **vertebrados** e **invertebrados**, según el tipo de esqueleto que tengan. Los vertebrados, como los seres humanos o los leones, presentan un esqueleto interno formado por la **columna vertebral** y otros huesos.
- Los **animales invertebrados** son aquellos que no tienen columna vertebral, como los poríferos, cnidarios, platelmintos, nematodos, anélidos, moluscos, artrópodos y equinodermos, que estudiaremos en las páginas siguientes.

2 LOS PORÍFEROS: animales con el cuerpo perforado

Los **poríferos**, más conocidos como **esponjas**, son los más sencillos de todos los animales invertebrados acuáticos. Su cuerpo está perforado por numerosos y diminutos poros, de ahí su nombre, que significa «portadores de poros».

Dada su condición **sésil** (viven aferradas a las rocas), su tendencia a formar agrupaciones de individuos sin límites precisos entre unos y otros, y su reducida capacidad de reacción, se pensaba que las esponjas eran vegetales, y no fueron reconocidas como animales hasta el año 1825.

Existen diversos tipos de esponjas. Casi todas son marinas y de vivos colores, aunque también hay especies de agua dulce. Muchas carecen de forma definida (son **asimétricas**), pero otras tienen forma de copa o de chimenea con una cavidad interna —el **atrio**— en cuya parte superior se encuentra un orificio que se llama **ósculo**.

Las esponjas poseen un **esqueleto interno** que les ayuda a mantener la forma y puede estar formado por **espículas**, unas estructuras duras que parecen espinas, o por fibras de **espongina**, una sustancia fuerte pero flexible.

Aunque poseen varios tipos de células, las esponjas carecen de verdaderos tejidos y órganos. Su estructura básica consta de dos capas de células entre las que hay una sustancia gelatinosa. Las células de la capa interna se llaman **coanocitos** y están provistas de un flagelo que no cesa de mover para crear corrientes de agua que, al entrar, suministran oxígeno y nutrientes y, al salir, retiran los productos de desecho.

2.1 ¿Cómo se alimentan los animales que no tienen boca?

Las esponjas se alimentan por **filtración**: el agua, que además de oxígeno lleva partículas alimenticias en suspensión (residuos de otros animales o de plantas) y algunos protozoos, entra por los poros, baña a los coanocitos que retienen el oxígeno y los nutrientes que después pasan al resto de las células y, finalmente, sale por el ósculo junto con los residuos.

Como muchos animales sésiles, la mayoría de las esponjas son **hermafroditas**, lo que supone una ventaja para los animales que no pueden desplazarse. Pueden **reproducirse asexualmente**: un pequeño fragmento se desprende del cuerpo de una esponja, se dispersa en el agua y genera una nueva esponja; o **sexualmente**: un óvulo y un espermatozoide se unen y dan lugar a una célula huevo a partir de la cual se forma una **larva** capaz de nadar.

Una **larva** es la forma que adoptan algunos animales durante su desarrollo antes de alcanzar el estado adulto.

La larva de la esponja es empujada por la corriente de agua fuera del atrio y nada libremente hasta encontrar una superficie a la que aferrarse para convertirse en esponja adulta.

3 LOS CNIDARIOS: animales urticantes

Entre los **cnidarios** se encuentran algunos de los animales más bellos y extraños de la naturaleza: **medusas**, **corales**, **hidras** y **anémonas de mar**. Su nombre (del griego, *knide*: ortiga) hace referencia a los **cnidoblastos**, unas células características de estos animales que tienen funciones ofensivas y defensivas (sirven para defenderse o para cazar presas). Están formadas por una cápsula que contiene un **flagelo** enrollado y un líquido urticante, es decir, de efecto irritante similar al de las ortigas.

Los **cnidarios** son invertebrados marinos de cuerpo blando, aunque algunos, como las hidras, prefieren el agua dulce. Son **carnívoros**. Exhiben **simetría radial**, lo que les permite enfrentarse al medio en muchas direcciones, y su cuerpo puede presentar dos formas diferentes: **pólipo** y **medusa**.

Los **pólipos** viven adheridos a una superficie. Algunos se encuentran aislados, como las anémonas, pero otros, como los corales, se agrupan y forman **colonias** cuyos individuos se rodean de **esqueletos calizos** que ellos mismos secretan. Así construyen, poco a poco, los inmensos y bellos conjuntos que se denominan **arrecifes coralinos**, visibles desde la Luna.

Las **medusas**, de consistencia gelatinosa, delicada y transparente, tienen formas y tamaños variables. Se desplazan mediante contracciones de su cuerpo o se dejan llevar por las corrientes. El veneno de algunas de ellas es doloroso y puede ser mortal.

3.1 Una innovación: la cavidad digestiva

La estructura corporal de los cnidarios es también muy sencilla, pero presenta una innovación con respecto a las esponjas: una **cavidad digestiva**. En ella los alimentos se digieren o transforman para nutrir más eficazmente a todo el organismo. Esta cavidad presenta una única abertura que sirve a la vez de **boca** (entrada de los alimentos) y de **ano** (salida de los residuos) y está rodeada de **tentáculos** móviles provistos de numerosos cnidoblastos.

Cuando los tentáculos entran en contacto con una posible presa, el flagelo de los cnidoblastos se dispara e inyecta su veneno en la presa, que queda paralizada o muerta. Entonces se la llevan a la boca con ayuda de los tentáculos, pasa a la cavidad digestiva donde es transformada en nutrientes y los residuos salen por el mismo orificio que, ahora, actúa como ano. Para respirar toman directamente el oxígeno disuelto en el agua.

Hay cnidarios que son toda su vida pólipo o medusa. Pero en muchos casos, pólipo y medusa representan dos formas diferentes por las que pasa un mismo animal. La fase pólipo tiene **reproducción asexual** y la fase medusa se **reproduce sexualmente**.

4 LOS GUSANOS PLANOS, CILÍNDRICOS Y ANILLADOS

Con la palabra **gusano** se designa a un numeroso grupo de animales invertebrados, muy diferentes entre sí, pero con algunas características en común: **simetría bilateral**, **cuerpo blando** y **alargado** y **ausencia de patas**.

Hay gusanos acuáticos, terrestres y parásitos. Estos viven dentro o sobre otros seres vivos de los que se alimentan y a los que, por lo general, causan algún daño. Los tres grupos más conocidos son los gusanos planos o **platelmintos**, los gusanos cilíndricos o **nematodos** y los gusanos anillados o **anélidos**.

4.1 Gusanos planos o platelmintos

Los **platelmintos** son los más sencillos de todos los invertebrados que tienen simetría bilateral. Su cuerpo aplanado tiene forma de cinta o de hoja y presenta una innovación con respecto a los cnidarios: tiene un **extremo anterior** en el que se sitúa una **cabeza** muy sencilla, provista de un esbozo de **cerebro** y **manchas oculares** sensibles a la luz, y un **extremo posterior**.

Para respirar, toman el oxígeno directamente del medio en el que viven y la mayoría son **hermafroditas**. Hay platelmintos de vida libre, como las **planarias**, y parásitos, como las **tenias** y las **duelas**.

- Las **planarias** viven en el mar, en agua dulce o en terrenos húmedos. Se desplazan, o más bien se deslizan a lo largo de una pista mucosa que ellas mismas segregan, impulsadas por los cilios que poseen.

La cavidad digestiva presenta su único orificio en la mitad de la superficie ventral y no en la cabeza como sería de esperar. La primera porción del tubo digestivo se denomina **faringe**, es extensible y puede proyectarse hacia afuera a través de la boca para ingerir el alimento. Se **reproducen asexualmente**, dividiéndose en dos, o **sexualmente**.

- Las **tenias** o **solitarias** son **parásitos** con forma de cinta que pueden medir más de diez metros. Viven en el intestino de muchos animales, incluido el ser humano. En el extremo anterior del cuerpo poseen una estructura semejante a una cabeza, llamada **escólex**, provista de órganos de fijación (garfios y ventosas) con los que se engancha a la pared del intestino del animal que parasitan.

El resto del cuerpo consiste en una serie de unidades o **segmentos** que van aumentando de tamaño hasta llegar al extremo posterior. Carecen de boca y de sistema digestivo, por lo que absorben los nutrientes, previamente digeridos por el animal al que parasitan, a través de su pared corporal.

Son **hermafroditas** y pueden fecundarse a sí mismas. Para reproducirse ponen huevos que salen al exterior con los excrementos del animal parasitado. Si otro animal los ingiere, pasan a la sangre hasta alcanzar los músculos, en los que se desarrollan.

Cuando una persona consume la carne de un animal infestado, el parásito alcanza su intestino, se engancha a su pared, se hace adulto y le ocasiona importantes problemas de salud.

- Las **duelas** son **parásitos** equipados con ventosas para engancharse al organismo que parasitan. Pueden vivir en la sangre o en órganos como el hígado o el intestino de diversos animales y del ser humano, y causarle graves enfermedades. Se propagan mediante el uso de aguas residuales para regadío o debido al consumo de alimentos parasitados crudos o poco cocinados.

4.2 Gusanos cilíndricos o nematodos

El cuerpo de los **nematodos** es fino, alargado, con forma de cilindro y afilado en los extremos. Viven libremente en el mar, en agua dulce o en tierra, pero muchos de ellos son parásitos. Poseen un **sistema digestivo completo**, es decir, con **boca** y **ano**, y se alimentan succionando sangre y otros líquidos animales o vegetales. Entre los nematodos parásitos se encuentran los **oxiuros** (lombrices intestinales), que se alojan en el intestino y no son muy nocivos, y la **triquina**, que provoca una enfermedad muy grave: la triquinosis.

4.3 Gusanos anillados o anélidos

Los **anélidos** se caracterizan por tener el cuerpo constituido por una serie de unidades o **segmentos** que parecen anillos. Estos son todos parecidos, hasta el punto de que existen órganos que se repiten en cada uno de ellos. En el extremo anterior de su cuerpo se encuentra la cabeza, en la que se halla la boca, y en el posterior, el ano. Viven en los fondos marinos y en agua dulce, aunque también los hay terrestres, como la **lombriz de tierra**, y parásitos, como la **sanguijuela**. Respiran por la piel y la mayoría son **hermafroditas**.

- Las **sanguijuelas** suelen vivir en el agua, pero se nutren succionando sangre de otros animales, por lo que son parásitos temporales.
- Las **lombrices terrestres** excavan galerías en suelos húmedos y se alimentan de los restos de animales y plantas que se encuentran mezclados con la tierra. Al expulsar los excrementos, devuelven la tierra al suelo, y así lo airean y enriquecen. Su incansable actividad es muy beneficiosa para la agricultura.

5 LOS MOLUSCOS: animales con el cuerpo blando

Por su forma, tamaño y tipo de vida, podría pensarse que una **almeja**, un **pulpo** y un **caracol** no tienen nada en común, pero todos pertenecen al mismo grupo: los **moluscos**.

Los **moluscos** (del latín, *mollis*: blando) son **invertebrados** de **cuerpo blando** que suelen estar protegidos por una **concha** dura que ellos mismos fabrican.

Para ello, segregan sales minerales que se endurecen en contacto con el agua o el aire. La concha puede estar hecha de una sola pieza, o tener dos partes, llamadas **valvas**, unidas entre sí por una especie de bisagra.

Las valvas pueden permanecer cerradas o bien abrirse como si fueran las puertas de una casa, de ahí su nombre (del latín, *valva*: puerta). A medida que el molusco crece, los bordes de la concha también crecen. Su interior es, a menudo, suave y brillante, hecho de un material que se llama **nácar**.

La mayor parte de los moluscos son acuáticos. Los hay marinos y de agua dulce, y solo algunos, como el caracol de huerta y las babosas, son terrestres. En general, su cuerpo consta de tres partes: **cabeza**, **masa visceral** y **pie**.

- › La **cabeza** de algunos moluscos está claramente formada y provista de boca y órganos sensoriales del tacto, la vista, etc.; pero en otros no se diferencia del pie o no existe.
- › La **masa visceral**, formada por los órganos internos (corazón, estómago, intestinos...), está cubierta por el **manto**, una envoltura protectora que, además, se encarga de producir la concha.
- › El **pie** es un órgano musculoso que puede desempeñar varias funciones: sirve para desplazarse o excavar, para apresar alimentos o para sujetarse a una superficie.

Otra característica exclusiva de algunos moluscos es la **rádula**, una especie de lengua dentada con la que cortan y roen los alimentos.

Entre el manto y la masa visceral hay un espacio en el que se alojan los órganos respiratorios: **branquias** en los moluscos marinos y una cavidad que funciona como **pulmón** en los terrestres.

Todos los moluscos se **reproducen sexualmente**. La mayoría son **ovíparos** y su desarrollo puede ser directo o indirecto:

- › El **desarrollo** es **directo** si de los huevos salen crías semejantes a sus progenitores.
- › El **desarrollo** es **indirecto** si presenta un aspecto diferente del que tiene la forma adulta. Esto es debido a que pasan por una **fase larvaria** antes de convertirse en adultos.

Los moluscos más conocidos se clasifican en tres grupos: **bivalvos**, **gasterópodos** y **cefalópodos**.

5.1 Bivalvos: con dos valvas

Como su nombre indica, los **bivalvos** son moluscos provistos de una concha con **dos valvas**, que abren para comer o sacar el pie y cierran ante la menor señal de peligro. El pie les permite desplazarse, aferrarse a una superficie o excavar en la arena para esconderse.

Se distinguen de los demás moluscos porque no tienen cabeza. Tampoco tienen rádula, pues se alimentan por **filtración**. Todos son acuáticos, la mayoría de ellos marinos. Son moluscos bivalvos las almejas, los mejillones y las ostras.

5.2 Gasterópodos: con el pie en el estómago

Los **gasterópodos** (del griego, *gaster*: estómago y *podos*: pie) se caracterizan por tener un pie ancho y plano situado en posición ventral que les permite desplazarse lentamente.

En general, los gasterópodos, como el caracol, se reconocen por su **concha** enrollada en espiral y de una sola pieza, aunque algunos, como las babosas, no tienen concha.

Su cabeza, claramente diferenciada, está provista de **tentáculos** sensibles al tacto, a la visión o al olfato. Hay gasterópodos marinos, de agua dulce y terrestres. Poseen **rádula** y se alimentan de plantas o de plancton. Son gasterópodos las babosas y los caracoles acuáticos y terrestres.

5.3 Cefalópodos: con el pie en la cabeza

El pie de los **cefalópodos** (del griego, *kephale*: cabeza y *podos*: pie) está unido a la cabeza y dividido en varios **tentáculos** provistos de **ventosas** con los que capturan a sus presas.

La cabeza, provista de cerebro y ojos muy complejos, está bien desarrollada. En ella se sitúa la boca, equipada con dos **mandíbulas** con forma de **pico**, y la **rádula**. La mayoría posee una concha interna que les ayuda a mantenerse a flote. Se desplazan nadando o expulsando chorros de agua con fuerza por un tubo, llamado **sifón**, que los propulsa como si fueran cohetes. Si se ven en peligro, oscurecen el agua liberando una nube de tinta que los oculta. Son cefalópodos los pulpos, las sepias y los calamares.

6 LOS ARTRÓPODOS: animales articulados

Los **artrópodos** superan en número a todos los demás animales juntos y colonizan todos los medios: tierra, aire y agua. Ningún otro grupo de seres vivos muestra tal variedad de formas, de comportamiento y elaboradas pautas de conducta. Mariposas, gambas, mosquitos y arañas pertenecen a este grupo.

Los **artrópodos** (del griego, *artro*: articulación, y *podos*: pie) son **invertebrados** que poseen dos características inconfundibles: **apéndices articulados** y una cubierta externa, más o menos dura, que les da soporte y protección, por lo que cumple funciones de **esqueleto externo** o **exoesqueleto**.

- Los **apéndices** son partes del cuerpo de un organismo unidas a otra principal. Están formados por piezas articuladas y móviles que, como las patas, alas o antenas, desempeñan diversas funciones: ataque y defensa, percepción del entorno, captura de alimentos o masticación.
- El **exoesqueleto** está constituido por una sustancia, llamada **quitina**, que segrega la piel del animal. En ocasiones, se impregna de sales de calcio, lo que le confiere mayor dureza.

Esta cubierta rígida e impermeable que recubre el cuerpo de los artrópodos tiene zonas flexibles para que el animal pueda moverse. Constituye una excelente protección contra los ataques y la desecación, pero tiene un inconveniente: no crece con el animal.

Así, sus portadores están obligados a desprenderse periódicamente de esta especie de armadura que los envuelve, para crecer a toda prisa, mientras fabrican otra nueva, más grande. Este proceso, que puede repetirse varias veces a lo largo de la vida del animal, se llama **muda**.

- En general, el cuerpo de los artrópodos se divide en tres segmentos diferentes: **cabeza**, **tórax** y **abdomen**. Aunque en algunas especies, solo se divide en dos: **cefalotórax** (fusión de la cabeza y el tórax) y **abdomen**.

En la **cabeza** se encuentra la boca, rodeada de varias piezas que, en conjunto, se denomina **aparato bucal**, y la mayor parte de los órganos sensoriales (ojos, antenas, etc.). En el **tórax** de muchas especies se encuentran las patas y las alas que les permiten desplazarse. El **abdomen** contiene los órganos internos de la digestión, reproducción, etc.

- Los artrópodos terrestres suelen respirar por unos tubos muy finos, llamados **tráqueas**, o por **pulmones especiales**. Los acuáticos respiran por **branquias**. Se **reproducen sexualmente** y pueden ser **ovíparos**, **ovovivíparos** y **vivíparos**.

Los artrópodos se clasifican en cuatro grupos: **arácnidos** (ocho patas), **crustáceos** (la mayoría con diez patas), **insectos** (seis patas) y **miriápodos** (muchas patas).

6.1 Arácnidos: arañas, escorpiones, ácaros...

Los **arácnidos** son artrópodos terrestres que poseen dos características distintivas: no tienen antenas y, a cambio, presentan dos apéndices, llamados **quelíceros**, con los que pueden inyectar veneno a sus presas para alimentarse succionando sus fluidos corporales.

En general, su cuerpo se divide en dos segmentos: **cefalotórax** y **abdomen**. En el **cefalotórax** tienen varios ojos simples, dos apéndices bucales (**quelíceros**), dos sensoriales (**pedipalpos**) y ocho locomotores (**patas**).

Las **arañas**, por ejemplo, tienen en el **abdomen** los orificios respiratorios, el genital y el anal. Cerca del ano tienen seis **glándulas** que segregan un líquido que, en contacto con el aire, se convierte en la **seda** con la que tejen las «telas de araña». Con ellas envuelven los huevos que ponen para reproducirse, y atrapan a sus presas. Son **carnívoras** y **ovíparas**.

Los **escorpiones** son **ovovivíparos** y algunos **vivíparos**. El segmento final de su abdomen forma un **aguijón** que clavan en sus presas y suele estar conectado a **glándulas venenosas**. La picadura de algunos es solo dolorosa; la de otros es mortal. Viven en lugares cálidos y áridos.

Los **ácaros** tienen el cefalotórax y el abdomen fusionados. Viven en el suelo y en el agua. Muchos son **parásitos externos**, como la garrapata, que succiona la sangre de los animales y puede propagar enfermedades. Otros producen picor o alergia al polvo en el que proliferan. La mayoría son microscópicos.

6.2 Crustáceos: gambas, percebes, cangrejos...

La mayoría de los **crustáceos** son artrópodos acuáticos con el cuerpo dividido en dos segmentos: **cefalotórax** y **abdomen**. Solo ellos portan **dos pares de antenas** cuya función es táctil y olfatoria.

Casi todos son marinos, como la langosta, aunque hay especies de agua dulce, como el cangrejo de río, y terrestres, como la cochinilla. Muchos crustáceos marinos son microscópicos y forman la parte fundamental del **zooplancton** que alimenta a otros animales acuáticos. Los crustáceos más conocidos son los **decápodos**, como el bogavante, el langostino o la cigala. Estos tienen 5 pares de patas, algunas de ellas con forma de pinza para capturar a sus presas. Aportan grandes beneficios económicos, ya que son muy apreciados culinariamente.

6.3 Insectos: pececillos de plata, saltamontes, mariposas...

Abejas, libélulas, piojos y pulgas pertenecen a un grupo de animales que, actualmente, predominan en la Tierra: los **insectos**. El ser humano, que ha viajado hasta la Luna y construye ingenios capaces de volar, continúa, sin embargo, luchando sin tregua y con escasa efectividad, con esos diminutos seres vivos que le disputan el alimento y, en muchos casos, minan su salud... Aunque, sin ellos, ¿cómo se polinizarían muchas de las plantas que nos dan flores y frutos?

El éxito biológico de los insectos se mide por el incontable **número de individuos** que colonizan prácticamente todos los hábitats terrestres, por la extraordinaria **diversidad** de formas, tamaños y colores que exhiben, por su asombrosa **adaptabilidad** y por las insólitas estrategias que utilizan para confundirse con el medio ante la menor señal de peligro.

Los **insectos** son artrópodos con el cuerpo dividido en tres segmentos: **cabeza**, **tórax** y **abdomen**. Son los únicos invertebrados que tienen **alas** y pueden volar, aunque hay especies, como los piojos, que no tienen alas.

- La **cabeza** está provista de **un par de antenas** que desempeñan funciones olfativas y táctiles, **varios ojos simples**, **dos ojos compuestos**, llamados así porque están formados por numerosas unidades visuales, y el **aparato bucal**. Los insectos están equipados para ingerir una sorprendente variedad de **alimentos**: plantas, animales, materia orgánica en descomposición, sangre, cuero, madera, papel... No existe casi nada que no puedan comer.
- En el **tórax** se insertan **tres pares de patas** y, en la mayoría, **uno o dos pares de alas**.
- El **abdomen** contiene los órganos internos y carece de apéndices. En él se localizan numerosos orificios respiratorios por los que entra el aire que, a través de las **tráqueas**, llega a todas las células.

La clasificación de los insectos se basa en tres características: forma de las alas, tipo de alimentación y metamorfosis. Estos son los grupos más conocidos: **coleópteros** (escarabajos), **lepidópteros** (mariposas), **dípteros** (moscas), **hemípteros** (chinchas), **ortópteros** (saltamontes), **odonatos** (libélulas) e **himenópteros** (abejas).

► Metamorfosis: cambios de forma

Los insectos se **reproducen sexualmente**: la mayoría son **ovíparos** y experimentan **metamorfosis**. De sus huevos salen crías que pasan por diferentes fases de crecimiento y desarrollo. Estas pueden variar desde una sencilla serie de mudas hasta una transformación completa de sus partes corporales.

► Desarrollo sin metamorfosis

Del **huevo** de un insecto como el pececillo de plata, sale una cría semejante a un adulto que experimenta una serie de mudas en las que va cambiando de tamaño, pero no de forma, hasta que se convierte en un **adulto** capaz de reproducirse. Estos insectos no tienen alas.

► Metamorfosis incompleta: huevo, ninfa, adulto

Del **huevo** de un insecto como el saltamontes, sale una cría similar al adulto, aunque en miniatura y sin alas, que se denomina **ninfa**. La ninfa crece y se alimenta por sí misma. A lo largo de varias mudas, se van formando las alas, hasta que, finalmente, puede volar y reproducirse como **adulto**.

► Metamorfosis completa: huevo, larva, pupa, adulto

Del **huevo** de un insecto como la mariposa, sale una **larva** que no se parece en nada al insecto adulto; más bien se parece a un gusano (oruga). La larva crece y se alimenta por sí misma. Cuando alcanza un tamaño determinado, deja de comer y comienza a segregar una sustancia con la que teje un capullo de seda en el que se encierra e inmoviliza, mientras que, interiormente, sufre un asombroso cambio de forma. Esa fase de inmovilidad y transformación se denomina **pupa**.

Cuando termina esta fase, el capullo se abre y emerge el insecto **adulto**: tiene cabeza, tórax y abdomen, seis patas, dos antenas... Una vez que se secan sus alas, se aleja volando y, si encuentra pareja, todo puede volver a comenzar.

► Insectos beneficiosos y perjudiciales

En un proceso que dura tan solo unos minutos, la pulga, un insecto parásito, es capaz de chupar cinco miligramos de sangre cada vez que nos pica y de transmitir enfermedades como la peste. Pero no todos los insectos son perjudiciales. De hecho, si desaparecieran, tendríamos serias dificultades para sobrevivir pues, entre otros beneficios, insectos como las abejas, polinizan las flores de muchos cultivos (ver página 81), gracias a lo cual dan frutos. Hay abejas solitarias, pero otras muestran un **comportamiento social**: forman colonias en las que todos los miembros están al servicio de la colectividad.

6.4 Miriápodos: ciempiés y milpiés

Los **miriápodos** (del griego *miria*: diez mil, y *podos*: pie) son artrópodos terrestres. En su cuerpo alargado se distingue la **cabeza** y una serie de **segmentos** articulados (entre quince y doscientos) en los que se insertan uno o dos pares de patas.

La **cabeza** está equipada con un **par de antenas**, ojos sencillos y una boca provista de apéndices masticadores. Respiran a través de **tráqueas**. Entre ellos hay machos y hembras y son **ovíparos**. Viven bajo las piedras, en la corteza de los árboles o allí donde exista algo de humedad. Los dos grupos más conocidos de miriápodos son los **quilópodos** o **ciempiés** y los **diplópodos** o **milpiés**.

El cuerpo plano del **ciempiés** tiene un par de patas en cada segmento. Con las del primer segmento atrapan a sus presas. Tienen forma de uña y están conectadas a una glándula venenosa. Son **carnívoros**.

El cuerpo del **milpiés** es cilíndrico. El primer segmento carece de patas, los cuatro siguientes llevan un par de patas y todos los demás tienen dos pares de patas. Son **herbívoros** y, si se sienten en peligro, se enrollan en espiral.

7 LOS EQUINODERMOS: animales con espinas

Los **equinodermos** (del griego, *echina*: espina, y *derma*: piel), cuyo nombre alude a las espinas o púas que suelen recubrir su cuerpo, son invertebrados marinos con **simetría bilateral** en estado larvario, y **radial** cuando son adultos.

Las características que exhiben estos extraños animales son tan peculiares que no se encuentran en ningún otro grupo de animales. Los más conocidos son los **asteroideos** o **estrellas de mar** y los **equinoideos** o **erizos de mar**.

- Todos los equinodermos tienen un **endoesqueleto dérmico**, es decir, un esqueleto interno debajo de una capa de piel. Está formado por **placas calcáreas** que suelen estar provistas de **espinas o púas**, lo que le confiere a la superficie corporal un aspecto espinoso. A medida que el animal crece y se desarrolla, su endoesqueleto crece con él, por lo que no necesitan cambiarlo por otro más grande, como les ocurre a los artrópodos.
- Su característica más notable es la presencia de un **sistema ambulacral**, que consiste en un conjunto de canales que recorren su cuerpo y por los que circula el agua. Este sistema regula el movimiento, la respiración y la circulación. De los canales parten, a su vez, unos tubitos llamados **pies ambulacrales**, que se extienden fuera del cuerpo para desplazarse o adherirse a los fondos marinos en los que viven.
- La mayoría tiene la **boca** en la parte inferior del cuerpo, para buscar su alimento entre la arena del fondo, y el **ano** en la parte superior. Las estrellas de mar son carnívoras, y tan voraces que algunas especies causan daños importantes en los criaderos de ostras, almejas y mejillones, o en los arrecifes coralinos.
- Su **reproducción** es **sexual**, con **fecundación externa**, pero las estrellas de mar también se **reproducen asexualmente**: a partir de un brazo que se desprende, se forma un animal completo. Su capacidad de regeneración es extraordinaria.

3 Los animales vertebrados

1 CORDADOS: ascidias, anfibios y vertebrados

Todos los **cordados** presentan, en algún estadio de su ciclo vital, una **notocorda**, un **cordón nervioso**, **hendiduras branquiales** y una **cola**. La **notocorda** es una estructura interna flexible que constituye el primer elemento de sostén de todo embrión de vertebrado.

En algún momento de la vida embrionaria, la **notocorda** puede ser transformada o sustituida por la **columna vertebral**. La ascidia, por ejemplo, solo la presenta en su etapa larvaria, de ahí que, cuando es adulta, no sabríamos decir si es o no un cordado. El anfibio, en cambio, la conserva toda su vida y en los vertebrados es sustituida por la columna vertebral.

La **columna vertebral** es un conjunto de huesos, llamados **vértebras**, unidos entre sí para formar una estructura articulada más o menos flexible. Un vertebrado es, por tanto, cualquier animal dotado de columna vertebral.

1.1 Cinco clases de vertebrados

Como tú, los peces, los anfibios, los reptiles, las aves y los mamíferos son animales **vertebrados**. Todos ellos pertenecen al grupo de los **cordados**.

Las ascidias y los anfibios también son cordados, aunque no tienen columna vertebral, pues presentan las cuatro características que los definen.

Como ves, el interés de los tunicados reside en lo que muestra su anatomía: un organismo que tiene o ha tenido en algún momento de su vida una cuerda en el dorso o notocorda.

Ese es el rasgo que nos emparenta con salmones o alondras y que nos distingue del resto de los animales.

1.2 Características generales de los animales vertebrados

Hay vertebrados acuáticos, terrestres y aéreos. Todos ellos comparten los siguientes rasgos distintivos:

- **Esqueleto interno**, con columna vertebral y extremidades, que puede ser de tejido óseo o cartilaginoso. Sirve de soporte y protege órganos como el cerebro. Las extremidades, adaptadas para caminar, saltar, nadar o volar, pueden ser patas, alas o aletas.
- **Mandíbula**, generalmente con dientes. Es útil para la defensa y el ataque y permite adoptar diferentes tipos de alimentación.
- **Recubrimiento externo protector**, formado por escamas, caparazones, plumas o pelos.
- **Sistema respiratorio**, compuesto por branquias, si viven en el agua, o por pulmones, si viven en tierra.
- **Sistema nervioso** formado por cerebro y nervios, que les hace reaccionar con rapidez a los estímulos ambientales y les permite relacionarse con el medio y buscar alimento, refugio o pareja.
- **Órganos de los sentidos**, como los ojos y la nariz, que les otorgan habilidad para escapar del peligro y sobrevivir en un entorno cambiante.
- **Sistema digestivo**, que procesa el alimento y expulsa los residuos fuera del cuerpo (boca, estómago, ano...).

- › **Sistema circulatorio cerrado**, por donde la sangre circula en un circuito semejante a una red de tuberías (corazón, arterias, venas y capilares).
- › **Sistema excretor**, que limpia y purifica la sangre (riñones, vías urinarias...).
- › **Sistema reproductor**, que les permite tener descendencia. La reproducción es sexual mediante sexos separados (macho y hembra) y la fecundación puede ser interna o externa. El desarrollo embrionario puede ser ovíparo, vivíparo u ovovivíparo.
- › Todos los animales son **ectotérmicos** o «de sangre fría», a excepción de aves y mamíferos, que son **endotérmicos** o «de sangre caliente».

2 LOS PECES: aletas y escamas

La vida en la Tierra comenzó en el mar y, aún hoy, el agua sigue siendo el hogar de incontables seres vivos. Ya sea en las **aguas dulces** de ríos y lagos o en el **agua salada** de mares y océanos, diferentes especies toman parte en una lucha por la vida que se inició hace millones de años.

¿Qué hace, pues, que un pez sea un pez? Como puedes ver, los animales acuáticos son muy diferentes entre sí. Podemos agrupar bajo el nombre genérico de «**pez**» a la mayoría de los vertebrados que habitan las aguas.

Todos los **peces** son vertebrados ectotérmicos. Viven en el agua, la mayoría de ellos tiene el cuerpo cubierto de pequeñas placas óseas, llamadas escamas, respiran por branquias y se desplazan nadando, sirviéndose de las aletas.

- › Las **aletas**, que pueden ser pares o impares, son los órganos de locomoción de los peces. El movimiento de la **aleta caudal** los impulsa hacia delante y las demás les proporcionan direccionalidad y estabilidad.
- › También disponen de un órgano sensitivo exclusivo: la **línea lateral**. Sirve para detectar las vibraciones del agua y la presencia de otros peces amigos o enemigos.
- › Otra característica de muchos peces es la **vejiga natatoria**, un órgano hueco lleno de gas que regula la flotabilidad del pez.

2.1 Clases de peces

Hay tres clases de peces: **sin mandíbula** o **agnatos**, como la lamprea; **óseos** u **osteíctios**, como la carpa; y **cartilaginosos** o **condríctios**, como el tiburón.

- › Los **peces sin mandíbula** actuales, más que verdaderos peces, son reminiscencias de los peces primitivos. Tienen la boca redonda y hendiduras branquiales, la piel lisa sin escamas y carecen de aletas pares.
- › Los **peces óseos** son los más evolucionados. Presentan esqueleto óseo y mandíbula, branquias protegidas por una placa ósea, semejante a una solapa, llamada **opérculo** y, en general, piel cubierta de escamas. La mayoría de ellos tiene vejiga natatoria.
- › Los **peces cartilaginosos** presentan mandíbula. Su esqueleto es de cartílago, un tejido flexible y elástico. En lugar de opérculo poseen hendiduras branquiales visibles, carecen de vejiga natatoria y su piel está cubierta de denticulos (estructuras semejantes a diminutos dientes) ásperos al tacto.

2.2 ¿Cómo se alimentan, respiran y se reproducen?

- › Los peces se alimentan de formas muy variadas. Los carnívoros se comen a otros animales, los herbívoros comen algas y otras plantas, los filtradores separan el alimento del agua con órganos especiales...
- › Para extraer el oxígeno disuelto en el agua, los peces disponen de órganos respiratorios, llamados **branquias**, que contienen numerosos vasos sanguíneos. Cuando el pez respira, abre la boca para que entre el agua; esta, al atravesar las branquias, suministra oxígeno a los vasos sanguíneos, recoge el dióxido de carbono que liberan y sale a través del opérculo.

➤ La **reproducción** es **sexual**. En general, son **ovíparos** y la **fecundación** suele ser **externa**. La hembra pone gran cantidad de huevos y el macho libera sobre ellos su esperma para fecundarlos. El **embrión** se desarrolla en el interior del huevo y se alimenta de las sustancias de reserva que hay en él. Cuando la cría o alevín sale del huevo, se alimenta por sí misma ya que, salvo excepciones, los adultos no cuidan de los huevos ni de las crías.

Finalmente, recuerda que los **peces** fueron los primeros **vertebrados** que vivieron sobre la Tierra. De ellos descienden todos los demás.

3 LOS ANFIBIOS: dentro y fuera del agua

Hubo un tiempo en el que solo las plantas y los insectos poblaban los continentes. Ningún vertebrado había osado aventurarse fuera del agua, porque... ¿cómo hacerlo sin asfixiarse? ¿Y con qué miembros?

Lentamente, en el curso de millones de años, la evolución ha generado transformaciones asombrosas. Una de las más extraordinarias corresponde a la que, a partir de peces primitivos que se desplazaban con aletas, dio lugar a los **tetrápodos** (*tetra*: cuatro y *podos*: pies), animales terrestres con «cuatro pies» y dedos.

Los **tetrápodos** son animales vertebrados dotados de cuatro extremidades. Este grupo abarca a los anfibios, reptiles, aves y mamíferos.

Disponer de «cuatro pies» para levantar el cuerpo del suelo y comenzar a andar fue un paso decisivo en la historia de la vida, pero no el único.

La tierra constituye un medio completamente diferente del agua; así, los primeros vertebrados que exploraron el medio terrestre no solo tuvieron que solventar problemas de **locomoción** y **soporte**, sino que también desarrollaron nuevas formas de **respirar**, **comer** o **reproducirse**. ¿Sabes quiénes fueron los primeros tetrápodos que abandonaron el mar y caminaron sobre la tierra?

El paso definitivo de la vida acuática a la terrestre comenzó con los **anfibios**, esto es, con organismos capaces de vivir dentro y fuera del agua. La rana, un anfibio actual, es uno de esos organismos. Fíjate en las **transformaciones** que experimenta su cuerpo dentro del agua antes de llegar a ser un animal terrestre.

3.1 Todo cambia: la metamorfosis

En primavera, una pareja de ranas (1) vuelve al agua para **reproducirse**. La hembra pone los **huevos** y el macho libera sobre ellos su **esperma** para fecundarlos.

Después de unos días, los huevos (2) **eclosionan** (se abren) y salen las **larvas** o **renacuajos** (3) que a lo largo de su desarrollo son **acuáticos**, respiran por **branquias** y tienen **cola** como los peces.

Transcurridas algunas semanas, se forman sus **patas posteriores** (4) y siete días más tarde apuntan las **anteriores** (5). Finalmente, la cola desaparece reabsorbida por el cuerpo (6). Pasadas algunas semanas más, el renacuajo se ha convertido en **rana** (1) y las branquias han sido sustituidas por **pulmones**. Esta serie de transformaciones se llama **metamorfosis**.

Ahora, con cuatro extremidades y pulmones, la rana ya puede salir del agua, pisar tierra firme y respirar aire. ¿Habías pensado alguna vez que la vida de este pequeño anfibio fuera tan espectacular?

3.2 Características de los anfibios

La palabra **anfibio** significa «doble vida», en alusión a una vida acuática en su fase larvaria, y otra terrestre, aunque dependiente del agua para reproducirse y humedecerse, cuando son adultos.

Los **anfibios** son animales **vertebrados ectotérmicos**, **tetrápodos** y **ovíparos**. Presentan **piel desnuda**, respiración **branquial** en fase **larvaria**, y **pulmonar** y **cutánea** cuando son adultos. Se reproducen en el agua y para adquirir la forma adulta y salir a tierra, experimentan **metamorfosis**.

- › Son **ectotérmicos** (*ecto*: fuera y *termo*: calor) o de «sangre fría». No son capaces de mantener su temperatura corporal estable, dependen de la del medio en el que viven. Para sobrevivir en los meses fríos, disminuyen su actividad vital: se **aletargan**.
- › Su **piel desnuda** (sin pelos, ni escamas, ni plumas), húmeda y viscosa a causa de la mucosidad que producen para protegerse de la desecación y los parásitos, funciona, además, como órgano de **respiración cutánea** que complementa la respiración pulmonar, que es deficiente. Lejos del agua se resecan y mueren por asfixia, ya que su piel solo funciona como órgano respiratorio si está húmeda.
- › Se **reproducen sexualmente** y la **fecundación** suele ser **externa**.
- › Aunque los renacuajos son **herbívoros**, los adultos suelen ser **carnívoros**: comen insectos y otros pequeños invertebrados.
- › Los **anfibios** se dividen en **dos grupos** que se distinguen por la cola: **anuros**, o anfibios sin cola, como ranas y sapos; y **urode- los**, o anfibios con cola, como tritones y salamandras.

4 LOS REPTILES: la independencia del agua

Toda acción que presenta un resultado incierto y que ofrece algún riesgo es una aventura. La que emprendieron los **anfibios ancestrales** al salir del agua y pisar tierra firme fue notable.

Pero la frágil envoltura de sus **huevos sin cáscara** y sus **larvas con branquias**, no solo les obligaba a un desarrollo acuático: su dependencia del agua para reproducirse les dejaba a merced del entorno. Como ya sabes, lejos de la humedad los anfibios se resecan y mueren.

Así, cuando el ambiente cálido y húmedo que les era favorable cambió drásticamente, empezó su declive y, progresivamente, fueron apareciendo nuevas formas capaces de resistir la escasez de agua y las variaciones climáticas. Los nuevos conquistadores no eran otros que los **reptiles**. ¿Cuál fue la clave de su éxito?

4.1 Un huevo innovador: la aparición del amnios

Los huevos de anfibios carecen de cáscara. Si la puesta no se realiza en el agua, que hace de amortiguador, se secarían. Independizarse del agua significa no tener que volver a ella ni para reproducirse. Pero el embrión necesita estar sumergido en un líquido acuoso para desarrollarse.

La «solución reptil» fue un huevo protegido de la desecación por una **cáscara dura y porosa**. Dentro del huevo, el embrión se desarrolla en un recinto que reproduce en miniatura un «ambiente acuático»: el **amnios**.

El **amnios** es una membrana o piel fina y transparente que envuelve al embrión, formando una cavidad o bolsa llena de un fluido —el **líquido amniótico**— que lo baña y protege.

Los reptiles, aves y mamíferos son **amniotas**, esto es, animales vertebrados provistos de **amnios**.

4.2 Características de los reptiles

Los **reptiles** son **vertebrados ectotérmicos, tetrápodos** en su mayor parte, con la piel cubierta de **escamas córneas, amniotas y ovíparos**, aunque algunos pueden ser **ovovivíparos**. Presentan respiración **pulmonar** muy evolucionada, ponen **huevos amnióticos** y de ellos salen las crías ya formadas. La mayoría son **carnívoros**.

- › Sus **extremidades** no les permiten elevar mucho el cuerpo del suelo, por lo que se desplazan **reptando**, de ahí su nombre. A lo largo de la evolución, algunos perdieron sus extremidades.
- › Su **piel seca e impermeable** está cubierta de escamas córneas para protegerse de la desecación y las heridas. Algunos cambian de piel periódicamente: una capa de escamas nuevas crece bajo las viejas. Cuando la nueva capa está formada, la vieja se desprende como si fuera una camisa. Este proceso se denomina **muda**.

- Se **reproducen sexualmente** con fecundación **interna** y, aunque algunos hacen vida acuática, siempre depositan sus huevos en tierra.

4.3 Clases de reptiles

Se distinguen cuatro grupos: **saurios**, **ofidios**, **quelonios** y **cocodrilianos**.

- **Saurios**: lagartos, lagartijas y camaleones. Mudan de piel y disponen de una característica muy particular: si otro animal los atrapa por la cola, pueden desprenderse de ella y escapar. Después, les vuelve a crecer.
- **Ofidios**: serpientes. Carecen de extremidades. Mudan de piel. Algunos presentan colmillos huecos conectados a glándulas venenosas que utilizan para morder e inmovilizar a sus presas. Su veneno puede ser mortal.
- **Quelonios**: tortugas y galápagos. Hay tortugas terrestres y acuáticas. En lugar de dientes, disponen de un pico córneo. Su cuerpo está cubierto por un caparazón óseo a modo de escudo protector.
- **Crocodilianos**: cocodrilos y caimanes. Hacen vida acuática en ríos y pantanos. Construyen nidos y cuidan de su prole.

Los reptiles incluyen también a los **dinosaurios**, que se extinguieron, según algunas teorías, debido a un cataclismo causado por el impacto de un meteorito.

5 LAS AVES: alas y plumas para volar

Las aguas estaban pobladas por los peces, y la tierra por los anfibios y reptiles. Quedaba por colonizar el aire. ¿Qué grupo de tetrápodos inició esa nueva aventura? Es posible que los primeros ensayos de **vuelo** comenzaran con los dinosaurios, pero la verdadera conquista del medio aéreo le corresponde a las **aves**.

Donde antaño se movían las aletas para surcar las aguas y, millones de años más tarde, cuatro «pies» con dedos para pisar tierra firme, ahora se mueven dos **patas** para andar y dos **alas** para volar.

A lo largo de la evolución, las extremidades anteriores de algunos tetrápodos se modificaron hasta convertirse en **alas**, y las escamas en una de las estructuras más extraordinarias que recubren el cuerpo de los vertebrados: las **plumas**. Las escamas de las patas, sin embargo, permanecieron como testimonio de su origen: las aves son descendientes más que probables de los reptiles.

Además de las **plumas**, con las **aves** aparece otra característica nueva entre los vertebrados: la **homeotermia**, o capacidad para regular la temperatura corporal, esto es, para mantenerla estable con independencia de la del ambiente. Los organismos que presentan esta capacidad se denominan **endotérmicos** (*endo*: dentro y *termo*: calor).

5.1 ¿Qué ventajas adaptativas presentan las aves?

El grado de vitalidad y la actividad de peces, anfibios y reptiles depende de su temperatura corporal, y esta de la del ambiente. En cambio, los **animales endotérmicos**, como las **aves**, generan calor en el interior de su organismo al margen del frío o del calor de su entorno.

Este hecho y las **plumas** confieren a las aves **ventajas adaptativas**, como la capacidad de volar, pero también libertad para cambiar de ambiente: agua, tierra y aire; autonomía para emprender grandes viajes: migraciones; habilidad para escapar del peligro: ¿quién puede alcanzarlas en el aire?; o gran destreza para obtener alimento: insectos en el aire, semillas en la tierra, néctar en las flores, peces en el agua...

Las **aves** son un asombroso muestrario de adaptaciones. Las hay **cantoras**, **zancudas**, **gallináceas**, **palmípedas** y... ¡hasta hay aves que no vuelan!

Existen cerca de 9 000 especies distintas de aves. Todas nacen de un **huevo**. Todas disponen de un atributo exclusivo: las **plumas**. Y todas son de «sangre caliente» o **endotérmicas**.

5.2 Características de las aves

Las **aves** son **vertebrados endotérmicos**, **tetrápodos** provistos de **alas**, **pico córneo**, piel cubierta de **plumas** y **respiración pulmonar**.

- › Su cuerpo **aerodinámico** y excepcionalmente **ligero** ha ido perdiendo todo lo que podría suponer un «exceso de equipaje» para facilitar el vuelo: algunos de sus huesos están huecos, carecen de mandíbulas y dientes, muchas no tienen vejiga y las hembras solo poseen un ovario.
- › Sus extremidades anteriores se transformaron en **alas**, y el **esternón**, muy desarrollado y con forma de **quilla**, sostiene los músculos que mueven las alas. Solo las aves —aunque no todas— tienen en el pecho un hueso con forma de horquilla: la **fúrcula**.
- › Las **plumas** actúan como aislante térmico e intervienen en el vuelo. Las hay de varios tipos: las **remeras** están en las alas y sirven para volar; las **timoneras** están en la cola y dirigen el vuelo; las **coberteras** recubren el cuerpo; y el **plumón** está debajo de las demás plumas y sirve para aislar y abrigar.
- › Su sistema respiratorio está comunicado con unas cavidades, llamadas **sacos aéreos**, que permiten una eficiente ventilación pulmonar.
- › Con el **pico** hacen el nido, limpian sus plumas, atacan y se defienden o cogen los alimentos. Su forma indica si un ave es insectívora, granívora...
- › Las aves no mastican. Poseen un **buche**, que es una dilatación del esófago, donde almacenan el alimento antes de digerirlo, y una **molleja**, que es una parte especial del estómago que tritura el alimento con ayuda de piedrecitas que el ave traga con ese fin. La **cloaca** es una cavidad posterior en la que desemboca el intestino, junto a los sistemas excretor y reproductor.
- › Su reproducción es sexual con fecundación interna. Son **ovíparas**. Para que el embrión se desarrolle dentro del huevo, debe estar caliente. El calor se lo proporcionan los progenitores posando su vientre sobre los huevos. Este proceso se llama **incubación**.
- › Los desplazamientos periódicos que realizan muchas aves para evitar los climas extremos se denominan **migraciones**. Disponen para ello de un extraordinario **sentido de la orientación**.

6 LOS MAMÍFEROS: cubiertos de pelo y productores de leche

Después de colonizar el agua, la tierra y el aire, ¿qué otra nueva aventura emprendieron los vertebrados ancestrales? Durante millones de años, la presencia y el poderío de los **dinosaurios**, palabra que significa «lagartos terribles», hizo estragos entre numerosos grupos de animales.

Pero, una vez que se extinguieron, la Tierra se convirtió en un lugar apto para la expansión de uno de los grupos con más éxito en el reino animal: los mamíferos o portadores de **mamas**, entre los que estamos incluidos.

De pequeño tamaño y semejantes a un ratón, los **primeros mamíferos** hacían **vida nocturna** en el sotobosque, para no ser apresados, y se alimentaban de insectos.

Hoy, desde la musaraña de 4 centímetros hasta las varias toneladas de una ballena, más de 4 500 especies de mamíferos han explorado y se han adaptado a los desiertos, el agua, la sabana, el bosque o la pradera, desarrollando una gran variedad de formas, tamaños y estilos de vida. Esto se debe, sin duda, a su mayor logro evolutivo: la capacidad para mantener la temperatura corporal constante u **homeotermia**, característica que, como ya hemos visto, apareció con las aves.

6.1 Características de los mamíferos

Los **mamíferos** son vertebrados endotérmicos, tetrápodos, con la piel cubierta de pelo, presencia de glándulas mamarias que segregan leche para alimentar o amamantar a las crías y dentición diferenciada. En general, son vivíparos.

- Un factor decisivo en la evolución de los mamíferos fue el **desarrollo** de la **lactancia**, así como el cuidado de las crías, que, por ser lento y complejo, se prolonga más allá del nacimiento mediante relaciones de nutrición y aprendizaje. Estos vínculos entre la madre y su prole son la base del elevado grado de desarrollo de su sistema nervioso y, por tanto, de la inteligencia que pueden llegar a alcanzar.
- El éxito evolutivo del mamífero, probablemente, no sería el que es, de no haber tenido **pelo**. Este abrigo protector y **aislante térmico** les libera de tener que exponerse al sol o de buscar la sombra para regular su temperatura corporal. Es decir el pelo los independiza del clima. Hay mamíferos acuáticos con muy poco pelo, como las ballenas y los delfines, y mamíferos voladores como el murciélago.
- Se **reproducen sexualmente**, con **fecundación interna**. Según el lugar donde se lleve a cabo el desarrollo del embrión, podemos distinguir tres clases de mamíferos: **monotremas**, **marsupiales** y **placentarios**.

6.2 Clases de mamíferos

► Monotremas: mamíferos que ponen huevos

El ornitorrinco es el más insólito de los mamíferos: su cuerpo cubierto de pelo se parece al de una nutria, tiene patas palmeadas y pico córneo como un pato y, para reproducirse, pone huevos como los reptiles y los incuba igual que las aves. Pero, cuando las crías salen del huevo, se colocan sobre el vientre materno y lamen la leche que mana a través del pelo, pues la hembra, en lugar de mamas, tiene **poros lácteos**. Los ornitorrincos y los equidnas son los únicos **mamíferos monotremas** (que ponen huevos).

► Marsupiales: una bolsa para desarrollarse

Estos mamíferos tan singulares, que transportan a sus crías en «bolsas», deben su nombre al **marsupio**, palabra que significa «bolsa ventral». Dentro de ese refugio se encuentran las mamas maternas, hasta las que se arrastra la cría, que nace precozmente, para aferrarse a un pezón y comenzar a mamar hasta su completo desarrollo. Los canguros y koalas son **marsupiales**. Estos animales son herbívoros.

► Placentarios: en el interior del útero materno

Todos los mamíferos que no son monotremas ni marsupiales, son **placentarios**, como el gato, el conejo o el mono. Se considera que son los más evolucionados. Sus crías no nacen hasta estar completamente formadas y se desarrollan en el interior del **útero** materno gracias a la **placenta**, un órgano que, a través del **cordón umbilical**, les proporciona alimento y oxígeno y elimina desechos. En cuanto nacen comienzan a mamar.

7 LOS ANIMALES VERTEBRADOS DE ANDALUCÍA

La situación geográfica de Andalucía, la variedad de relieves y los tipos de suelos diferentes y sus características climáticas permiten el desarrollo de una gran diversidad de ecosistemas acuáticos y terrestres que acogen a una gran variedad de animales. Algunos son **endémicos**, es decir, tienen una distribución restringida y solo se encuentran en determinados parajes de la Comunidad, como el camaleón; y muchos de ellos se encuentran en peligro de extinción, como el lince.

7.1 Los peces

Las aguas dulces de ríos y lagos son el hábitat de una gran variedad de peces, como la **trucha común** (se puede encontrar en los tramos altos de algunos ríos, como el Guadalquivir), la **carpa**, el **lucio**, el **barbo gitano**, el **sábalo**, el **jarabugo**, la **boga del Guadiana** y el **cacho**. Algunas especies están en peligro de extinción, como la **lamprea**, el **esturión** y el **fartet**.

En las aguas saladas del mar Mediterráneo y del océano Atlántico se desarrolla una gran diversidad de formas de vida. Las áreas litorales de cinco provincias de Andalucía son especialmente ricas en vida piscícola (Almería, Granada y Málaga en el Mediterráneo; Cádiz y Huelva en el Atlántico), donde se pueden encontrar especies de gran interés como el **mero**, la **morena**, el **rascacio**, el **lenguado**, la **raya**, el **rape**, el **sargo**, la **dorada**, el **salmonete**, la **sardina**, el **boquerón**, la **caballa**, la **lubina** y el **pez luna**.

Los **atunes rojos** migran para el desove desde el Atlántico hacia el interior del Mediterráneo, a través del estrecho de Gibraltar, y una vez efectuada la puesta, vuelven de nuevo al Atlántico. Durante sus migraciones se utilizan diversas técnicas de pesca para su captura, como el sistema de redes que se conoce como **almadraba**.

7.2 Los anfibios

Los anfibios viven en las inmediaciones de los ecosistemas acuáticos (ríos, arroyos, charcas, lagunas, etc.), donde algunos de ellos se encuentran en peligro de extinción debido a la degradación de sus hábitats, como la **salamandra común**, el **tritón ibérico**, el **tritón jaspeado**, el **sapo partero bético**, la **rana de San Antonio** y el **sapillo moteado**.

7.3 Los reptiles

Entre los reptiles terrestres destacan el **galápago europeo**, el **geco magrebí**, el **camaleón**, el **lagarto verdinegro**, la **lagartija de Valverde**, la **culebra de Cogulla**, la **culebra de collar** y la **víbora hocicuda**. En el litoral marino se pueden encontrar la **tortuga mora** y la **tortuga boba**.

7.4 Las aves

Por su situación geográfica, nuestra Comunidad sirve de puente entre la fauna avícola europea y africana. Una gran variedad de aves encuentran aquí un lugar idóneo donde pasar el invierno, reproducirse o reponer fuerzas durante las migraciones, especialmente en los humedales formados por las marismas del Guadalquivir (en el Parque Nacional de Doñana), en las marismas del Tinto y del Odiel y en diversidad de lagunas, como la de Fuente de Piedra, en Málaga.

En los diversos ambientes de la comunidad andaluza se encuentran la **garza**, la **cigüeña** (blanca y negra), el **ánade real**, la **focha moruna**, la **espátula**, el **calamón**, el **cormorán**, el **ánsar común**, el **flamenco rosado**, el **pato malvasía**, la **cerceta**, el **pato colorado**, el **porrón**, la **serreta**, el **elanio común**, el **zarapito**, el **archibebe**, la **gaviota de Audouin**, la **paloma zurita**, la **tórtola**, la **perdiz**, el **búho real**, el **halcón peregrino**, el **azor**, la **grulla**, el **águila** (imperial, real, perdicera, culebrera, pescadora, y calzada), el **buitre** (leonado y negro), el **quebrantahuesos**, el **avetoro**, el **chotacabras**, el **pico menor**, la **alondra de Dupont**, la **avutarda**, el **martín pescador** y el **alimoche**.

7.5 Los mamíferos

El bosque mediterráneo proporciona gran diversidad de hábitats para una variada comunidad de especies animales. Encinas, alcornoques, acebuches y algarrobos, que conviven con los pinos, quejigos y melojos, y con una gran variedad de arbustos, como el lentisco, la cornicabra y el durillo, y plantas aromáticas, como el romero, la jara y el tomillo, ofrecen cobijo y alimento a diferentes especies de mamíferos, como el **jabalí**, el **lobo ibérico** —aún presente en la Sierra de Andújar—, el **lince ibérico**, la **cabra montés**, el **corzo**, el **ciervo**, el **conejo**, el **zorro**, la **ardilla roja**, el **erizo moruno**, el **topo ibérico**, la **nutria** y varias especies de **murciélagos**.

La **dehesa** es el bosque mediterráneo modificado por el ser humano que mejor conserva el equilibrio entre la obtención de recursos agrícolas, forestales y ganaderos, y el mantenimiento de los valores ecológicos y paisajísticos. El ganado vacuno, ovino, caprino, porcino y equino que pastorea en las dehesas está adaptado a este tipo de medio. El aprovechamiento más eficiente y tradicional de la dehesa es el realizado por el cerdo ibérico. Este ecosistema todavía conserva gran parte de la fauna característica del bosque mediterráneo, que incluye a las especies de interés cinegético como el **ciervo**, el **conejo** y el **jabalí**.

En el mar se pueden ver algunos mamíferos cetáceos, como el delfín mular, el calderón, la orca y la marsopa. La foca monje, que habitaba las costas mediterráneas, se encuentra prácticamente extinguida.

4 Hongos, algas y plantas

1 LOS HONGOS: el reino de los recicladores

Aferrados al suelo entre la hojarasca del bosque, en prados húmedos y umbríos o sobre un montón de estiércol, los **hongos** no parecen animales, pero, ¿son plantas?

No lo son, pues para ser planta hay que disponer de un pigmento verde llamado **clorofila**. Con este pigmento y la luz del Sol, las plantas elaboran su propio alimento. En cambio, los hongos carecen de clorofila y no pueden, por tanto, fabricar el suyo. Se alimentan de otros seres vivos, es decir, son **heterótrofos**. Por otra parte, la pared de sus células está formada por una sustancia llamada **quitina**, y la de las plantas por **celulosa**.

Aunque reúnen características vegetales y animales, los hongos constituyen un reino independiente debido a su singularidad.

Los **hongos** son seres vivos formados por células **eucariotas** (con núcleo). Pueden ser **unicelulares** como las levaduras, o **pluricelulares** como los champiñones. Son **heterótrofos**, en general no se desplazan y se reproducen por **esporas**.

1.1 No todos los hongos son setas

La parte visible de muchos hongos, formada por el **pie** y el **sombrero**, y conocida como **seta**, se denomina en realidad **carpóforo**, y es el órgano reproductor o **cuerpo fructífero** de los **hongos pluricelulares**, como la amanita o el champiñón.

El verdadero cuerpo del hongo es la parte subterránea. Las células que lo constituyen se unen formando unos filamentos, llamados **hifas**, que se ramifican y entremezclan hasta crear una masa algodonosa, denominada **micelio**. El micelio absorbe el agua y los nutrientes que necesita para desarrollarse de la tierra y de la materia orgánica sobre la que vive.

La **seta** o **carpóforo** es el cuerpo fructífero de algunos hongos que produce y dispersa las **esporas**, esto es, las células reproductoras.

Recuerda que todas las setas son hongos, pero que también hay hongos, como la **levadura** o los **mohos** del pan, que no desarrollan carpóforo (pie y sombrero) y, por tanto, no pueden denominarse setas.

1.2 Saprófitos, simbios y parásitos

Según su forma de alimentarse, podemos distinguir tres tipos de hongos:

➤ **Saprófitos**, como el champiñón: viven sobre materia orgánica en descomposición (restos de plantas y animales) de la que se alimentan. Puesto que sin boca no pueden ingerir fragmentos de alimento sólido, segregan unas sustancias, llamadas **enzimas**, que descomponen (rompen o trituran) los restos vegetales y animales en otros componentes más sencillos para, posteriormente, absorberlos.

Esta labor de reciclaje forma **suelo fértil** y «limpia» el bosque: sin su acción este estaría invadido por ramas, hojas y animales muertos.

➤ **Simbios**, como el níscolo: se asocian con otros seres vivos y obtienen beneficio mutuo. El níscolo, que es un hongo comestible y delicioso, forma **micorrizas** (*myke*: hongo y *rhyza*: raíz) sobre la raíz de los pinos (se asocia con ella) y así el pino absorbe más eficazmente los nutrientes del suelo, y el níscolo recibe a cambio protección y alimento.

➤ **Parásitos**, como la tiña o el mildiu de la vid: se alimentan de animales y vegetales vivos causándoles enfermedades. Estos hongos tan perjudiciales pueden arruinar cosechas, así como parasitar al ser humano ocasionándole enfermedades, como el pie de atleta o la candidiasis. Las enfermedades causadas por hongos se denominan **micosis**.

2 LAS ALGAS: vegetales acuáticos

Con la **clorofila** que poseen y la **luz** del Sol, las **algas** elaboran los nutrientes que necesitan para desarrollarse mediante un proceso químico denominado **fotosíntesis**, palabra que significa «fabricar con luz». Las algas son, pues, **autótrofas**. Además de tener clorofila, muchas son pluricelulares, y la pared de sus células también está formada por celulosa como la de las plantas. Pero, ¿son plantas?

No exactamente. Una **planta** tiene **raíz, tallo, hojas** y sus **células pueden agruparse** para formar verdaderos **tejidos y órganos**. Las algas carecen de estas formaciones.

La palabra **alga** designa formas vegetales sin partes especializadas. Las algas **pluricelulares** están constituidas únicamente por una estructura básica denominada **talo**. El talo, sin embargo, puede presentar formas semejantes a hojas, tallos e, incluso, raíces con las que se fijan al fondo.

Las **algas** son seres vivos **eucariotas**. Pueden ser **unicelulares** o **pluricelulares**. Poseen clorofila y son **autótrofas**. Las células de las pluricelulares no pueden formar tejidos ni órganos especializados. Viven tanto en agua dulce como salada y se reproducen de maneras muy diversas.

Hay algas marinas **verdes, pardas y rojas**. En las algas pardas y rojas, la clorofila queda oculta por otros pigmentos. También existen algas en las aguas estancadas de charcas y estanques: su coloración verdosa indica su presencia.

Las algas unicelulares suelen flotar a la deriva formando parte del **plancton**, alimento básico de numerosos organismos marinos, incluidas las ballenas. Muchas algas son **comestibles** y algunas de ellas se utilizan para elaborar productos farmacéuticos y cosméticos.

2.1 Líquenes: un alga más un hongo

Los **líquenes** son seres vivos muy particulares: están formados por una **asociación simbiótica**, es decir, beneficiosa para ambos, entre un **hongo** determinado y un **alga verde** o una **cianobacteria**.

Mediante la fotosíntesis, el **alga** fabrica alimento para sí misma y para el **hongo**. Este, a su vez, proporciona al alga sales minerales y la protege de la deshidratación.

Los **líquenes** son muy resistentes. Pueden vivir en condiciones extremas y en lugares donde, por separado, el alga y el hongo no sobrevivirían. Son **organismos terrestres**. Puedes encontrarlos en el suelo, en los troncos de los árboles y sobre la piedra desnuda.

Los líquenes crecen muy despacio, pero algunos logran cumplir los 4 000 años. Su presencia o su ausencia es un buen **indicador** de la **contaminación atmosférica**, pues como absorben sustancias del agua de lluvia, si esta lleva contaminantes incorporados, el liquen muere. Por eso no verás muchos en las ciudades industriales.

3 LOS MUSGOS: comienza la aventura de las plantas

Hace más de 400 millones de años no había una sola brizna de hierba sobre el medio terrestre. Los **vegetales acuáticos** aún no habían asomado ninguna de sus «falsas hojas» fuera del agua, ya que, ¿cómo podían hacerlo sin deshidratarse y sin ningún tipo de estructura en la que apoyarse para mantenerse erguidos?

Para conquistar tierra firme hacía falta un sistema que controlara las **pérdidas de agua**, otro de **apoyo**, un sistema de **transporte** de **agua** y **nutrientes**, y un sistema de **reproducción independiente** del agua. Ante semejantes dificultades, ¿qué organismo consiguió abandonar el agua para iniciar la conquista del medio terrestre?

3.1 El desembarco

Es probable que las primeras tentativas de «desembarco» comenzaran con las **algas**, pero los primeros vegetales que colonizaron la tierra fueron los **musgos** primitivos, parientes cercanos de los musgos actuales.

Estos sencillos organismos se **adaptaron** a la **vida terrestre** gracias a sus reducidas dimensiones (el más alto no alcanza los 3 centímetros) y a que no se alejaron de los ambientes húmedos y umbríos para no deshidratarse. Para «sostenerse en pie», aún sin verdaderas estructuras de apoyo, crecen pegados unos a otros como formando bosques en miniatura; así, al estar muy juntos se **autosostienen**.

Pero los **musgos** carecen de un sistema que transporte el agua y los nutrientes, es decir, carecen de **vasos conductores**. Debido a esta carencia, el agua y los nutrientes que absorben del suelo pasan de una célula a otra. Este sistema de nutrición es tan poco eficaz, que si fueran más altos no podrían autoabastecerse.

Se **reproducen** por **esporas**, pero si la lluvia no cubre el suelo, no germinan: el **gameto masculino** es móvil y necesita agua para desplazarse hasta el **femenino**.

Los **musgos** son seres vivos **pluricelulares**, **eucariotas**, **fotosintéticos**, adaptados al medio terrestre, que no pueden desplazarse y se **reproducen** por esporas. Aun careciendo de **vasos conductores**, se incluyen en el **reino** de las **plantas**: son una excepción. Con ellos comienza la aventura de unos organismos sin los que no podríamos vivir: las plantas.

4 LAS PLANTAS VASCULARES

¿Qué características distinguen a una **planta** de otros organismos? Ninguna planta depende de otros seres vivos para desarrollarse: todas son **autótrofas**, es decir, se alimentan tomando agua y nutrientes del suelo y utilizando la luz solar para fabricar su propia materia orgánica mediante **fotosíntesis**. Poseen **clorofila**, el pigmento verde que les confiere su color. La mayoría de las plantas tiene **raíces** o estructuras similares que las anclan al suelo: no se desplazan. Todas son **pluricelulares** y **eucariotas**.

Sus células se asocian y forman **tejidos especializados**: los de **sostén** dan rigidez a la planta para que se mantenga erguida; los **protectores** impiden que se deshidrate; los **conductores**, que están constituidos por células que se unen formando tubos, transportan líquidos...

Las plantas pueden clasificarse en dos grupos: **no vasculares** y **vasculares**. **Vascular** significa «que tiene vasos» (o tubos). Las **no vasculares**, como los musgos, carecen de tejidos especializados para transportar agua y nutrientes de una parte a otra de la planta. Las **vasculares** sí poseen este tipo de tejidos.

Las **plantas vasculares primitivas** y **sin semillas**, como los helechos, poseen tejidos poco especializados. Las **plantas vasculares con semillas**, como los cerezos, son más **evolucionadas** y presentan tejidos muy especializados.

4.1 Helechos: con ellos aparecen los vasos conductores

Los **helechos** son seres vivos **pluricelulares**, **eucariotas** y **fotosintéticos**. Poseen auténticas **raíces**, **tallos** y **hojas** pero, al carecer de semillas, se reproducen por **esporas** como los musgos y, al igual que ellos, dependen del agua para germinar.

Hace millones de años formaban bosques de árboles gigantes. Sus restos dieron lugar a grandes yacimientos de carbón. Fueron, además, las primeras plantas que dispusieron de un sistema por el que circulaban agua y nutrientes, es decir, la **savia**.

Este sistema consiste en una red de tuberías microscópicas, llamadas **vasos**, que conducen y distribuyen la savia por toda la planta. Al disponer de **vasos conductores**, los nutrientes llegan más eficazmente a todas las partes de la planta, de ahí que puedan alcanzar un tamaño mayor que los musgos.

4.2 Estructura de una planta: raíz, tallo y hojas

► La raíz: un ancla que fija la planta al suelo

La **raíz** es la parte de la planta que suele crecer bajo tierra en dirección opuesta al tallo. Su función consiste en **anclar la planta al suelo** para no ser arrastrada por vientos o aguaceros, **captar agua y sales minerales** de la tierra a través de los **pelos absorbentes** y, en ocasiones, **acumular sustancias de reserva o nutrientes** (como la zanahoria, por ejemplo).

Según su forma, las raíces pueden ser: **axonomorfas**, si tienen una raíz principal de la que parten raíces secundarias; **fasciculadas**, si la raíz principal no se distingue de las secundarias; o **napiformes**, si en la raíz principal, muy engrosada, se almacenan nutrientes.

► El tallo: un camino por el que circula la savia

El **tallo** es el órgano aéreo que da **soporte** a las diferentes partes de la planta para que se mantenga erguida, y permite el **transporte** de sustancias entre la raíz y las hojas.

El conjunto de nutrientes —**agua y sales**— que entra en la planta a través de la raíz se denomina **savia bruta**. Los vasos que conducen la savia bruta de la raíz hasta las hojas se llaman **vasos leñosos** o **xilema**.

Por su parte, los nutrientes que fabrican las hojas —**azúcares**— se denominan **savia elaborada**. Los vasos que distribuyen la savia elaborada por toda la planta son los **vasos liberianos** o **floema**. Hay tallos aéreos, acuáticos, subterráneos, trepadores, etc.

► Las hojas: unas láminas que elaboran los nutrientes

Las **hojas** son los órganos de la planta especializados en generar su propio alimento. La **clorofila** que poseen capta la luz solar que emplean para transformar el **agua** y el **dióxido de carbono** en **azúcares**. Como producto de desecho, la planta libera **oxígeno**. Este proceso se denomina **fotosíntesis**.

Las hojas surgen del tallo. La parte que tiene forma de lámina es el **limbo**, el **haz** es la cara superior, el **envés** la inferior y el rabillo que la conecta al tallo se llama **pecíolo**.

En el envés se encuentran unas pequeñas aberturas, denominadas **estomas**, que pueden abrirse y cerrarse. Su función es doble: regulan la cantidad de agua que se evapora de las hojas —este mecanismo se llama **transpiración**— y permiten la entrada del **dióxido de carbono** y la salida del **oxígeno** cuando realizan la fotosíntesis. Hay hojas simples, compuestas, lineales, acorazonadas...

5 LAS PLANTAS CON SEMILLA O ESPERMAFITAS

Una **espora** solo podrá convertirse en una nueva planta si cae en el agua. Una **semilla**, en cambio, tiene más posibilidades de germinar para originar una nueva planta. ¿Sabes por qué?

La **semilla** es la **estructura reproductora** de muchas **plantas** actuales. Su aparición supuso un gran avance evolutivo: se **dispersa** con mayor facilidad que una espora y puede **colonizar** terrenos más secos.

Como estrategia de supervivencia puede resistir mucho tiempo sin germinar. Y cuando lo hace, dispone de una reserva de nutrientes que utiliza para desarrollarse hasta que es autosuficiente.

Las **semillas** pueden adoptar formas variadas, pero cada una de ellas consta de tres elementos básicos: una **cubierta protectora** que aísla el interior de los parásitos, la deshidratación y los rigores climáticos; una reserva de nutrientes, llamada **endospermo**; y un **embrión**, es decir, una planta en miniatura en estado de vida latente.

Esto significa que la planta en formación está viva, pero que detiene su desarrollo y no germina hasta encontrar condiciones favorables de humedad, temperatura y suelo.

5.1 Germinación de la semilla

Tras un letargo de duración variable, la semilla se hincha con la humedad y el embrión inicia entonces su desarrollo, utilizando las reservas nutritivas que lo rodean, rompe la envoltura protectora y emerge de la tierra.

Cuando se acaban las reservas nutritivas, la planta ya tiene raíz con pelos absorbentes para captar por sí misma agua y sales de la tierra, y forma hojas para realizar la fotosíntesis. Este conjunto de fenómenos se llama **germinación**.

Como ya hemos visto, el endospermo es un tejido situado en el interior de la semilla que envuelve al embrión y le proporciona alimento. Pero algunas semillas, como las judías, además del endospermo, tienen **dos hojas embrionarias** (que forman parte del embrión), llamadas **cotiledones**.

Los **cotiledones** absorben y almacenan el **endospermo**, por lo que son a la vez parte del embrión y la reserva alimenticia de la que este se nutre cuando germina.

Pero no solo el embrión de las plantas se nutre con endospermos y cotiledones. Nosotros también. El pan que tomamos es en su mayor parte el endospermo de los granos de trigo, y cuando comemos fabada, lo que degustamos son semillas completas: cotiledones, radícula, plúmula y cubiertas protectoras incluidas.

6 LAS GIMNOSPERMAS: plantas con semilla pero sin fruto

Las **plantas con semilla** se dividen en dos grupos: **gimnospermas** (*gymnos*: desnuda y *sperma*: semilla) y **angiospermas** (*angeion*: recipiente y *sperma*: semilla). Estos nombres hacen alusión a la envoltura de las semillas.

El pino piñonero es una planta **gimnosperma**. Sus **semillas** —los **piñones**— están protegidas por una cáscara dura. ¿Por qué se alude, entonces, a que están «desnudas» o sin protección? La razón es la siguiente: no están envueltas en un **fruto**. Para que se forme un **fruto** es preciso que la planta tenga **ovario**, es decir, un recipiente que, además de alojar al **óvulo**, se transforme en fruto después de la fecundación. Las **gimnospermas carecen de ovario** y, por tanto, no pueden formar **frutos**.

El cerezo, en cambio, es una planta **angiosperma**. Sus **semillas** están doblemente protegidas por un **fruto** —la cereza—, que consta de una cubierta dura —el hueso que contiene la semilla— y de una parte carnosa.

Las **gimnospermas** son plantas cuyas **semillas** no están encerradas en un **fruto**. Carecen de **ovario** y no producen «verdaderas flores».

6.1 Coníferas, cicas, ginkgos...

Al grupo de las gimnospermas pertenecen plantas supervivientes del pasado, como **cicas** y **ginkgos**, pero las más abundantes y a las que nos vamos a referir a continuación son las **coníferas** o portadoras de **conos**, como pinos, abetos o cipreses.

La mayoría de las coníferas son de **hoja perenne**. Esto quiere decir que el árbol no se deshoja de una sola vez, sino que pierde y renueva sus hojas a lo largo de todo el año. Las hojas de las coníferas están adaptadas a la sequía: su **forma de aguja** reduce la superficie por la que pierden agua, es decir, la superficie por la que transpiran.

Los **órganos reproductores** de las coníferas tienen forma de **cono**. Existen conos masculinos y conos femeninos que se desarrollan en el mismo árbol. El **cono femenino** o **piña** está formado por escamas leñosas. Cada escama produce dos óvulos que contienen los **gametos femeninos**. Por su parte los **conos masculinos** están formados por escamas blandas en las que se producen los granos de polen que contienen los **gametos masculinos**.

El viento transporta el polen del cono masculino al femenino y, tras la **fecundación**, se forman las **semillas** que, dotadas de «alas» y nutrientes, serán transportadas por el viento a distintos lugares y podrán convertirse en una nueva planta.

7 LAS ANGIOSPERMAS: plantas con semilla, flor y fruto

Durante millones de años no hubo flores sobre la Tierra. Con su aparición, el reino Plantas alcanza su máximo grado evolutivo. La **flor** no es un adorno, es un órgano que produce y alberga las **células reproductoras masculinas y femeninas**. Cuando se marchita, en su interior comienza a formarse una **semilla** y, envolviendo a la semilla, se formará un **fruto** como si fuera un envase para protegerla. El fruto puede ser una cereza, un melocotón, trigo, arroz o guisantes.

Las **angiospermas** son plantas que producen auténticas **flores** y encierran sus **semillas** en un **fruto**. Se caracterizan por presentar el **óvulo** en el interior de un recipiente que se denomina **ovario**.

Las **angiospermas** agrupan a la mayoría de las plantas de cultivo, herbáceas, leñosas, arbustivas o arbóreas, y según sean sus semillas se dividen en **monocotiledóneas**, si solo tienen una hoja embrionaria o cotiledón, y **dicotiledóneas**, si tienen dos hojas embrionarias o cotiledones.

7.1 Estructura de una flor

La **flor** está constituida por cuatro capas de **hojas modificadas** dispuestas en círculos: **cáliz**, **corola**, **estambres** y **carpelo**.

El círculo externo está formado por unas hojas, generalmente verdes, llamadas **sépalos**. El conjunto de sépalos forma el **cáliz**. Esta envoltura floral sirve de protección a las demás.

Después de los sépalos aparecen los **pétalos**. Suelen ser de colores llamativos para atraer a los insectos polinizadores. El conjunto de pétalos forma la **corola**.

La corola envuelve y protege los **órganos reproductores masculinos**, que se llaman **estambres**. Cada estambre consta de un **filamento** en cuyo extremo hay una pequeña estructura que se denomina **antera**. En las anteras se producen los granos de **polen**, que contienen los **gametos masculinos**.

Finalmente, en el centro de la flor se encuentra el **carpelo** (o **pistilo**), el **órgano reproductor femenino**, que se parece a una botella de base ancha y cuello largo y estrecho. Consta de tres partes: el **ovario**, en el que se alojan los **óvulos** que contienen los **gametos femeninos**; el **estilo**; y el **estigma**, que suele ser pegajoso para acoger al polen.

7.2 ¿Cómo llega el polen al carpelo para formar la semilla?

La **reproducción** de las plantas con flor es **sexual** y se desarrolla en tres etapas: **polinización**, **fecundación** y **formación** de la semilla.

La **polinización** es el proceso mediante el cual los granos de **polen** son transportados desde las anteras hasta el estigma de la flor. Puede ser: **anemógama**, si el polen es transportado por el viento; **entomógama**, si es transportado por los insectos; **zoógama**, si lo transportan otros animales...

Para atraer a los animales —insectos principalmente, pájaros como el colibrí o murciélagos— las flores suelen presentar formas y colores vistosos, aromas atrayentes y deliciosas sustancias azucaradas como el néctar.

El insecto se posa sobre la flor, la cual le proporciona alimento, es decir, néctar, y el insecto propaga de una flor a otra el polen que se le quedó adherido al cuerpo. Este tipo de polinización es más segura y requiere menos granos de polen para asegurar la reproducción que la polinización anemógama (producida por el viento).

Cuando un grano de **polen** es llevado por el viento o por un insecto desde la **antera** de una flor hasta el **estigma** de otra, se pega a su superficie y comienza a desarrollar una estructura semejante a un tubo, de ahí que se llame **tubo polínico**, a través del cual viajan los **gametos masculinos**.

El tubo polínico crece a lo largo del **estilo** hasta llegar al **ovario**, donde el **gameto masculino** se fusiona con el **femenino** en el interior del **óvulo**. Este proceso se denomina **fecundación**.

Después de la **fecundación**, el **óvulo** se transforma en **semilla**, y el **ovario**, en **fruto**.

Las **plantas con semilla** lograron **independizarse del agua**, incluso para reproducirse, gracias al **tubo polínico**: al viajar a través de esta estructura, los gametos masculinos no necesitan agua para desplazarse hasta los femeninos.

7.3 Clases de flores

Hay muchas clases de flores y no todas ellas están formadas por los mismos elementos. Si la flor presenta cuatro envolturas florales, se denomina **completa**. Si carece de alguna de sus partes, **incompleta**. Si en una misma flor se encuentran estambres y carpelos, se llama **hermafrodita**. Si solo presentan carpelos, son flores **femeninas**, y si solo tienen estambres, flores **masculinas**.

Cuando no están dispuestas de una en una en el tallo, sino agrupadas en un eje común, forman una **inflorescencia**. La inflorescencia del avellano se llama **amentó** (1), la de la zanahoria, **umbela** (2), y la de la margarita, **capítulo** (3).

7.4 Diferentes raíces y hojas de las angiospermas

Además de las distintas clases de flores, las angiospermas presentan diferentes tipos de **raíces** y **hojas**.

7.5 Dispersión de frutos y semillas

Las plantas pueden inclinarse hacia la luz, lo que implica movimiento, aunque este sea leve. También pueden desarrollar estructuras que les permiten trepar o enroscarse a un soporte. Pero no pueden viajar ni desplazarse. En cambio sus semillas pueden ser transportadas por el **viento**, el **agua** o los **animales**.

Si todas las semillas cayeran debajo de la planta que las produce, no tendrían espacio ni nutrientes suficientes. El **fruto** es una adaptación que favorece la **dispersión** de la **semilla**: al mostrarse apetitoso, muchos animales lo ingieren y lo trasladan a otro lugar con sus deposiciones.

Cuando el fruto no es comestible, las adaptaciones cambian: pueden desarrollar ganchos o cubiertas puntiagudas o pegajosas que se adhieren al pelo de los animales para viajar con ellos; formas semejantes a hélices, alas o paracaídas que giran en el aire y son llevadas por el viento; o cubiertas ligeras con espacios huecos que les permiten flotar en el agua y recorrer grandes distancias hasta recalar de nuevo en tierra.

Los **frutos** pueden ser de consistencia seca, como el maíz o las avellanas, si al madurar sus paredes se vuelven secas y duras; o de consistencia carnosa, como el albaricoque, el tomate o la cereza, si las paredes se vuelven blandas y jugosas. La piña es un fruto compuesto (consta de varios frutos).

8 LA FLORA DE ANDALUCÍA

La flora de Andalucía es una de las más diversas del territorio español. La posición privilegiada que ocupa, como puente entre dos continentes, África y Europa, ha permitido el asentamiento en su territorio de una rica variedad especies de plantas adaptadas a sus diferentes ambientes. Unas comunidades vegetales prefieren los suelos ácidos de Sierra Morena, otras los suelos calizos de las cordilleras Béticas, otras los humedales, etc.

8.1 El bosque de encinas y alcornoques

La mayor parte de la flora andaluza forma parte del **bosque mediterráneo** que, en sus orígenes, era un bosque frondoso de **encinas**, **coscojas**, **alcornoques**, **acebuches** (la variedad silvestre del olivo) y **algarrobos** que convivían con una gran variedad de arbustos, como el **lentisco**, la **cornicabra**, el **mirto** o **arrayán** y el **durillo**, y plantas aromáticas, como el **romero**, la **jara** y el **tomillo**.

Esta vegetación ha desarrollado diversas adaptaciones para sobrevivir en un clima templado y húmedo durante el invierno, pero muy seco y caluroso en el verano: raíces profundas, hojas coriáceas y espinosas, y gruesas cortezas evitan la pérdida excesiva de agua durante el estío. Entre los peligros que acechan a este ecosistema están los incendios, favorecidos por la sequía estival y por la presencia de esencias aromáticas en muchas plantas, que son altamente inflamables.

El bosque mediterráneo ha sido explotado intensamente a lo largo de la historia para el desarrollo de suelos cultivables, obtención de madera, corcho y carbón vegetal y para el pastoreo. En la actualidad se encuentra muy degradado, reducido a un **bosque de matorral** que recibe distintos nombres (garriga, maquis, carrascal, encinar). La **dehesa** es el bosque mediterráneo modificado por el ser humano que mejor conserva los valores ecológicos y paisajísticos.

8.2 El bosque de robles: quejigos y melojos

Los robles son árboles caducifolios, que significa «de hoja caediza». Estos bosques, que se desarrollan en áreas de clima templado, se caracterizan porque cambian constantemente a lo largo de las estaciones. Desnudos en invierno, se visten de verde en primavera y verano; y en otoño, cuando van a perder la hoja, lucen su espectacular vestimenta multicolor, donde predominan los tonos ocres, rojos y dorados.

Los árboles más característicos del bosque caducifolio son el **roble andaluz** o **quejigo** y el **roble melojo** o **rebollo**, pero también se pueden encontrar **abedules** en ciertos parajes de Sierra Nevada, **serbales** y **arces**, como el **arce granadino**. En el estrato arbustivo son característicos los **acebos**, que abundan en la sierra de Huelva y en la sierra gaditana del Aljibe, los **majuelos**, los **ce-rezos de Mahoma** y los **brezos**.

8.3 El bosque de coníferas

Las especies de coníferas que suelen aparecer en los bosques andaluces son, fundamentalmente, los **pinos**, **pinsapos**, **enebros** y **sabinas**.

➤ Los pinares constituyen una parte esencial del paisaje andaluz. El **pino piñonero** ocupa amplias extensiones en los suelos arenosos de la provincia de Huelva, especialmente en el Parque Nacional de Doñana y en las Marismillas. El **pino laricio**, también llamado **pino salgareño**, forma extensas masas boscosas en el Parque Natural de Cazorla, Segura y las Villas, así como en Sierra María, Sierra Nevada, Sierra de Baza y Filabres.

El **pino silvestre** se encuentra en las zonas de mayor altitud de las sierras granadinas y almerienses de Baza, Nevada y Filabres. El **pino pinaster** ocupa una amplia extensión en las sierras de Cazorla, Segura, La Sagra, Almijara, Ronda y María, y se ha expandido artificialmente a Sierra Morena mediante repoblación. Por último, el **pino halepensis** o **carrasco**, que es el mejor adaptado a la sequía y a los suelos áridos de las sierras orientales, fundamentalmente Sierras de Cazorla y Segura, de las Nieves, Almijara, Lújar, Alfacar, Iznalloz y Guadix.

- El **pinsapo** es una especie de abeto poco evolucionada, una auténtica reliquia del pasado, que forma densas masas boscosas, entre Málaga y Cádiz, en la Sierra de las Nieves, Sierra Bermeja y en el Parque Natural de Grazalema.
- El **enebro de la miera** se encuentra por toda la geografía andaluza formando parte de los encinares y de los pinares mediterráneos.
- La **sabina negra**, también llamada **sabina mora**, se encuentra en los arenales costeros de las provincias de Huelva, Cádiz, Málaga y Almería.

8.4 Flora endémica de Andalucía

Se entiende por endémicas aquellas especies que tienen una distribución restringida y solo se encuentran en determinados parajes. Muchas de ellas se encuentran en peligro de extinción, como la **manzanilla real de Sierra Nevada** (*Artemisa granatensis*), la **aguileña de Cazorla** (*Aquilegia cazorlensis*), el **narciso de Sierra Nevada** (*Narcissus nevadensis*), la **violeta de Cazorla** (*Viola cazorlensis*), la **amapola de la Sierra de Grazalema** (*Papaver rupifragum*) y el **conejo o boca de dragón de la Sierra de Gata** (*Antirrhinum charidemii*).

5 Minerales y rocas de la corteza terrestre

1 LA ESTRUCTURA INTERNA DE LA TIERRA: esferas concéntricas

Hace mucho tiempo, unos 4 600 millones de años, se formó la Tierra a partir del polvo, las rocas y los gases que constituían la gigantesca nube original del Sistema Solar.

Al inicio de su historia, era una bola incandescente de materiales fundidos. Debido a la gravedad, los materiales más densos, como el hierro y el níquel, se hundieron hacia el centro para formar el **núcleo**, y los más ligeros, como el silicio, el oxígeno, el magnesio y el aluminio se quedaron en la superficie y crearon el **manto** y la **corteza**.

Estas capas no pueden verse, pero sí detectarse. Para conocer el interior de la Tierra los geólogos utilizan **métodos indirectos** como las ondas sísmicas formadas en los terremotos, que exploran el interior del planeta igual que los escáneres permiten a los médicos explorar el interior de nuestro cuerpo.

Si fuéramos capaces de cortar el planeta por la mitad, sus diferentes capas se verían como esferas concéntricas.

La **corteza**, el **manto** y el **núcleo** son las tres capas que componen la **geosfera**, o esfera rocosa que contiene la mayor parte de los materiales terrestres.

2 LOS MINERALES: tesoros escondidos

La capa exterior y fría de la Tierra, que nos separa del «horno» que existe en su interior, está compuesta por rocas. Si coges un fragmento de roca y lo miras, verás que no es liso y que está formado por cristales o granos, los cuales pueden ser grandes o muy pequeños.

ELEMENTOS QUÍMICOS DE LA CORTEZA TERRESTRE	
Elemento químico	% en peso
Oxígeno	46,6
Silicio	27,7
Aluminio	8,1
Hierro	5
Calcio	3,6
Sodio	2,8
Potasio	2,5
Magnesio	2

En la naturaleza existen miles de tipos diferentes de cristales a los que se denominan **minerales**, aunque solamente 30 de ellos son los más comunes. Pero, ¿qué es un mineral?

Los **minerales** son sustancias **sólidas**, **inorgánicas**, que se originan de forma **natural** y que poseen una **composición química definida** y una **estructura cristalina**.

A continuación, vamos a averiguar el significado de esta definición:

- › **Sustancia sólida.** No se consideran minerales los líquidos y gases naturales como el agua o los gases de la atmósfera.
- › **Sustancia inorgánica.** No están creados por un ser vivo como los caparzones, los esqueletos y las conchas producidas por los organismos.
- › **Natural.** No incluye los materiales artificiales fabricados por las personas como el plástico o el vidrio.
- › **Posee una composición química definida.** Todos los minerales están compuestos por elementos químicos. Los minerales formados por un solo elemento químico se llaman **elementos nativos** como el oro (Au), el cobre (Cu), el azufre (S) y el grafito (C). Pero la mayor parte de los elementos se encuentran agrupados según una «receta» química formando minerales más complejos.

Los elementos que componen un determinado mineral son siempre los mismos y aparecen en la misma proporción. Esta composición química se puede expresar mediante una **fórmula**: por ejemplo, SiO_2 (cuarzo).
- › **Estructura cristalina.** Si pudieras encogerte a tamaño microscópico, comprobarías que los minerales tienen una estructura interna ordenada porque sus átomos se disponen geométricamente en el espacio.

2.1 Propiedades físicas de los minerales

Nadie puede identificar cientos de minerales a simple vista. Por ello, los especialistas han buscado las características peculiares de cada uno de ellos. Gracias a sus propiedades, podemos clasificar y diferenciar unos minerales de otros.

Las **propiedades físicas** de los minerales se pueden observar o medir de una manera muy sencilla. Su estudio no altera la naturaleza, ni la composición del mineral.

Algunas de estas propiedades son:

- › La **forma**. Generalmente, los minerales que hallamos en el campo no tienen una forma definida. Se dice que son **minerales masivos**. Pero a veces, cuando las condiciones de formación (espacio y tiempo suficientes y reposo) son favorables, su aspecto externo adopta una forma geométrica, reflejo de la disposición en la que se encuentran ordenados los átomos en su interior. En este caso, los denominamos **cristales**.

Los **cristales** son sólidos poliédricos naturales que presentan caras, vértices y aristas.

- › La **dureza**. Es la resistencia que oponen los minerales a ser rayados por otros minerales o por un material afilado. Para determinar su valor hay que rayarlos con otro mineral o algún objeto cuya dureza conozcamos.
- › La **exfoliación**. Es la rotura de un mineral en fragmentos que tienen superficies planas, como láminas, cubos, romboedros y octaedros.
- › La **fractura**. Es la rotura de un mineral en fragmentos con superficies curvas, astillas o formas irregulares.
- › La **tenacidad**. Es el comportamiento de un mineral cuando lo intentamos romper o deformar. Si se rompe con facilidad, es **frágil**. En caso contrario, se dice que es **tenaz**.
- › El **brillo**. Es el aspecto que presenta la superficie de un mineral cuando refleja la luz que recibe. Para denominar el tipo de brillo se utilizan los nombres de las sustancias típicas que poseen un brillo semejante.

El brillo es **metálico** cuando el mineral tiene apariencia de un metal pulido; **vítreo** si recuerda al vidrio; **céreo**, a la cera; **adamantino**, al diamante; y **sedoso**, a la seda. Los minerales sin brillo se denominan **mates**.

- › El **color**. Es la primera propiedad que observamos en un mineral. Algunos minerales, como, por ejemplo, el cinabrio, siempre presentan el mismo color, y esto facilita su identificación.

Sin embargo, otros minerales, como el cuarzo, se presentan en diversos colores. Esta variación se debe frecuentemente a la aparición de impurezas en la estructura cristalina. En estos casos, para identificar y averiguar cuál es su color verdadero, se utiliza el color de la raya.

- La **raya**. Cuando se frota un mineral sobre una placa de porcelana blanca sin esmaltar, queda una línea de mineral pulverizado que es la **raya**.

Para cada mineral, el color de esta raya es siempre el mismo y a veces no coincide con el color de la superficie de la muestra que estamos estudiando.

2.2 Tipos de minerales: muchos y muy variados

Todas las rocas están formadas por minerales conocidos como **minerales petrogenéticos**.

Los más abundantes entre todos ellos son los **silicatos**, que es el grupo que constituye el 98 % de la composición de la corteza terrestre, como, por ejemplo, el cuarzo, la ortosa y la mica.

Hay rocas en cuya composición encontramos minerales que **no** son **silicatos**. Por ejemplo, la calcita, el aragonito, el yeso y la halita.

Otros minerales forman también parte de las rocas pero en menores proporciones. Algunos de ellos son importantes porque son fuente de **metales** como la magnetita, el cinabrio, la pirita y la galena.

Algunos cristales minerales pertenecen a una clase muy especial: las **piedras preciosas** o **gemas**. Son minerales de insólita y extraordinaria belleza como el diamante, el rubí, el zafiro y la esmeralda.

2.3 Aplicaciones de los minerales

Los minerales son muy abundantes en la naturaleza. Entonces, ¿por qué es difícil encontrar ejemplares de minerales puros o cristales? Esto es debido a que la mayoría de ellos forman parte de las rocas. Sin embargo, en algunos lugares existen concentraciones anormalmente elevadas de ciertos minerales.

Los **yacimientos minerales** son acumulaciones naturales de un mineral que permiten su explotación con rendimiento económico.

Existen diferentes tipos de minerales con interés económico:

- **Minerales metalíferos**. Se componen de una mezcla de distintos metales. Si se pueden extraer de una mina con beneficio, por contener un determinado **metal** en cantidad abundante, se dice que son **minerales mena**. Junto a estos suele haber otros que no son explotables: los **minerales ganga**.
- **Minerales no metálicos**. No son fuente de metales. Se extraen y se procesan por los elementos que contienen o por sus propiedades físicas y químicas. Se dividen en dos grandes grupos: los **minerales industriales**, utilizados como abrasivos, fertilizantes y materiales cerámicos, y los **materiales de construcción**.

3 LAS ROCAS: los materiales del paisaje

Las montañas, las colinas y los valles están formados por rocas. Las fachadas de los edificios de tu localidad, el suelo que pisas o algunos de los objetos que tienes en tu casa, posiblemente, estén compuestos por muchos tipos diferentes de rocas. Pero ¿qué es una roca?

Las rocas son **agregados naturales** de uno o varios minerales.

Así, algunas rocas están formadas por un solo mineral. En este caso muestran un solo color y decimos que son **homogéneas**. Por ejemplo, la caliza está formada únicamente por calcita.

Otras rocas son combinados de varios minerales. Su color y su aspecto no son uniformes y decimos que son **heterogéneas**. Por ejemplo, el granito es un agregado de cuarzo, feldespato y mica.

Las rocas no solo constituyen los materiales del paisaje, sino que también nos cuentan la historia de la Tierra, ya que las características de cada una de ellas dependen del modo y del lugar en que se han formado.

3.1 Tipos de rocas

Aunque las rocas presentan una gran variedad de formas y colores, solamente se pueden clasificar en tres tipos según su origen: rocas **metamórficas**, rocas **sedimentarias** y rocas **magmáticas**.

► Rocas metamórficas: rocas renovadas

Se forman en las profundidades de la corteza terrestre cuando cualquier tipo de roca (sedimentaria, magmática o metamórfica) se ve sometida a elevadísimas **temperaturas** y fuertes **presiones**.

El proceso que origina este tipo de rocas puede durar millones de años y recibe el nombre de **metamorfismo**.

► Rocas sedimentarias: rocas de partículas

Sin darnos cuenta, todos y cada uno de los relieves de nuestro planeta son desgastados lentamente por la acción del agua, el viento y los seres vivos.

Estos agentes geológicos rompen y separan los fragmentos rocosos del terreno (**erosión**), que son **transportados** desde el lugar donde se han originado a otros puntos de la corteza terrestre, principalmente mares y océanos, donde se acumulan (**sedimentación**) en forma de capas, generalmente horizontales, llamadas **estratos de sedimentos**.

Los **estratos de sedimentos** se convierten en **rocas sedimentarias** en zonas próximas a la superficie terrestre.

Durante millones de años, el peso de los materiales superiores aplasta a los inferiores, que se van **compactando**. Simultáneamente, los fragmentos quedan **unidos** por cementos naturales como el carbonato de calcio o sílice. De esta manera se forman rocas sedimentarias como los **conglomerados**, la **arcilla** y la **arenisca**.

Algunas rocas sedimentarias tienen un origen diferente. Por ejemplo, la caliza, el carbón y el petróleo.

► Rocas magmáticas: nacidas del fuego

A través de la corteza terrestre ascienden ríos de fuego constituidos por una mezcla de gases y rocas fundidas llamada **magma**, originada en las profundidades de la Tierra.

Las **rocas magmáticas** se forman cuando el magma se enfría y se solidifica.

Existen dos **tipos** de rocas magmáticas:

- **Rocas plutónicas.** Se originan cuando el magma se enfría muy lentamente en zonas profundas. Por esta razón, presentan cristales que se pueden ver a simple vista. Estas rocas se consiguen estudiar después de millones de años, cuando la erosión las hace aflorar a la superficie.
- **Rocas volcánicas.** Se producen cuando el magma asciende y se enfría rápidamente en el exterior de la superficie terrestre. Por esta razón, sus cristales son tan pequeños que solo se pueden ver al microscopio.

3.2 Uso de las rocas: las rocas son recursos naturales

Desde tiempos remotos, los seres humanos aprendieron a conocer y clasificar las diferentes rocas de la naturaleza. Descubrieron cuáles son sus características, propiedades y variedades y, después de clasificarlas por su resistencia, dureza o color, las utilizaron como materiales de construcción, para esculpir o fabricar objetos ornamentales.

Asimismo, la actividad de las modernas sociedades industrializadas depende de los recursos energéticos que nos ofrece la Tierra. Las rocas son el combustible del mundo.

4 LOS FÓSILES: la vida convertida en piedra

Un río corta los estratos más altos de un terreno y, al dejar al descubierto los estratos más profundos, ante nosotros aparecen petrificados corales, rastros de animales y erizos de mar... ¿De qué se trata?, nos preguntamos sorprendidos. Pues bien, son vestigios de pasadas formas de vida llamados **fósiles**.

Los **fósiles** son los **restos mineralizados** de seres vivos (animales o vegetales) o las huellas (pisadas, madrigueras y rastros) que han quedado de su actividad biológica.

Un organismo puede fosilizar cuando la materia orgánica que lo compone es sustituida por materia mineral, pero manteniendo su estructura original. Hay fósiles de troncos enteros en los que es posible ver la forma del árbol.

De vez en cuando, se puede conservar el organismo completo sin alterar, como es el caso de algunos insectos atrapados en la resina fósil de los árboles, llamada **ámbar**.

Sin embargo, lo más frecuente es que las partes más blandas del organismo (piel, vísceras, etc.) se descompongan o sean devoradas por individuos que se alimentan de cadáveres, y solo se conserven las partes más duras, como los dientes, los huesos y las conchas, que son las que tienen tiempo de fosilizar.

4.1 Utilidad de los fósiles: una valiosa ayuda

Gracias a los fósiles podemos conocer cómo eran los seres vivos en el pasado y cómo han ido **evolucionando** hasta nuestros días, las especies que se han **extinguido** y, si se estudian con detalle, también aportan una valiosa información sobre las **condiciones ambientales** del medio en el que vivieron.

También nos permiten conocer la edad de las rocas y reconstruir la **historia geológica** de nuestro planeta; por eso se dice que los fósiles son auténticos relojes geológicos.

4.2 Fósiles característicos: fósiles que nos guían

Solo algunos fósiles se utilizan para saber cuándo se formaron los estratos geológicos en los que se encuentran.

Los fósiles exclusivos de una determinada época de la Tierra, que sirven para datar las rocas, se llaman **fósiles característicos** o **fósiles guía**.

Los fósiles guía corresponden a restos de organismos que **evolucionaron rápidamente** (vivieron durante un periodo de tiempo corto), pertenecieron a **poblaciones** muy **numerosas** (facilidad de fosilización) y ocuparon **amplias regiones** (aparecen dispersos en muchos lugares).

En cada época de la historia de la Tierra se encuentran fósiles característicos que no aparecen en otras épocas más antiguas o modernas. Así pues, los fósiles guía son los elementos distintivos que certifican la antigüedad de una roca.

Con la ayuda de los fósiles guía, la historia de la Tierra se ha dividido en **eras** y cada era, a su vez, en varios **periodos**. En cada periodo geológico los seres vivos que poblaban el planeta presentaban unas características determinadas.

5 LOS MINERALES DE INTERÉS ECONÓMICO EN ANDALUCÍA

Desde la antigüedad, el subsuelo de Andalucía ha sido utilizado para la búsqueda, explotación y obtención de minerales útiles acumulados en yacimientos. Ya los romanos obtenían oro en Granada; plata, hierro y cobre en la Alpujarra y plomo en las sierras de Gádor y Baza. En la actualidad, los principales yacimientos minerales son:

- **Yacimientos de plomo y zinc.** Como tienen el mismo origen, suelen aparecer asociados. Se sitúan alrededor de focos volcánicos, dando lugar a filones de galena (PbS) y blenda (ZnS) que atraviesan las rocas de caliza y arenisca o en las propias rocas volcánicas. Los yacimientos más importantes de **galena** se sitúan en Linares-La Carolina (Jaén), Sierra Almagrera (Almería), Peñarroya (Córdoba) y Sierra Nevada, sierra de Lújar y sierra de la Contraviesa (Granada). Los yacimientos de **blenda** están en Linares (Jaén), y Gor, Baza y sierra de Almijara (Granada).
- **Yacimientos de cobre.** La mena más importante es la calcopirita (CuFeS_2), asociada generalmente con pirita (FeS_2). Las minas de **cobre** de Riotinto (Huelva) están formadas por grandes masas de **pirita** y **calcopirita**, situadas entre formaciones de rocas volcánicas. También caben destacar los yacimientos de Sierra Nevada y Almijara (Granada); Linares-La Carolina (Jaén) y Aznalcóllar (Sevilla).
- **Yacimientos de hierro.** Las zonas ferríferas se sitúan en Sierra Nevada, Jaén, Sevilla, Málaga y Huelva, como el de la Cala. El **hierro** se extrae de la **magnetita** y del **hematites**.
- **Yacimientos de azufre.** Son de origen sedimentario y se encuentran en Benamaurel y Lanjarón (Granada); Benahadux (Almería); Conil (Cádiz) y Antequera, Alora y Benahavís (Málaga).
- **Yacimientos de grafito.** Se originan en rocas metamórficas por carbonización de materia orgánica. Los más importantes son los de Almonaster (Huelva), Benahavis (Málaga) y Huelma (Jaén).

6 LAS ROCAS Y EL RELIEVE DE ANDALUCÍA

La superficie de la Comunidad Autónoma de Andalucía está integrada por una gran diversidad de paisajes que configuran un mosaico de contrastadas formas. Si observas el mapa físico de esta página, podrás ver que existen diferentes relieves, cada uno de ellos con distinta localización, composición y origen. Así, en el este de Andalucía predominan las zonas de montaña y los terrenos altos y llanos; mientras que en el oeste abundan tierras llanas y de poca altura. En la costa predominan las llanuras litorales bañadas por el océano Atlántico, y las líneas de acantilados en el levante mediterráneo.

El relieve andaluz está conformado, en términos generales, por tres grandes unidades: **Sierra Morena**, las **sierras Béticas** y la **depresión del Guadalquivir**.

6

Las capas fluidas: atmósfera e hidrosfera

1 LAS CAPAS FLUIDAS: atmósfera e hidrosfera

Cuando se observa la Tierra desde el espacio, nos muestra su aspecto de esfera azulada debido al agua, que ocupa casi tres cuartas partes de la superficie terrestre. Es la **hidrosfera**, que junto con la capa gaseosa, la **atmósfera**, forman las **capas fluidas** de la Tierra.

Llamamos **capas fluidas** al sistema formado por la **atmósfera** y la **hidrosfera**, ambas constituidas por fluidos, aire y agua.

2 LA ATMÓSFERA: el aire que nos rodea

Por su composición, estructura y función, la atmósfera es una capa de gran importancia en la distribución de los climas y de la vida en la Tierra. Está formada principalmente por una mezcla de gases, de los cuales los más abundantes son el **nitrógeno** (78 %), el **oxígeno** (21 %), y en menor proporción el **argón** (0,9 %), el **dióxido de carbono** (0,03 %), el **vapor de agua** y el **ozono**.

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. En esta capa se producen los **fenómenos meteorológicos** como la lluvia, la nieve o el viento.
- **Estratosfera.** En ella el aire se mueve horizontalmente. Entre los 15 y 30 kilómetros de altura se encuentra la **capa de ozono**.
- **Mesosfera.** En esta capa, el aire es muy tenue, 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 tiene una muy baja densidad, similar a la del espacio exterior.

2.1 La función protectora: los filtros y el escudo protector

Solo una parte de las radiaciones solares, como la luz visible y los rayos infrarrojos, atraviesan la atmósfera sin dificultad. Las radiaciones de alta energía (**rayos X** y **gamma**), perjudiciales para los seres vivos, son absorbidas por la **termosfera**, y gran parte de la **radiación ultravioleta**, por la **capa de ozono**. Además, la mayoría de los meteoroides procedentes del espacio exterior se desintegran al atravesar la atmósfera, que actúa como escudo protector.

2.2 La función reguladora: el efecto invernadero

A pesar de los filtros atmosféricos, los rayos del sol que atraviesan la atmósfera penetran hasta la superficie de la Tierra calentándola.

Pero el dióxido de carbono, el vapor de agua y otros gases que se encuentran en el aire, no dejan escapar el calor terrestre, comportándose como el cristal de un invernadero que retiene el calor e impide que se escape hacia el espacio.

Este fenómeno se denomina **efecto invernadero** y, gracias a él, la atmósfera **regula la temperatura** de la **superficie terrestre** y la mantiene en un valor medio de 15 °C.

Sin el efecto invernadero la temperatura de la Tierra sería inferior, alrededor de -18 °C; por eso es un fenómeno natural y beneficioso para la vida.

3 LOS FENÓMENOS ATMOSFÉRICOS: lluvias, vientos...

Los **fenómenos atmosféricos** o **meteorológicos** son diversos. Algunos de los más importantes son los **vientos**, las **precipitaciones** y las **tormentas**, y están condicionados por tres variables: la **presión**, la **humedad** y la **temperatura** del aire.

3.1 Altas y bajas presiones: anticiclones y borrascas

Sentimos el aire cuando se mueve, cuando nos golpea en la cara y cuando «sopla» con fuerza; aunque no lo notemos, el aire que está a nuestro alrededor pesa.

El aire pesa y, por lo tanto, ejerce una presión sobre la superficie terrestre, denominada **presión atmosférica**, que se suele medir en **milibares (mb)**.

El valor de la presión atmosférica no es siempre el mismo en cada lugar. A nivel del mar, en condiciones normales, suele ser de 1 013 milibares. Es como si cada centímetro cuadrado de tu cuerpo soportara una columna de aire de algo más de un kilogramo.

Las zonas de **altas presiones** forman los **anticiclones**, donde el movimiento de giro del aire es en sentido horario. Las zonas de **bajas presiones** originan las **borrascas**, donde el giro del aire es antihorario, es decir, en dirección contraria a las agujas de un reloj (en el hemisferio norte). El aire tiende a desplazarse de los anticiclones a las borrascas.

El aire que asciende aumenta la formación de **nubes**, al contrario que el aire que desciende. Por eso las bajas presiones o borrascas suelen traer un tiempo húmedo y nuboso, mientras que las altas presiones conllevan buen tiempo.

3.2 Los vientos

El **viento** es el movimiento horizontal del aire de unas zonas a otras de la Tierra. El aire se mueve debido a diferencias de temperatura y de presión atmosférica entre dos zonas de la atmósfera. La intensidad del viento se mide en función de su velocidad.

3.3 Humedad y temperatura: nubes y precipitaciones

En la atmósfera siempre hay una cierta cantidad de agua en forma de vapor, aunque tú no la veas. La cantidad de agua que contiene el aire se llama **humedad** y se suele medir como **humedad relativa**. Si el valor de la humedad relativa es del 50 %, esto quiere decir que en ese momento el aire contiene un 50 % de vapor de agua respecto del máximo que podría contener, que sería el 100 %. Este valor depende de la temperatura.

Cuanto mayor es la **temperatura** del aire, mayor será la **humedad relativa** y más cantidad de **vapor de agua** puede contener la atmósfera.

A medida que el aire caliente asciende, se va enfriando. El vapor de agua se condensa y forma minúsculas gotas de agua que originan las **nubes**. Cuando las gotas de agua se unen, aumentan su tamaño y caen al suelo en forma de **lluvia** que, conjuntamente con la **nieve** y el **granizo**, son las **precipitaciones**.

4 TIEMPO Y CLIMA: el pronóstico del tiempo

Con frecuencia oímos: «Hace buen tiempo..., hace mal tiempo..., se equivocó el pronóstico del tiempo...».

El **tiempo atmosférico** o **meteorológico** está determinado por las características de la atmósfera en un momento dado y en un lugar concreto (humedad, temperatura, nubosidad, precipitaciones y viento). Al hablar de **clima** nos referimos al tiempo que habitualmente se repite en un lugar determinado. Para determinar el clima se utilizan datos de 20 o 30 años.

4.1 La estación meteorológica

Las **estaciones meteorológicas** son los lugares destinados a realizar mediciones del tiempo atmosférico. Cada día obtienen una serie de datos para conocer el tiempo atmosférico de diferentes zonas del mundo. Para ello, los **meteorólogos** utilizan diversas formas de medición, como radares, globos sonda, fotografías obtenidas mediante satélites, etc., que permiten determinar el estado del tiempo en una zona y en un período de tiempo concreto.

Los **instrumentos meteorológicos** pueden ser sencillos o muy sofisticados, que como es evidente son más precisos, permitiendo a los meteorólogos realizar predicciones del tiempo más exactas.

Una **estación meteorológica** proporciona información sobre diversas variables: la **temperatura** del aire, que se mide con un termómetro; la **presión atmosférica**, que se mide con un barómetro; la **humedad**, que se determina con el higrómetro; las **precipitaciones**, que se miden con el pluviómetro; y la **velocidad y dirección del viento**, para cuya medición se utiliza el anemómetro y la veleta respectivamente.

4.2 Los mapas del tiempo: la predicción

Cuando ves la predicción del tiempo en la televisión, suelen aparecer **mapas** repletos de curvas concéntricas que, a juzgar por las explicaciones de los presentadores parecen muy importantes: son las **isobaras**.

Las **isobaras** son líneas que unen los puntos que tienen la misma **presión atmosférica**.

Las isobaras pueden estar rodeando una zona de **alta presión** o **anticiclón**, que se representa por una letra **A**. Si rodean una zona de **baja presión** o **borrasca**, se representa por una letra **B**. Cuando una borrasca se acerca o está sobre nosotros, el tiempo es inestable y fácilmente pueden originarse precipitaciones. Si se acerca un anticiclón, el tiempo suele ser estable, es decir, seco y soleado.

El número de isobaras nos indica si el **viento** es fuerte o débil. Si las isobaras están muy juntas, los vientos serán muy fuertes, y si están muy separadas, casi no habrá viento.

En los mapas del tiempo son característicos los **frentes de aire**, que son las líneas de choque entre dos grandes masas de aire con distintas temperaturas. La presencia de frentes nos indica un cambio de tiempo, por eso son muy importantes en la predicción meteorológica. Los **frentes fríos** se representan mediante líneas con triángulos de color azul, y los **frentes cálidos**, por medio de líneas con semicírculos de color rojo.

5 LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA: veneno en el aire

Vivimos inmersos en la atmósfera y apenas nos damos cuenta de que existe. Aunque necesitamos el **aire** para **respirar**, los seres humanos llevamos décadas contaminándolo, como si ya no tuviéramos que respirarlo más.

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 está limpio, 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**.

5.1 Contaminación física o energética

Se produce a causa de la liberación al 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** para 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 es la radiactividad originada por determinadas **actividades humanas** la responsable del mayor grado de contaminación. Esta procede fundamentalmente de las **centrales nucleares**, que pueden sufrir escapes y accidentes, y que generan grandes cantidades de residuos radiactivos.

Otras fuentes de emisión son las **actividades militares (bombas y 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 se relacionan con la dosis de radiactividad recibida, que depende de la **intensidad** y del **tiempo de exposición**. Provoca 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

Las líneas de alta tensión, los transformadores, las antenas y los teléfonos de la telefonía móvil y algunos electrodomésticos **generan radiaciones electromagnéticas de baja energía**. Se estima que estas ondas electromagnéticas 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 y trastornos hormonales y del sistema inmunitario.

En las últimas décadas se han llevado a cabo diversas investigaciones, unas indican que no existen resultados concluyentes para establecer relaciones de causa efecto generalizables y otras encuentran indicios suficientes como para aconsejar medidas de precaución y de protección frente a estas radiaciones.

► 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.

5.2 Contaminación biológica

Cuando alguien tose o estornuda, expelle miles de gotas que pueden contener microorganismos responsables de enfermedades, como el virus de la gripe. La mayor parte de estos microorganismos solo se pueden propagar por el aire durante un corto período de tiempo, ya que no se desarrollan bien en el aire. Sin embargo, algunas **bacterias, hongos y protozoos** han desarrollado formas de resistencia, como las **esporas**, que les permiten sobrevivir durante mucho tiempo, siendo transportados de un lugar a otro por el viento.

5.3 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 son partículas en suspensión (hollín, polvo...), óxidos de azufre (SOx) y de nitrógeno (NOx), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), gases clorofluorocarbonados (CFCs), 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, que a veces están muy alejadas del país causante de la contaminación.

► 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 por la acción de ciertos gases, como los aerosoles (CFCs), generados por las industrias de la refrigeración, y los fabricantes de *sprays* 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 (carbón, derivados del petróleo, etc.).

Las consecuencias previsibles a medio plazo son: un **incremento** de la **temperatura** del globo terráqueo 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.

5.4 Aire limpio: ¿qué podemos hacer?

Todos juntos, las instituciones públicas y los ciudadanos, podemos contribuir con nuestras acciones a reducir la contaminación del aire.

6 LA HIDROSFERA: el planeta azul

Visto desde el espacio, nuestro planeta más bien debería llamarse Océano, en lugar de Tierra, pues aunque en algunos lugares parece no existir ni una sola gota de agua, en el conjunto del planeta el agua ocupa casi las tres cuartas partes de la superficie terrestre: aparece en la **atmósfera**, en los **océanos**, en los **ríos**, en los **lagos**, en los **glaciares** y en el **subsuelo**.

Llamamos **hidrosfera** al conjunto de las aguas presentes en la Tierra, que ocupa más del 70 % de la superficie terrestre.

6.1 Propiedades del agua: la magia del agua

El **agua** es una sustancia cuya molécula (H_2O) está formada por la unión de dos átomos de **hidrógeno** y uno de **oxígeno**. Tiene un comportamiento extraño y, según sus **propiedades**, es una sustancia poco común. Estas son algunas de las propiedades que convierten al agua en una sustancia única en la Tierra:

- En la naturaleza es posible encontrarla 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°C y el punto de ebullición 100°C .
- **Aumenta de volumen cuando se congela**, por lo que el hielo es menos denso que el agua y flota, cuando debería ser al revés.
- Es un buen **regulador de la temperatura**, porque se calienta y se enfría lentamente, lo que contribuye a **regular el clima** y a que **no existan temperaturas extremas**.
- Es un buen **disolvente**. De hecho disuelve casi todas las sustancias, excepto grasas, aceites, gasolina y otras sustancias, que son insolubles en ella.
- En el agua que forma parte de los seres vivos se realizan **importantes reacciones químicas**, responsables del origen y mantenimiento de la vida.

6.2 El ciclo hidrológico: el viaje de una gota de agua

Si siguiéramos la pista a una gota de agua, veríamos que el agua está en continuo movimiento, desplazándose de unos lugares a otros, siguiendo un ciclo natural que se denomina **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.

6.3 Océanos y mares: las aguas saladas

Si te has bañado alguna vez en agua del 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 causa de la alta **salinidad** se encuentra en 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 a formar parte de los ríos y van a desembocar al 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 gramos de sal por kilogramo de agua. Pero este valor varía en los diferentes mares. En los mares cálidos, donde hay mayor evaporación, la salinidad es mayor. Así el Mediterráneo tiene entre 37 y 39 gramos por kilogramo de agua. Sin embargo, en los mares fríos, la salinidad es menor. Por ejemplo, el mar Báltico tiene 10 gramos por kilogramo.

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.

6.4 El agua de los continentes: agua que se ve y agua que no se ve

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 y da lugar a las **aguas subterráneas**. La salinidad de la mayor parte de esta agua es muy baja, por lo que se denominan **aguas dulces**. También contienen gases disueltos (O_2 , N_2 y CO_2), cuya concentración aumenta cuanto más frías son las aguas.

► Ríos: arquitectos del paisaje

Los **ríos** son corrientes de aguas naturales y continuas que se desplazan por la superficie terrestre desde los puntos más elevados a los más bajos del relieve.

Las formas del relieve asociadas a los ríos son variadas y se originan por la acción de la erosión, el transporte y la sedimentación del agua. Formas muy características son los valles de los ríos, que se ensanchan desde el nacimiento hasta la desembocadura.

► Glaciares: máquinas de hielo

Los **glaciares** son grandes masas de hielo que se acumulan en zonas elevadas, o en las regiones polares, y que descienden lentamente hasta puntos más bajos.

La acción erosiva del hielo de los glaciares es responsable de formas tan características como los **valles** en forma de **U** y los picos piramidales (**horns**).

► Lagos: reservas de agua dulce

Los **lagos** son acumulaciones de agua que se ubican en depresiones del terreno.

Su origen es variado. Pueden tener desde un origen glaciar, al fundirse el hielo y quedar el agua retenida en un hueco del terreno, hasta un origen volcánico, al acumularse el agua en el cráter de un volcán apagado.

► Aguas subterráneas: un tesoro bajo tierra

Cuando el agua se infiltra en el subsuelo y se acumula en rocas permeables muy porosas, se origina un **acuífero**, y el nivel que alcanza el agua se denomina **nivel freático**.

El **agua subterránea**, además de infiltrarse, también se desplaza horizontalmente, y origina un tipo de relieve denominado **modelado kárstico** sobre rocas calizas, que se disuelven con facilidad. Son formas características de este paisaje las **cuevas**, las **estalactitas** y las **estalagmitas**.

7 EL AGUA: un recurso frágil y vital

El agua dulce es un tesoro precioso, un recurso imprescindible para todos los seres vivos. Sin embargo, es un recurso frágil, porque no es inagotable y está amenazado por la contaminación y por la escasez provocada por la sobreexplotación, el despilfarro y las sequías. Pero, si casi el 70 % de la superficie de nuestro planeta es agua, ¿por qué es tan escasa?

7.1 Uso y consumo de agua

Para las sociedades humanas, el acceso al agua ha ido siempre unido a conceptos como la salud y el progreso. Pero la **disponibilidad** de **agua dulce** 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 en otros padecemos grandes sequías.

El agua la utilizamos para diversos fines: agricultura, industria, abastecimiento de núcleos urbanos, producción de energía eléctrica, navegación, recreo, etc. En el esquema siguiente puedes observar que el consumo de este recurso y su distribución dependen del desarrollo económico de un país. Necesitamos consumir un mínimo de 20 litros de agua diarios, pero los habitantes de los países ricos consumen diez veces más.

7.2 Abastecimiento y sobreexplotación

Cerca del 80 % del abastecimiento de agua procede de los **ríos**, que solo suponen el 0,0003 % del total de agua de la hidrosfera. Y de ellos, solo podemos aprovechar para el abastecimiento un 10 % del agua que transportan (unos 10 000 hm³), debido a las grandes oscilaciones estacionales que presentan en su caudal.

Por esta razón, nos vemos forzados a construir **embalses** que represen el agua, a **desalinizar** el agua de mar mediante costosas instalaciones, a **trasvasar** agua de unas regiones a otras, a **reciclar** y **reutilizar** las aguas residuales y a bombear el **agua subterránea**.

Casi el 80 % del agua que se consume en España se destina a usos agrícolas, especialmente al **regadío**, ya que se da la circunstancia de que los cultivos más fértiles y rentables se encuentran en las zonas cálidas pero secas. Buena parte del agua de riego se extrae de las aguas subterráneas. Pero, ¿qué puede ocurrir si sobreexplotamos los recursos hídricos subterráneos?

Los **acuíferos** son reservas de **agua dulce**, verdaderos tesoros escondidos. Se recargan a partir de las precipitaciones que se infiltran en las rocas porosas de las áreas de recarga. Pero si extraemos más agua de la que se recibe, disminuirá el **nivel freático** y los pozos poco profundos se quedarán sin agua.

Al bombear agua de un **acuífero** se forma un vacío alrededor del **pozo** que origina un **cono de depresión**. Si el acuífero se encuentra próximo al mar, este vacío genera una succión que favorece la entrada de agua salada: el acuífero se **saliniza** y sus aguas ya no son potables.

8 CALIDAD DEL AGUA Y CONTAMINACIÓN

Para medir la **calidad del agua** se utilizan determinados **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 determinadas sales disueltas.

Así, por ejemplo, las **aguas** son **duras** si contienen abundante cantidad de calcio y magnesio (no dan 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 va 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.

- **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 gusanos parásitos, puede ser causa de graves enfermedades.

9 POTABILIZACIÓN DEL AGUA Y DEPURACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES

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, eliminando los posibles contaminantes nocivos para la salud. El agua que ya ha sido usada no suele estar muy limpia, se vierte a las alcantarillas y se convierte en aguas residuales, pero antes de ser devueltas a la naturaleza, deben ser **depuradas** en los **EDAR** (estaciones depuradoras de aguas residuales) para eliminar las sustancias tóxicas o peligrosas para el medio ambiente.

7

El Universo

1 EL UNIVERSO: galaxias, nebulosas y estrellas

El **Universo** o **Cosmos** es todo lo que existe. Las civilizaciones de la Antigüedad crearon hermosos relatos cargados de poesía para explicar el origen de todas las cosas. En casi todos sus mitos, el **Cosmos** (el Universo ordenado y armónico) se creaba a partir del **Caos** (el desorden, «sin forma»).

Los sacerdotes-astrónomos de las culturas antiguas consideraban que el cielo era la morada de los dioses, por lo que su estudio era parte del ritual religioso. En la actualidad, la **Cosmología**, que es la ciencia que estudia el Cosmos, indica que el Universo nació hace unos 13 700 millones de años de una gigantesca explosión: el **Big Bang** o **Gran Estallido**.

Según la teoría del *Big Bang*, el gran estallido cósmico marcó el comienzo del **espacio** y del **tiempo**. En él se creó toda la **energía** del mundo y una parte de esa energía se transformó en **materia**.

- Una parte de la materia generada en el *Big Bang* dio lugar a los más de 100 000 millones de **galaxias** que componen el Universo. La otra parte se denomina **materia oscura** y su naturaleza es aún un misterio para los científicos.
- Desde su formación, el Universo no ha dejado de **expandirse**, como un gigantesco globo que se hincha continuamente. Por esta razón, las galaxias se alejan unas de otras impulsadas por una enigmática energía, llamada **energía oscura**.

1.1 Las galaxias: islas en el Universo

Las **galaxias** son enormes acumulaciones de materia en forma de **polvo cósmico**, **nebulosas** y **estrellas**, algunas de las cuales poseen **sistemas planetarios**. Estos componentes galácticos se mantienen unidos entre sí por las potentes fuerzas de atracción de la **gravedad** que se generan entre sus grandes masas.

Aunque apenas se ven a simple vista, porque están situadas a miles de millones de kilómetros de la Tierra, tienen formas distintas: **elípticas**, **espirales normales**, **espirales barradas** e **irregulares**.

1.2 Nebulosas y estrellas: velos en la noche

Las **estrellas** nacen en el seno de inmensas nubes de gas y polvo llamadas **nebulosas** y, al igual que los seres humanos, viven, envejecen y mueren cuando agotan su combustible al cabo de miles de millones de años.

Las **nebulosas** son inmensas nubes gaseosas que contienen materia en forma de polvo cósmico. Se han formado por causas diferentes y pueden ser oscuras o de brillantes y hermosos colores. Algunas, como la de Orión, son un criadero de estrellas. Otras, como la nebulosa del Cangrejo, son restos de antiguas estrellas gigantes que explotaron.

Las **estrellas** son enormes esferas gaseosas formadas fundamentalmente por hidrógeno y helio. Estos gases están tan calientes, y alcanzan temperaturas tan elevadas, que convierten el interior de las estrellas en una gigantesca bomba de fusión termonuclear. Pero esta es una bomba que no explota, sino que permite que la estrella se «encienda» y emita gran cantidad de energía radiante.

Lo más frecuente es que las estrellas sean solitarias y carezcan de planetas asociados. Aunque algunas estrellas, como el **Sol**, poseen **sistemas planetarios** formados a partir del **polvo cósmico**. Cuando el Sol agote su hidrógeno, se apagará.

1.3 Estrellas gigantes

Las **estrellas gigantes** tienen color azulado, muy brillante, y son mucho mayores que el Sol, ya que contienen enormes cantidades de hidrógeno. Cuando agotan su combustible (el hidrógeno), tienen un final violento que acaba en una gran explosión:

- La parte externa de la estrella explota y da lugar a una **supernova**. La inmensa cantidad de energía que se libera permite la formación de la mayor parte de los elementos químicos del Universo, que quedan dispersados por las nebulosas cercanas en forma de **polvo cósmico**.
- La parte interna de la estrella puede llegar a compactarse hasta el extremo de convertirse en un **agujero negro**. Su atracción gravitatoria es tan potente que atrapa todo lo que se acerca, incluso la luz...

2 LA VÍA LÁCTEA: nuestra galaxia

Si miras el cielo en una noche estrellada, podrás percibir una franja irregular de apretadas estrellas que surca el firmamento. Esa franja recibe el nombre de **Vía Láctea** por el aspecto blanquecino y lechoso que presenta.

La **Vía Láctea** es una **galaxia espiral** que contiene **nebulosas**, **polvo cósmico** y entre 100 000 y 300 000 millones de **estrellas**, en uno de cuyos brazos se sitúan el Sol, la Tierra y los demás planetas del Sistema Solar, donde nos encontramos nosotros, a unos 30 000 años-luz de su centro.

2.1 Estructura de la Vía Láctea

Como cualquier otra galaxia espiral, la Vía Láctea está formada por las siguientes estructuras:

- **Halo**. Tiene forma esférica y contiene viejas estrellas agrupadas en **cúmulos globulares** y algunas estrellas aisladas.
- **Disco**. Formado por los **brazos en espiral**, que contienen nebulosas, polvo cósmico y estrellas, algunas de las cuales poseen planetas asociados.
- **Bulbo o núcleo**. Formado por un enjambre de varios millones de viejas estrellas y, tal vez, con un **agujero negro** en su centro que es una potente fuente de emisión de rayos X.

2.2 La esfera celeste: una cúpula tapizada de estrellas

En una noche estrellada y sin Luna, podrás observar sobre un fondo oscuro el parpadeo de infinidad de estrellas. Ante la contemplación de semejante espectáculo, ¿te has preguntado alguna vez cómo es ese cielo que se extiende sobre tu cabeza?

Actualmente sabemos que las **distancias** entre las estrellas son gigantescas, tanto que para medirlas necesitamos definir nuevas unidades, como el **año-luz (a. l.)**, que es la distancia que recorre la luz en un año. Y considerando que la luz viaja a una velocidad cercana a los 300 000 km por segundo, en un año recorre la escalofriante distancia de... ¡10 billones de kilómetros!

Pero, al mirar las estrellas, lo más probable es que tengas la sensación de que todas se encuentran a la misma distancia de la Tierra. Es como si el firmamento estuviese formado por una aparente cúpula estrellada que te envuelve y a la que llamamos **esfera celeste**, en cuyo centro te encuentras tú.

La **esfera celeste** es una enorme esfera imaginaria y hueca, de radio infinito y tapizada de estrellas, en cuyo centro está la Tierra, que sirve de sistema de referencia para representar sobre ella la posición de las estrellas y de los demás astros.

3 LAS CONSTELACIONES: guías en la noche

Puede que alguna vez hayas necesitado orientarte en el bosque o en la ciudad, y para ello habrás recurrido quizá a determinados puntos de referencia: una roca, un árbol, un edificio antiguo...

Tal vez te ocurra lo mismo al contemplar el firmamento. ¿Cómo puedes orientarte en este bosque de estrellas, en semejante enjambre de puntos brillantes que parecen todos iguales?

No es tan difícil como parece. Igual que en el bosque o en la ciudad, ahora debemos establecer también algunos puntos de referencia: las constelaciones.

Las **constelaciones** son agrupaciones de las estrellas con más brillo que parecen ocupar una misma región en el firmamento. Actualmente, los astrónomos dividen el firmamento en 88 constelaciones, pero desde nuestra posición solo podemos ver las situadas en el hemisferio norte.

3.1 Criaturas fantásticas en el cielo

En la actividad que acabas de realizar se representan las figuras de diversas constelaciones: Casiopea, Cefeo, Dragón, Osa Menor y Osa Mayor. Pero, ¿realmente se parecen a estos animales? Si tomas como ejemplo a la **Osa Mayor**, no es de extrañar que no le encuentres ningún parecido con una osa.

Los aztecas creían ver al dios **Tezcatlipoca**, en Alemania la comparan con un **carro** tirado por caballos y en Estados Unidos la llaman el **Cazo**. Y es que el nombre que reciben las constelaciones depende de la imaginación.

4 MOVIMIENTO APARENTE DE LA ESFERA CELESTE: el cielo se mueve durante la noche

Cuando contemplas el cielo nocturno, puedes tener la sensación de que las estrellas cambian de posición a lo largo de la noche. ¿Cómo podrías detectar el aparente desplazamiento de las estrellas al cabo de un tiempo?

4.1 Movimiento aparente y rotación de la Tierra

Quizá te habrás preguntado por qué decimos continuamente «parece que...», «aparentemente...».

La respuesta es que el movimiento de las **estrellas** es una ilusión óptica, ya que en realidad **las estrellas están quietas en el firmamento** y quienes nos movemos somos nosotros.

Cuando observamos las constelaciones en el transcurso de la noche, tenemos la sensación de que las estrellas que componen el firmamento se mueven alrededor de la Tierra cada 24 horas.

Pero, como ya estudiarás en la próxima unidad (página 179), la que se mueve es la Tierra alrededor de su eje, mediante el **movimiento de rotación**.

El **movimiento de rotación** de la **Tierra** de **oeste a este**, cada 24 horas y en sentido contrario a las agujas del reloj, provoca la sensación óptica de que la esfera celeste gira en sentido contrario: mirando al sur, el Sol, la Luna, los planetas y las constelaciones **aparentemente se mueven de este** (por donde salen) **a oeste** (por donde se ponen).

4.2 Estrellas y constelaciones que salen y se ponen: la bóveda celeste

Si miras al norte y te fijas en las constelaciones que están próximas a la **Estrella Polar**, como la **Osa Mayor**, la **Osa Menor** y **Casiopea**, te darás cuenta de que en el transcurso de la noche aparentemente giran alrededor de la **Estrella Polar**, en sentido contrario a las agujas del reloj, por lo que siempre son visibles: se llaman **circumpolares**.

Pero otras, como **Orión**, no describen todo su recorrido aparente por encima del horizonte. Por esto «salen» por el Este y «se ponen» por el Oeste, siendo solo visibles durante una parte de la noche. Ello se debe a la esfericidad de la Tierra, que solo nos deja ver la parte de la esfera celeste que se encuentra sobre nuestro horizonte.

La **bóveda celeste** es la región de la esfera celeste visible desde el horizonte del observador. Cada región del globo terráqueo tiene una bóveda celeste diferente, ya que nuestra visión del firmamento es distinta según sea la latitud (distancia al ecuador) del punto donde nos encontremos.

4.3 Movimiento de traslación: cielo de verano... cielo de invierno

Las estrellas son madrugadoras y cada día adelantan su salida unos cuatro minutos. Por eso, si observas el firmamento mes a mes, te darás cuenta de que van apareciendo diferentes grupos de estrellas por el este. Algunas constelaciones aparecen y desaparecen con las **estaciones**. La respuesta al porqué de estos cambios se encuentra en el **movimiento de traslación** de la Tierra alrededor del Sol (ver página 180).

El **movimiento de traslación** es el responsable de que la **cara oscura** de la **Tierra** (donde es de noche) «mire» a diferentes regiones del espacio a lo largo del **año** que tarda en recorrer su **órbita**; por eso en cada estación vemos distintas **constelaciones**.

4.4 El Zodíaco

En el transcurso de un año, el **Sol** se mueve aparentemente por la esfera celeste como si siguiera un camino. Las antiguas civilizaciones, sobre todo los babilonios, observaron que, además del Sol, la Luna y los planetas, algunas constelaciones que «nacen» por el este y «se ponen» por el oeste, también se desplazan aparentemente por esta franja de la esfera celeste.

El **Zodíaco** es la franja de la esfera celeste por donde se desplazan aparentemente el **Sol**, la **Luna**, los **planetas** y doce **constelaciones**: **Aries, Tauro, Géminis, Cáncer, Leo, Virgo, Libra, Escorpio, Sagitario, Capricornio, Acuario y Piscis**.

8 El Sistema Solar

1 EL SISTEMA SOLAR: nuestro hogar en la galaxia

Hace unos 5 000 millones de años, la supernova que marcó la muerte de una estrella gigante, situada en el extremo de uno de los brazos de la **Vía Láctea**, pudo dar lugar al nacimiento del **Sistema Solar**.

La onda expansiva generada por esta gigantesca explosión, tal vez originó la compactación de una inmensa **nebulosa** de gas, enriquecida con el **polvo cósmico** generado por la supernova, que comenzó a girar y se transformó en un gigantesco disco:

- El centro del disco se contrajo hasta formar una bola de gas hidrógeno y helio, principalmente, que se fue compactando y calentando cada vez más; hasta alcanzar temperaturas tan elevadas que, en un determinado momento, comenzaron las reacciones nucleares en su interior: en este instante, el **Sol** se «encendió» y comenzó a emitir una gran cantidad de energía radiante.
- Las regiones periféricas del disco se desgajaron y formaron turbulentos remolinos, que atraparon el polvo cósmico, los gases, el hielo y las partículas rocosas. La aglomeración de estos cuerpos, mediante impactos sucesivos, permitió la posterior aparición de los **planetas**, **satélites** y demás **cuerpos astrales**.

El **Sistema Solar** está constituido por nuestra estrella, el **Sol**, sus ocho **planetas**, tres **planetas enanos** y gran cantidad de **cuerpos pequeños**: **satélites**, **asteroides**, **cometas**, **gas** y **polvo cósmico**.

No solamente nuestro planeta y el resto del Sistema Solar debe su existencia a primitivas supernovas; también la materia orgánica que contiene procede de estos antiguos colosos, cuya luminosa extinción creó los gérmenes de la **vida**.

En este sentido cabe decir que todos los seres, vivos e inanimados, somos polvo de estrellas: el calcio de tus huesos, el hierro de tu sangre, el fósforo de tu ADN, el carbono de tus estructuras moleculares, el oxígeno que respiras y el oro de tus joyas se fraguaron en una especie de alquimia estelar en el corazón de inmensas estrellas gigantes.

1.1 El Sol: un corazón abrasador

El Sol es una estrella de tamaño medio y tiene un diámetro de unos 1,4 millones de kilómetros (casi 110 veces más grande que nuestro planeta). Se encuentra a unos 150 millones de kilómetros de la Tierra, distancia que equivale a una **unidad astronómica** (U.A.). En el Sol se distinguen dos zonas:

- La zona interna, donde está el **núcleo**. Su temperatura alcanza casi los 15 millones de grados centígrados y es el lugar donde las **reacciones nucleares** transforman el hidrógeno en helio y generan **energía radiante**.
- La zona superficial, donde se encuentra la **fotosfera**, cuya temperatura es algo más fresca: ¡el termómetro solo sube hasta los 6 000 grados centígrados! En esta región se forman manchas oscuras, llamadas **manchas solares**. Por fuera de la fotosfera se encuentran la **cromosfera** y la **corona**, que solo son visibles durante los eclipses.

2 LOS COMPAÑEROS DEL SOL: una foto de familia

El Sol se encuentra en el centro del Sistema Solar y todos los **planetas** (con sus **satélites**), **planetas enanos** y cuerpos pequeños (**asteroides**, **meteoritos** y **cometas**) giran alrededor atraídos por su fuerza gravitatoria, que actúa como un gigantesco imán.

La **Unión Astronómica Internacional (UAI)**, en votación celebrada el 24 de agosto de 2006, eliminó a Plutón de la lista de planetas y estableció la siguiente clasificación de los cuerpos celestes que forman parte del Sistema Solar: **planetas, planetas enanos, plutoides y cuerpos pequeños** del Sistema Solar.

Todos los **planetas** del Sistema Solar describen dos tipos de movimientos:

- **Rotación**, alrededor de su eje. El tiempo que tarda en efectuar un giro completo se denomina **día**, cuya duración varía de unos planetas a otros.
- **Traslación**, alrededor del Sol. Las trayectorias por donde se desplazan en sus movimientos describen líneas imaginarias, denominadas **órbitas**, que son **elípticas**. Todas las órbitas están aproximadamente contenidas en el mismo plano.

El tiempo que tarda un planeta en recorrer su órbita se denomina **año**, que también varía de unos planetas a otros.

2.1 Los planetas

Los **planetas** son cuerpos celestes que orbitan alrededor del Sol, poseen una masa suficiente como para que su propia gravedad les permita tener una forma casi redonda y son los cuerpos dominantes de su entorno, es decir, que han despejado sus inmediaciones y no tienen otros cuerpos en sus órbitas. La mayoría de los planetas posee uno o varios **satélites** o **lunas** que orbitan a su alrededor.

Se pueden dividir en dos grupos:

- **Planetas interiores**. Están más cerca del Sol y son rocosos y densos, semejantes a la Tierra, por lo que también se llaman telúricos o rocosos. Este grupo incluye a **Mercurio, Venus, Tierra y Marte**.
- **Planetas exteriores**. Son planetas gigantes o gaseosos, ya que todos ellos poseen grandes envolturas gaseosas y en su interior aparece un núcleo interno rocoso. Este grupo incluye a **Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno**.

Los ocho planetas del Sistema Solar

MERCURIO

Llamado así por Mercurio, mensajero de los dioses romanos. Solo es visible al alba o al ocaso, muy cerca del Sol. Presenta fases como la Luna. Sus días son muy calurosos y sus noches muy frías. Se parece a la Luna y tiene la superficie cubierta de cráteres por impactos de meteoritos. Carece de atmósfera y de agua y, por tanto, no tiene procesos erosivos que alteren su superficie. Es un planeta muy denso con un gran núcleo de hierro.

N.º de satélites o lunas	0
Diámetro (en km)	4 866 km
Duración del día (en días terrestres)	59 días
Duración del año (en años terrestres)	0,241 años (88 días)
Temperatura media	−170 °C a 430 °C
Masa	0,055 veces la masa de la Tierra
Composición química de la atmósfera	No tiene.
Distancia media al Sol (en km y U. A.)	58 000 000 km (0,39 U.A.)

VENUS

Llamado así en honor de Venus, diosa romana del amor y la belleza. Es visible al amanecer o al atardecer. Visto desde la Tierra presenta fases como la Luna. Es un planeta que gira en sentido contrario a la rotación de la Tierra. Ha tenido actividad volcánica reciente. Su densa atmósfera de CO₂ y nubes corrosivas de ácido sulfúrico, que generan un potente efecto invernadero, es causa de su elevada temperatura.

N.º de satélites o lunas	0
Diámetro (en km)	12 106 km
Duración del día (en días terrestres)	243 días
Duración del año (en años terrestres)	0,616 años (225 días)
Temperatura media	460 °C
Masa	0,815 veces la masa de la Tierra
Composición química de la atmósfera	Dióxido de carbono, nitrógeno y agua.
Distancia media al Sol (en km y U. A.)	108 000 000 km (0,72 U.A.)

TIERRA

Llamada así por Tellus, diosa romana de la Tierra. Tiene actividad volcánica y, vista desde el exterior, es de color azul por su contenido en agua (en estado líquido, sólido y gaseoso).

La atmósfera filtra la radiación solar nociva. Sus gases generan efecto invernadero que, junto con su posición, ni muy cerca ni muy lejos del Sol, mantienen una temperatura suave. Estas condiciones peculiares y la presencia de agua líquida, han propiciado la aparición de la vida.

N.º de satélites o lunas	1 (La Luna)
Diámetro (en km)	12 742 km
Duración del día (en días terrestres)	1 día
Duración del año (en años terrestres)	1 año (365 días)
Temperatura media	15 °C
Masa	1 vez la masa de la Tierra = $7,35 \times 10^{22}$ kg
Composición química de la atmósfera	Dióxido de carbono, nitrógeno, oxígeno y agua.
Distancia media al Sol (en km y U. A.)	150 000 000 km (1 U.A.)

MARTE

Llamado así por Marte, dios romano de la guerra.

El óxido de hierro le da color rojo a la superficie. Su atmósfera es muy ligera, tiene hielo en los polos y profundos cañones y valles en la superficie.

Algunas investigaciones sugieren que tuvo actividad volcánica en el pasado (el Mons Olympus es el volcán más alto del Sistema Solar), así como agua líquida y una temperatura más suave. Tal vez pudo desarrollarse la vida, pero no se ha confirmado.

N.º de satélites o lunas	2 (Deimos y Fobos)
Diámetro (en km)	6 760 km
Duración del día (en días terrestres)	1,03 días
Duración del año (en años terrestres)	1,881 años
Temperatura media	-40 °C
Masa	0,107 veces la masa de la Tierra
Composición química de la atmósfera	Dióxido de carbono, nitrógeno y agua.
Distancia media al Sol (en km y U. A.)	228 000 000 km (1,52 U.A.)

JÚPITER

Llamado así por Júpiter, dios romano del cielo y de la tierra.

Es el planeta más grande del Sistema Solar. Es de naturaleza gaseosa y posee anillos tenues. En su órbita le acompaña un conjunto de asteroides llamados Troyanos.

En su atmósfera se aprecian bandas de nubes gaseosas de distintas tonalidades, donde se generan vientos de 600 km/h y ciclones, como la Gran Mancha Roja, un gigantesco y enigmático torbellino mayor que la Tierra.

N.º de satélites o lunas	16 (los más importantes son: Io, Europa, Ganimedes y Calixto)
Diámetro (en km)	139 516 km
Duración del día (en días terrestres)	0,41 días
Duración del año (en años terrestres)	11,86 años
Temperatura media	-140 °C
Masa	317,7 veces la masa de la Tierra
Composición química de la atmósfera	Hidrógeno, helio, metano y amoníaco.
Distancia media al Sol (en km y U. A.)	778 000 000 km (5,20 U.A.)

SATURNO

Llamado así en honor de Saturno, dios romano de la agricultura.

Es el segundo planeta más grande y su composición es similar a la de Júpiter, aunque menos denso (flotaría en el agua). Los vientos pueden ser aún más fuertes y alcanzar los 1 300 km/h.

Lo más característico son sus miles de anillos que giran a su alrededor, visibles desde la Tierra. Están formados por una delgada capa de fragmentos de rocas, polvo y hielo.

N.º de satélites o lunas	18 (Titán y Rea son de los mayores)
Diámetro (en km)	116 438 km
Duración del día (en días terrestres)	0,45 días
Duración del año (en años terrestres)	29,56 años
Temperatura media	-180 °C
Masa	95,15 veces la masa de la Tierra.
Composición química de la atmósfera	Hidrógeno, helio, metano y amoníaco.
Distancia media al Sol (en km y U. A.)	1 400 000 000 km (9,54 U.A.)

URANO

Llamado así en honor de Urano, dios romano del infierno. Posee un tenue sistema de anillos. Tiene un núcleo interno sólido y frío. Su eje de rotación se encuentra en posición casi horizontal, por lo que gira «tumbado», tal vez, a causa del impacto con un antiguo planeta en su fase de formación. Además, gira en sentido contrario al de rotación de la Tierra. Su superficie es de color verdosa, a causa de las nubes de metano.

N.º de satélites o lunas	15 (Oberón y Titania son de los mayores)
Diámetro (en km)	46 940 km
Duración del día (en días terrestres)	0,72 días
Duración del año (en años terrestres)	84,01 años
Temperatura media	−210 °C
Masa	14,53 veces la masa de la Tierra
Composición química de la atmósfera	Hidrógeno, helio y metano.
Distancia media al Sol (en km y U. A.)	2 870 000 000 km (19,2 U.A.)

NEPTUNO

Llamado así en honor de Neptuno, dios romano de los mares. Posee un tenue sistema de anillos y su tamaño y composición son similares a los de Urano, pero su núcleo es caliente. El calor que se desprende genera vientos huracanados en su atmósfera y gigantescos torbellinos, parecidos a los de Júpiter. Su superficie es de color azulada a causa de las nubes de metano, con estrías blancas y manchas tenues correspondientes a los ciclones.

N.º de satélites o lunas	8 (Proteo y Tritón son de los mayores)
Diámetro (en km)	45 432 km
Duración del día (en días terrestres)	0,67 días
Duración del año (en años terrestres)	164,8 años
Temperatura media	−220 °C
Masa	17,15 veces la masa de la Tierra
Composición química de la atmósfera	Hidrógeno, helio y metano.
Distancia media al Sol (en km y U. A.)	4 500 000 000 km (30,1 U.A.)

PLANETAS ENANOS Y PLUTOIDES

PLUTÓN

Su interior es rocoso, recubierto de un manto helado de agua, metano, nitrógeno y monóxido de carbono. Es el prototipo de los plutoides transneptunianos. Su diámetro es de 2 274 km y la distancia al Sol es de 5 900 000 000 km (39,4 U.A.). Tiene una luna: **Caronte**.

Eris
Es otro plutoide, cuya composición se supone parecida a la de Plutón. Se encuentra a 14 400 km (97 U.A.) del Sol y su diámetro es de 2 400 km. Tiene una luna: **Disnomia**.

Ceres
Su naturaleza es rocosa y hay indicios de que podría tener agua y una débil atmósfera. Es un planeta enano que se encuentra en el cinturón principal de asteroides (antes se consideraba el mayor de ellos), a unos 413 000 000 km (2,76 U.A.) del Sol. Tiene un diámetro de unos 940 km.

2.2 Los planetas enanos y plutoides

Los **planetas enanos** son también cuerpos celestes que orbitan alrededor del Sol y poseen una masa suficiente para que su propia gravedad les permita tener una forma casi redonda; pero tienen otros cuerpos en sus órbitas, es decir, no son los cuerpos dominantes de su entorno y no son satélites. Los planetas enanos describen órbitas alrededor del Sol muy elípticas e inclinadas. Entre estos se encuentra **Ceres**, localizado en el **cinturón principal de asteroides**.

Los **plutoides** son los planetas enanos similares a Plutón, que tienen un diámetro aproximado de unos 800 km y están localizados más allá de la órbita de Neptuno. **Plutón**, formado por un granulado de hielo y rocas, que se consideró un planeta desde el año 1930, fue recalificado en primer lugar como planeta enano y, recientemente, como **plutoide**, junto con otros cuerpos similares del Sistema Solar situados más allá de la órbita de Neptuno, entre los que se encuentran **Eris**, **Makemake** y **Haumea**.

Los **objetos transneptunianos** se llaman así porque están situados más allá de la órbita de Neptuno, en el cinturón de Kuiper o en la nube de Oort. Aquí se encuentran numerosos **asteroides** y **cometas** (cuerpos pequeños del Sistema Solar) y nuevos candidatos a **planetas enanos** y a **plutoides**, como, por ejemplo, **Sedna**, **2005FY₉**, **Orcus**, **Quaoar**, **Varuna**, **Ixion**... hasta completar una lista que en el futuro puede aumentar hasta 50 o 100 más.

2.3 Cuerpos pequeños del Sistema Solar

En este grupo se incluyen todos los demás cuerpos celestes, como los **satélites**, que orbitan alrededor de los planetas; y también los **cometas** y **asteroides** que orbitan alrededor del Sol y se localizan preferentemente en tres lugares:

- **Cinturón principal de asteroides.** Situado entre las órbitas de Marte y Júpiter. Los asteroides son cuerpos rocosos de tamaño variable en órbita alrededor del Sol. Algunos pueden cruzarse con la órbita de la Tierra y colisionar con nuestro planeta.
- **Cinturón de Kuiper.** Es el segundo cinturón de **asteroides**, situado más allá de las órbitas de Neptuno y Plutón.
- **Nube de Oort.** Se encuentra en los confines del Sistema Solar, donde se acumulan fragmentos de hielo, moléculas orgánicas y polvo cósmico residuales de la primitiva nebulosa que dio origen al Sistema Solar. Estos componentes son los materiales a partir de los cuales se forman los **cometas**, «bolas de nieve sucia» que describen órbitas alrededor del Sol muy elípticas e inclinadas.

► Cometas: «bolas de nieve sucia»

Los **cometas** son cuerpos primitivos y de pequeño tamaño formados por un conglomerado de material rocoso, polvo cósmico, moléculas orgánicas y hielo, de ahí su denominación de «bolas de nieve sucia». Algunos tienen su origen en el **cinturón de Kuiper**, pero la mayoría proceden de la fría y lejana **nube de Oort**, una gigantesca burbuja que rodea al Sistema Solar, donde existe un enjambre de cientos de millones de **núcleos de cometas**.

La influencia **gravitatoria** de una estrella cercana puede perturbar el reposo de alguno de estos **núcleos**, que es lanzado hacia el interior del Sistema Solar. En su trayectoria de acercamiento al Sol describe una **órbita** muy elíptica y alargada, que puede llegar a cortar las órbitas de los planetas o de sus satélites y colisionar con ellos.

Los cometas llevan una doble vida: mientras se desplazan son **invisibles**, pero cuando se acercan al Sol se convierten en uno de los cuerpos celestes más hermosos que podemos contemplar. A medida que se acercan, el calor del Sol vaporiza su **núcleo** helado, de donde salen **chorros de gas y polvo** que dejan una estela y dan lugar a su larga y espectacular **cola**, que puede medir millones de kilómetros.

► Asteroides, meteoroides, meteoros y meteoritos

- Los **asteroides** orbitan alrededor del Sol, tanto en el **cinturón principal de asteroides**, entre Marte y Júpiter, como en el **cinturón de Kuiper**. Generalmente son fragmentos rocosos y metálicos de pequeño tamaño.
- Los **meteoroides** son un grupo de asteroides cuya trayectoria se cruza con la órbita terrestre y pueden llegar a colisionar con nuestro planeta. Pueden existir millares de ellos de gran tamaño, pero la mayoría no son mayores que un grano de arena y forman parte del polvo cósmico.
- Los **meteoros** son meteoroides que, al entrar en contacto con la atmósfera terrestre, se desintegran debido al fuerte rozamiento que experimentan.

Frecuentemente, han sido dispersados por la cola de un cometa y se convierten en partículas incandescentes que dejan tras de sí un trazo luminoso: son las **estrellas fugaces**, que ocasionan **lluvia de estrellas**.

Si son de mayor tamaño, forman una bola de fuego, denominada **bólido**, que puede estallar.

- Los **meteoritos** son meteoroides de mayor tamaño, de manera que una parte no llega a desintegrarse del todo y cae en la superficie del suelo, pulverizándose y formando un **cráter de impacto**.

Los meteoritos de gran tamaño pueden ocasionar profundos cambios climáticos. Las partículas de polvo desprendidas por el impacto oscurecerían el cielo y la Tierra se sumiría en un largo invierno que pondría en peligro la supervivencia de los seres vivos.

3 LA LUNA: un satélite que cambia de cara

La Luna, compañera inseparable de la Tierra, es su único satélite natural y el primer astro visitado por el ser humano. Su tamaño es unas 50 veces menor que el de nuestro planeta y está situada a una distancia media de unos 384 400 kilómetros de la Tierra, girando a su alrededor y describiendo una órbita casi circular.

No tiene atmósfera ni agua líquida, por lo que sus temperaturas son extremas: por el día se superan los 100 °C y por la noche se alcanzan los -150 °C. Al carecer de atmósfera, no presenta procesos erosivos que alteren su superficie; por eso el aspecto externo de la Luna, semejante al de Mercurio, es rugoso y está salpicado por numerosos cráteres de impacto, entre los que se extienden amplias llanuras y valles.

En la Luna, un año dura lo mismo que un día. Se debe a que el movimiento de **rotación** sobre su eje lo hace tan despacio, que tarda el mismo tiempo que en realizar el movimiento de **traslación** alrededor de la Tierra. La duración en ambos casos, rotación y traslación, es de **27,32 días terrestres**. Esta es la razón de que siempre veamos la misma cara de la Luna, la que muestra hacia la Tierra; la otra es la **cara oculta**, solo visible desde los satélites espaciales.

3.1 Fases de la Luna: un ciclo que se repite cada mes

Como le ocurre a todos los planetas y satélites, la Luna no brilla por sí misma. Cuando vemos su cara iluminada es porque refleja la luz del Sol. Pero su forma parece cambiar, pues conforme gira alrededor de la Tierra refleja de distinta manera la luz que recibe del Sol: son las **fases de la Luna**, que se repiten cada mes y describen un **ciclo** cuya duración es de casi **29 días y medio**.

3.2 Las mareas: una fuerte atracción

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.

En cada lugar de la costa se producen cada día dos **mareas altas** o **pleamares** simultáneas (A), una en la cara de la Tierra que mira a la Luna y otra en la cara opuesta; al mismo tiempo, tienen lugar dos **mareas bajas** o **bajamares** (B) en los lugares situados entre los dos puntos anteriores. Como la Tierra da una vuelta completa alrededor de su eje cada 24 horas, pleamares y bajamares se suceden a intervalos de 6 horas, 12 minutos y 30 segundos.

3.3 Los eclipses: juego de sombras

Un **eclipse** consiste en la ocultación total o parcial de un astro a causa de que otro astro se interpone entre el primero y la Tierra e impide su visión.

- **Eclipse de Sol.** Se produce cuando la Luna se interpone entre la Tierra y el Sol, por lo que proyecta su sombra sobre la superficie terrestre en forma de un círculo de unos 200 km². Cada eclipse de Sol solo será visible en los lugares de la franja terrestre por donde se desplaza esta sombra, a causa de la rotación de la Tierra.
- **Eclipse de Luna.** Se produce cuando la Tierra se interpone entre la Luna y el Sol e impide que llegue la luz solar a nuestro satélite. La sombra que proyecta nuestro planeta es mayor que la Luna, lo que permite que el eclipse sea visible desde cualquier zona de la Tierra donde sea de noche y mire hacia nuestro satélite.

Para que se produzcan los eclipses, los tres astros (Tierra, Sol y Luna) deben estar alineados, lo que ocurre periódicamente. Entonces, ¿por qué no hay un eclipse de Sol en cada fase de Luna nueva y otro eclipse de Luna en cada fase de Luna llena? Pues porque el plano que forma la órbita de la Luna (1) está inclinado unos 5° con respecto al plano que forma la órbita de la Tierra (2) y, por ello, la Luna suele pasar por encima o por debajo de la Tierra.

4 MOVIMIENTO DE ROTACIÓN DE LA TIERRA: la sucesión de los días y las noches

La Tierra realiza un **movimiento de rotación** alrededor de su eje, que es responsable de la sucesión de los **días** y las **noches**. Es un movimiento tan regular que sirve como medida del tiempo: tarda **24 horas** en dar una vuelta completa, es decir, **1 día**.

El **movimiento de rotación** se realiza de **oeste a este**, en sentido contrario a las agujas del reloj, pero la sensación óptica es de que el Sol sale por el este, alcanza la posición más alta a mediodía y se pone por el oeste. Este movimiento aparente del Sol es el que señala la hora solar; así, por ejemplo, cuando el Sol está en su punto más alto, son las 12 del mediodía, hora solar.

4.1 Zonas horarias: ¿qué hora es?

La **hora solar** (salida y puesta del Sol, así como el mediodía) puede ser diferente en los distintos lugares del planeta. Esta variación se debe a que la Tierra es redonda y también a su movimiento de rotación. Para unificar horarios, en 1884 se adoptó un sistema horario común, y para ello se dividió la Tierra en **24 zonas horarias**, de manera que rige la misma hora en los territorios situados en una zona horaria determinada.

Se toma como punto de partida la zona atravesada por el **meridiano de Green-wich: GMT** (del inglés *Greenwich Mean Time*, hora media de Greenwich). Hay que tener en cuenta que en algunos países, como el nuestro, para aprovechar la luz y ahorrar energía, se **adelanta una hora en verano**. En Canarias es una hora menos, porque se encuentra en otra zona horaria.

5 MOVIMIENTO DE TRASLACIÓN: la alternancia de las estaciones

Tal vez te hayas preguntado alguna vez por qué hace más calor en verano que en invierno y a qué se debe la alternancia de las estaciones. La explicación de estos fenómenos debemos buscarla en el viaje que realiza la Tierra alrededor del Sol, ya que en el transcurso del año que tarda en dar una vuelta completa, las regiones del planeta reciben distinta intensidad de luz y calor.

La **Tierra** realiza un **movimiento de traslación** alrededor del **Sol**, mientras se desplaza por su **órbita**, y tarda **1 año** en completar una vuelta, es decir, **365 días, 5 horas, 48 minutos y 45,9 segundos**. Este movimiento es tan regular que sirve como medida del tiempo y también para confeccionar los calendarios.

La **órbita terrestre** es ligeramente **elíptica**, por lo que la Tierra unas veces está más cerca del Sol y otras más lejos. ¿Cuál de estas dos posiciones crees que coincide con el verano y cuál con el invierno? La respuesta correcta es la contraria de la que tal vez piensas, pues el **verano** coincide con la posición de la Tierra más **alejada** del Sol, y el **invierno**, con la más **cercana**. ¿Cómo es posible esta aparente contradicción?

5.1 El eje de la Tierra está inclinado

Las **estaciones** no se rigen por la distancia de la Tierra al Sol, sino por la **inclinación del eje** de la Tierra (**23° 27'**) con respecto al plano de la órbita, lo que provoca la desigual distribución de la **energía solar** que reciben las diferentes regiones de la Tierra. A lo largo del año, varía la exposición al Sol en las distintas regiones del planeta y se origina el cambio climático de las estaciones.

La inclinación del eje de la Tierra y el movimiento de traslación dan lugar a que unas zonas reciban más energía solar que otras, ya que cuando los **rayos solares** inciden **oblicuamente**, aportan menos energía a la superficie terrestre que cuando lo hacen **perpendicularmente**, porque su energía hay que repartirla por una superficie mayor y, además, atraviesan una capa más gruesa de atmósfera, que actúa como filtro absorbente.

5.2 Las cuatro estaciones

El movimiento de **traslación** de la Tierra y la **inclinación de su eje** determinan que la exposición al Sol y, por tanto, la duración de los días y las noches, varíe en una misma región a lo largo del año. Esto da lugar a que en el hemisferio norte, donde nos encontramos, las **cuatro estaciones** estén muy diferenciadas.

Cada estación se relaciona con una de las cuatro posiciones características de la Tierra en su movimiento de traslación alrededor del Sol: **solsticios de invierno y verano, y equinoccios de primavera y otoño.**

5.3 El calendario: un sistema para medir el paso del tiempo

El **calendario** es un sistema que nos permite dividir el **tiempo** cronológico en **años, meses, semanas y días**. Puede ser de dos tipos: **lunar y solar**.

El **calendario lunar** utiliza el **movimiento de traslación de la Luna** alrededor de la Tierra para dividir el tiempo en períodos regulares. Este es el origen de la duración del **mes**. En el calendario musulmán, el año dura 354 días, repartidos en seis meses lunares de 29 días, alternados con seis meses de 30 días.

El **calendario solar** utiliza el **movimiento de traslación de la Tierra** alrededor del Sol para el cómputo del tiempo. Es el calendario que utilizamos habitualmente: se considera que **1 año** equivale a **365 días**, para redondear.

Como la Tierra invierte casi un cuarto de día más en completar su traslación, cada cuatro años se suman estas fracciones y se establece un **año bisiesto** en el que se añade un día más al mes de febrero, que pasa a tener 29 días en lugar de 28. De manera que cada 4 años, uno es bisiesto (1992, 1996...); pero no ocurre así con los acabados en 00 (los últimos de cada siglo), como 1800 y 1900, excepto los divisibles por 400, como 1 600 y 2 000, que sí son bisiestos.

6 LA EXPLORACIÓN DEL ESPACIO

Las dimensiones del espacio son tan enormes, y la luz que nos llega de la mayoría de los astros es tan tenue, que los astrónomos utilizan los **telescopios** para agrandar las imágenes de los objetos distantes.

Desde que Galileo construyó el primer catalejo en el siglo XVII, el desarrollo de la ciencia y la tecnología ha permitido construir telescopios cada vez más grandes y potentes.

Los **telescopios ópticos** captan la luz que emiten o reflejan los astros. Pero las galaxias, las estrellas y los planetas también emiten otro tipo de radiaciones, como las ondas de radio, que se pueden captar con las gigantes antenas parabólicas de los **radiotelescopios**.

6.1 Los viajes espaciales: ¡10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1... 0!

Los seres humanos siempre hemos soñado con poder volar como los pájaros y visitar otros mundos. Pero para poder escapar de la enorme atracción gravitatoria que ejerce la Tierra, es necesaria la potencia de un **cohete** que permita alcanzar una velocidad de escape de 40 000 km/h. El lanzamiento de los cohetes se realiza desde las **rampas** de las **bases de lanzamiento**, verdaderas puertas del espacio, donde se lleva a cabo la cuenta atrás.

El primer ingenio lanzado al espacio por la antigua Unión Soviética fue el *Sputnik 1*, en 1957. En 1961, la nave soviética *Vostok 1* dio una vuelta a la Tierra con el primer hombre a bordo que visitaba el espacio: el ruso Yuri Gagarin. Más tarde, EE.UU. impulsó el programa *Mercury* y las misiones *Géminis*, que consiguieron poner en órbita alrededor de la Tierra a una tripulación de astronautas.

Tras varios intentos fallidos, la **sonda** soviética *Luna 9* consiguió en 1966, por primera vez, posarse suavemente sobre la superficie de nuestro satélite. Y en 1969, la nave *Apolo 11* consiguió llegar hasta la Luna, siendo Neil Armstrong el primer astronauta que puso los pies en su superficie. Desde entonces se han sucedido docenas de **alunizajes**, tanto de **sondas no tripuladas** rusas, como de **misiones tripuladas** estadounidenses del programa Apolo.

Actualmente, los cohetes del tipo *Ariane*, *Soyuz*, *Delta*, *Atlas* y otros, son máquinas poderosas que ponen en órbita **satélites, sondas espaciales, lanzaderas** y componentes de las **estaciones espaciales**.

► Satélites: ¡bip... bip... bip... bip...!

Son objetos que se colocan en el espacio mediante un cohete o una lanzadera con el fin de permanecer en órbita alrededor de la Tierra. Casi todos ellos están dotados de paneles para captar la energía solar, que utilizan para el funcionamiento de sus instru-

mentos. Los satélites se emplean para fines diversos: **militares**, **meteorológicos**, para las **comunicaciones** de telefonía y televisión, la **vigilancia de cultivos** y la **detección de recursos minerales**.

También pueden utilizarse como **sistema de navegación**, que permite localizar nuestra posición en la superficie terrestre, como el **GPS** (del inglés, *Global Positioning System*, o sistema de posicionamiento global), que consta de 24 satélites en órbita. Otros se usan en la **investigación científica y astronómica**, como el **telescopio espacial Hubble**, capaz de rastrear el espacio profundo en busca de nuevas galaxias.

► **Sondas espaciales: exploradores de otros mundos**

Las sondas espaciales son robots no tripulados, lanzadas mediante cohetes hacia objetivos minuciosamente calculados. Están dotadas de cámaras fotográficas e instrumental científico que permite captar imágenes y datos y enviarlos a la Tierra: de Mercurio, *Magallanes* y *Mariner 10*; de Marte, *Viking 1* y *2* y *Mars Pathfinder*; de Júpiter, *Pioner 10* y *11*, *Voyager 1* y *2* y *Galileo*; de Saturno, *Voyager 1* y *2* y *Cassini-Huygens*, de Urano y Neptuno, *Voyager 1* y *2*; del cometa Halley, *Giotto*; etc.

► **Transbordador o lanzadera espacial: para más de una vez**

Son **naves espaciales tripuladas**, dotadas de motores, y diseñadas para permanecer en **órbita** alrededor de la Tierra varios días y volver de nuevo a nuestro planeta. Se pueden **reutilizar** varias veces y llevan a cabo distintas misiones: colocar y reparar satélites, realizar experimentos científicos, transportar componentes de las estaciones espaciales, etc.

El transbordador es puesto en órbita con la ayuda de dos cohetes aceleradores y un gran depósito de combustible, que luego se desprenden. Está recubierto de un **sistema aislante** que lo protege de las altas temperaturas que debe soportar cuando la fricción del aire lo calienta al volver a entrar en la atmósfera.

► **Estaciones espaciales: la vida en el espacio**

Son bases espaciales, situadas en órbita alrededor de la Tierra, que permiten la vida en el espacio durante largos períodos de tiempo, como, por ejemplo, la **Estación Espacial Internacional**. Pesa 455 toneladas y en ella se llevan a cabo investigaciones y experimentos en condiciones de **microgravedad**.

9

La medida de la materia

1 LA MATERIA: las magnitudes físicas

La **materia** constituye todo aquello que ocupa un lugar en el espacio y tiene una determinada masa. El aire, el agua y los objetos que estamos habituados a utilizar están hechos de materia, y tienen en común unas **propiedades generales**, entre las que destacan la **masa** y el **volumen**. Sin embargo, cada tipo de materia presenta también unas **propiedades específicas**, que son características de ese tipo de materia y que nos permiten identificarla, como son el **color** o la **densidad**.

En esta unidad vamos a estudiar algunas de las propiedades de la materia que pueden ser medidas.

1.1 Hay que tomar medidas

A diario nos hacemos preguntas que están relacionadas con la **medida**. Por ejemplo: «¿Cuánto durará esta película?» o «¿A qué distancia estamos de tu casa?».

Cuando observamos un fenómeno o un objeto estamos recogiendo información. En muchos casos, podemos completar esa información expresándola con números, o sea, tomando medidas.

Medir es asignar un número a una propiedad física como resultado de su comparación con otra cantidad que sirve de **unidad de medida**.

1.2 Lo que se puede medir: las magnitudes

Algunas propiedades de los objetos se pueden medir, como la temperatura del agua, por ejemplo. Esas propiedades son las **magnitudes**.

Magnitud es una propiedad de un objeto que puede ser medida.

1.3 Las unidades de medida

Cuando medimos una propiedad de un objeto le asignamos un **número** que debe ir acompañado del tipo de **unidad** que hemos empleado para medirla. Por ejemplo, la distancia desde casa al colegio es de **450 metros**. La botella contiene **5 litros** de agua.

Una **unidad de medida** es una **cantidad** que se toma como **referencia** para comparar con ella otras de su mismo tipo.

El sistema de unidades más utilizado se conoce como **Sistema Internacional**. Este sistema utiliza unas **unidades fundamentales**, algunas de las cuales están recogidas en la tabla.

SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES Magnitudes y Unidades Fundamentales		
Magnitud	Unidad	Símbolo
Longitud	metro	m
Masa	kilogramo	kg
Tiempo	segundo	s
Temperatura	Kelvin	K

1.4 Los errores en las medidas

Los instrumentos que empleamos para medir nos permiten obtener unas medidas más o menos aproximadas. Si observas los dos instrumentos de medida representados debajo, verás que tienen distinta **sensibilidad**, ya que sus graduaciones nos permiten apreciar diferentes unidades de medida, en este caso de longitud.

La cinta métrica nos permite tomar medidas de longitud si no necesitamos una gran precisión, ya que su sensibilidad es de 0,5 cm, mientras que la regla permite medir con mayor precisión, puesto que su sensibilidad es de 1 mm.

La **sensibilidad** de un instrumento de medida es la medida más pequeña que se puede apreciar, y corresponde a la diferencia entre dos de sus graduaciones consecutivas.

2 LA LONGITUD: unidades de longitud

La **longitud** es una de las magnitudes que medimos con mayor frecuencia en nuestra vida diaria. Por eso es muy importante que sepamos medir y utilizar las diferentes unidades de longitud que existen.

Para medir la longitud de un objeto la comparamos con una **unidad de longitud**. Por ejemplo, si una piscina olímpica mide 50 m, eso significa que tiene una longitud 50 veces mayor que la unidad de longitud llamada metro; y si un cuaderno mide 30 cm, tiene una longitud 30 veces mayor que la unidad llamada centímetro.

La **unidad de longitud** en el Sistema Internacional es el **metro** y su símbolo es **m**.

Existen otras unidades, derivadas del metro, que nos permiten medir longitudes muy pequeñas o muy grandes. En la tabla puedes ver algunas de las unidades más utilizadas. Observa que cada unidad de longitud equivale a 10 unidades de la categoría inmediatamente inferior.

Unidades de longitud		
Unidad	Símbolo	Equivalencia
Kilómetro	km	1 km = 1 000 m
Hectómetro	hm	1 hm = 100 m
Decámetro	dam	1 dam = 10 m
Metro	m	
Decímetro	dm	10 dm = 1 m
Centímetro	cm	100 cm = 1 m
Milímetro	mm	1 000 mm = 1 m

2.1 El calibre: un instrumento de precisión para medir longitudes

El **calibre** o **pie de rey** es un instrumento muy útil para medir longitudes que requieren mucha precisión, como es el caso de la medida de piezas o el espesor de tornillos.

Consta de una regla graduada en milímetros provista de un **nonius**, que es otra reglilla graduada que se desliza sobre la regla principal y le proporciona una sensibilidad de una décima de milímetro (0,1 mm).

3 LA SUPERFICIE: unidades de superficie

La **superficie** es una magnitud que indica la extensión que tiene un cuerpo respecto a dos de sus dimensiones: longitud y anchura.

La **unidad de superficie** en el Sistema Internacional recibe el nombre de **metro cuadrado** y su símbolo es **m²**.

En la tabla siguiente puedes ver otras unidades derivadas del metro cuadrado:

Unidades de superficie		
Unidad	Símbolo	Equivalencia
Kilómetro cuadrado	km ²	1 km ² = 100 hm ² = 10 000 dam ² = 1 000 000 m ²
Hectómetro cuadrado	hm ²	1 hm ² = 100 dam ² = 10 000 m ²
Decámetro cuadrado	dam ²	1 dam ² = 100 m ²
Metro cuadrado	m ²	
Decímetro cuadrado	dm ²	100 dm ² = 1 m ²
Centímetro cuadrado	cm ²	10 000 cm ² = 1 m ²
Milímetro cuadrado	mm ²	1 000 000 mm ² = 1 m ²

Para calcular la superficie de un rectángulo tienes que multiplicar la longitud de uno de sus lados por la longitud del otro, y expresar el resultado en las unidades apropiadas. Si la longitud de $a = 2$ cm y la de $b = 4$ cm, la superficie del rectángulo será:

$$S = a \cdot b, \text{ o sea, } S = 2 \text{ cm} \cdot 4 \text{ cm} = 8 \text{ cm}^2.$$

Observa que tenemos que multiplicar siempre el mismo tipo de unidades de longitud, en este caso, centímetros por centímetros. Las unidades de superficie resultantes serán las mismas pero elevadas al cuadrado, esto es, centímetros cuadrados.

4 EL VOLUMEN: unidades de volumen

El **volumen** es la cantidad de espacio ocupado por un cuerpo. Vamos a ver cómo se puede medir.

4.1 Las unidades de volumen

La **unidad de volumen** que se utiliza en el Sistema Internacional es el **metro cúbico** y su símbolo es **m³**.

El metro cúbico es a menudo una unidad muy pequeña o demasiado grande. Como ocurre con otras magnitudes, se emplean otras unidades derivadas.

Unidades de volumen	Unidad	Símbolo	Equivalencia
	Kilómetro cúbico	km ³	1 km ³ = 1 000 hm ³ = 10 ⁶ dam ³ = 10 ⁹ m ³
	Hectómetro cúbico	hm ³	1 hm ³ = 1 000 dam ³ = 1 000 000 m ³
	Decámetro cúbico	dam ³	1 dam ³ = 1 000 m ³
	Metro cúbico	m ³	
	Decímetro cúbico	dm ³	1 000 dm ³ = 1 m ³
	Centímetro cúbico	cm ³	1 000 000 cm ³ = 1 m ³
	Milímetro cúbico	mm ³	1 000 000 000 mm ³ = 1 m ³

Observa que cada unidad de volumen equivale a 1 000 unidades de la categoría inmediata inferior, por lo que para transformar una unidad de volumen en otra los factores por los que hay que multiplicar o dividir van de 1 000 en 1 000.

4.2 Las unidades de capacidad

La capacidad o aforo es el volumen máximo que puede admitir un recipiente.

La unidad de capacidad en el Sistema Internacional es el litro, que equivale a un volumen de 1 decímetro cúbico (dm³).

En la tabla adjunta puedes ver otras unidades de capacidad y su relación con las unidades de volumen.

Unidades de capacidad	Unidad	Símbolo	Equivalencia
	Kilolitro	kL	1 kL = 1 000 L = 1 m³ de volumen
	Hectolitro	hL	1 hL = 10 daL = 100 L
	Decalitro	daL	1 daL = 10 L
	Litro	L	1 L = 1 dm³ de volumen
	Decilitro	dL	10 dL = 1 L
	Centilitro	cL	100 cL = 1 L
	Mililitro	mL	1 000 mL = 1 L = 1 dm³ de volumen

4.3 La medida del volumen de los gases

Para medir el volumen de un gas solo necesitamos conocer el volumen del recipiente en el que se encuentra, debido a que los gases ocupan todo el espacio del que disponen.

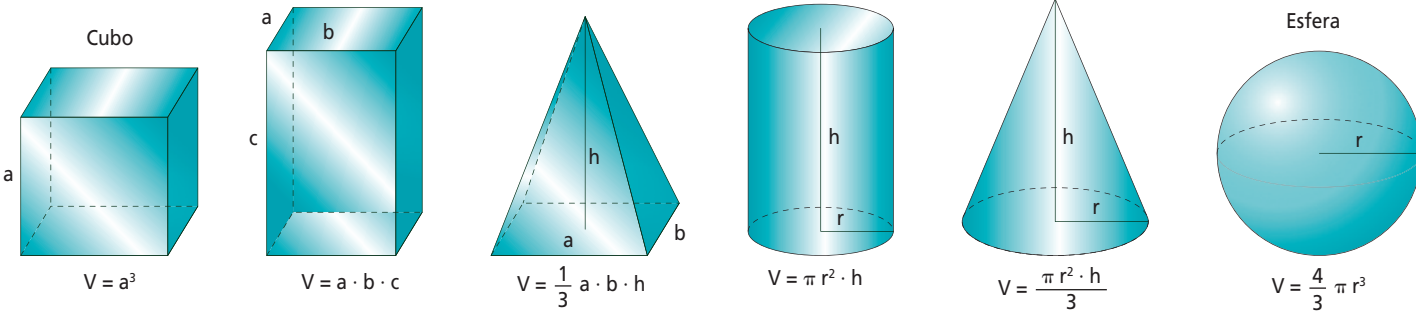
4.4 La medida del volumen de los líquidos

Existen diversos aparatos que nos permiten medir el volumen de un líquido. Pueden tener distinto tamaño y sensibilidad. Las probetas, pipetas y buretas miden con precisión, mientras que los matraces y vasos de precipitado son menos precisos.

4.5 La medida del volumen de los sólidos

El procedimiento para medir el volumen de un objeto irregular consiste en introducir el objeto en un recipiente con agua, y medir el volumen de agua desalojada por dicho objeto.

El volumen de sólidos regulares se calcula mediante fórmulas:



5 LA MASA Y LA DENSIDAD

5.1 La medida de la masa

Ya sabemos lo que es el volumen de un objeto. Sin embargo, hay objetos con un volumen parecido que pueden tener distinta cantidad de materia. Piensa, por ejemplo, en una botella llena de agua y en otra igual que esté llena de aire. Para conocer la cantidad de materia que tiene un cuerpo utilizamos una **balanza**.

La **masa** es la cantidad de materia que tiene un cuerpo. La unidad de masa en el Sistema Internacional es el **kilogramo**, cuyo símbolo es **kg**.

Como sucede con otras magnitudes, también se utilizan otras unidades que son las que puedes ver en la tabla adjunta.

Unidades de masa		
Unidad	Símbolo	Equivalencia
Tonelada	t	1 t = 1 000 kg
Kilogramo	kg	
Hectogramo	hg	1 kg = 10 hg
Decagramo	dag	1 kg = 100 dag
Gramo	g	1 kg = 1 000 g
Decigramo	dg	1 kg = 10 000 dg
Centigramo	cg	1 kg = 100 000 cg
Miligramo	mg	1 kg = 1 000 000 mg

Con excepción de la tonelada (t), que equivale a 1 000 kg, cada unidad de masa equivale a diez veces la unidad que está situada inmediatamente debajo en la tabla.

La masa de un sólido puede ser medida fácilmente colocándolo sobre el platillo de una balanza. Sin embargo, para medir la masa de un líquido debemos utilizar un matraz o un vaso de precipitados. La masa del líquido será la masa del matraz con el líquido, menos la masa del matraz vacío:

Masa del matraz = 50 g

Masa del matraz + masa del líquido = 130 g

Masa del líquido = 130 g – 50 g = 80 g

5.2 La medida de la densidad

Volumen y masa son propiedades generales de la materia, lo que quiere decir que no dependen del tipo de sustancia. La densidad, en cambio, es una propiedad específica, ya que depende del tipo de materia de que se trate.

Si observas la tabla, comprobarás la relación que hay entre la masa y el volumen de dos sustancias tan diferentes como son el agua y el oro.

	Oro	Agua
Masa	38 600 g (38,6 kg)	2 000 g (2 kg)
Volumen	2 000 cm ³ = 2 litros	2 000 cm ³ = 2 litros

Si divides en cada caso la masa por el volumen obtendrás la densidad.

	Oro	Agua
Densidad	19,3 g/cm ³	1 g/cm ³

La **densidad** es la masa que tiene cada unidad de volumen de una sustancia. Se expresa mediante la relación $d = m / V$. La unidad de densidad en el Sistema Internacional es el **kg/m³**. Sin embargo, otras unidades muy utilizadas son el **g/cm³** y el **kg/L**.

6 EL TIEMPO Y LA TEMPERATURA

6.1 La medida del tiempo

Desde la antigüedad, los seres humanos hemos medido el tiempo. El instrumento utilizado para medirlo es el **reloj**. Antes de la invención de los relojes mecánicos y electrónicos, se utilizaron **relojes de sol**, de **arena** o de **agua**.

La **unidad de tiempo** en el Sistema Internacional es el **segundo (s)**.

La unidad de medida más útil que hemos utilizado es el **día**, que corresponde al tiempo que tarda la Tierra en hacer un giro completo alrededor de su eje de rotación. Un **día** se divide en **24 horas**; la hora, en **60 minutos**; y el minuto, en **60 segundos**. Las fracciones del segundo siguen un sistema decimal de medida por lo que un segundo (s) se puede dividir en décimas (0,1 s), centésimas (0,01 s) o milésimas (0,001 s). Otras unidades de tiempo son la **semana**, formada por 7 días, o el **año**, que equivale a 365 días, repartidos en 12 **meses**.

6.2 La medida de la temperatura

La **temperatura** es una magnitud física de gran importancia en la vida diaria, que mide la cantidad de energía o el grado de agitación de las partículas que tiene un cuerpo.

La **temperatura** se mide con el **termómetro**.

Un termómetro básico está formado por un fino tubo de vidrio con un pequeño depósito en su base, que contiene mercurio o alcohol coloreado. Estas sustancias se dilatan si la temperatura aumenta y se contraen si disminuye, lo que permite medir la temperatura.

La **escala centígrada** es la más utilizada y sus unidades son los **grados centígrados** o **Celsius (°C)**. Esta escala asigna el valor 0 °C a la temperatura a la que se funde el hielo (**punto de fusión**) y el valor 100 °C, a la temperatura a la que hierve el agua (**punto de ebullición**). Cada unidad de esta escala es un grado centígrado (°C). Las temperaturas inferiores a 0 °C se indican con valores negativos (por ejemplo, -10 °C equivale a 10 °C bajo cero).

La **unidad de temperatura** en el Sistema Internacional es el **kelvin (K)**. En la escala Kelvin no hay valores negativos.

Para convertir la temperatura de grados centígrados a kelvin hay que sumar **273**. Por ejemplo, 50 °C equivalen a 323 K (50 °C + 273 = 323 K).

10

La materia y sus estados

1 LA MATERIA: sus propiedades

Todo lo que nos rodea y nuestros sentidos (vista, olfato...) son capaces de percibir es **materia**. Si miras a tu alrededor, verás que el bolígrafo, la mesa, los libros, tú mismo, e incluso el aire, todo es materia. Pero entonces, ¿qué es la materia? ¿En qué nos podemos basar para clasificar algo como material o inmaterial?

Materia es todo aquello que tiene **masa** y ocupa un **volumen** en el espacio.

Existen términos similares al de «materia», como son los siguientes:

- **Material**, que designa la clase de materia que tiene un **uso práctico**. Por ejemplo, el jabón, la madera o el acero.
- **Sustancia**, que es el nombre que se da a las diferentes clases de materia. Agua, azúcar y oxígeno son ejemplos de sustancias.

1.1 Propiedades de la materia

En la naturaleza hay muchos y **diversos materiales** y las personas además fabricamos otros nuevos, que utilizamos para diferentes usos. Para poder manejarlos se establecen una serie de **propiedades**, que son cualquier característica **observable** que se pueda medir o no.

► Propiedades generales

Dos objetos con la misma **masa** pueden contener distinto tipo de materia, o bien dos objetos de diferente **volumen** pueden contener el mismo tipo de materia. Estas y otras propiedades son comunes a cualquier tipo de materia, y por eso se llaman **generales**.

Las **propiedades generales** son **comunes** a toda la materia y **no** sirven para distinguir una clase de materia de otra. Las propiedades generales más importantes son la **masa**, el **volumen** y la **temperatura**.

► Propiedades características

Cada tipo de materia posee unas propiedades que la hacen única. El agua, por ejemplo, es un líquido a temperatura ambiente, incolora, que congela a 0 °C y hierve a 100 °C. El alcohol también es un líquido incoloro, pero no se solidifica si la temperatura no baja hasta -114 °C, hierve a solo 78 °C, y su densidad es 0,79 g/cm³.

Llamamos **propiedades características** de la materia a aquellas que nos **permiten diferenciar** las distintas clases de materia, por ejemplo el **color**, el **olor**, el **sabor**, los **puntos de fusión** y de **ebullición**, la **densidad** y las **propiedades mecánicas**.

- **Color, olor y sabor**. Son apreciables por nuestros sentidos y suelen dar una información muy útil para distinguir una sustancia de otra. Por ejemplo, el color del azufre, el olor del alcohol, el sabor de la sal...
- **Puntos de fusión y de ebullición**. Cada sustancia cambia de estado a una determinada temperatura que es siempre la misma. La temperatura a la que una sustancia pasa de sólido a líquido, o de líquido a sólido, se llama **punto de fusión**, y la temperatura a la que pasa de líquido a gas, o de gas a líquido, se llama **punto de ebullición**.

- **Densidad.** La masa y el volumen son propiedades generales de la materia, pero el cociente entre ellas es una propiedad característica de cada sustancia y se llama densidad.

$$\text{Densidad} = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}} \rightarrow d = \frac{m}{v}$$

Su unidad en el Sistema Internacional de unidades es el kg/m^3 . El agua tiene una densidad de $1\,000\text{ kg/m}^3$ y el oro de $19\,300\text{ kg/m}^3$; esto significa que 1 m^3 de agua contiene $1\,000\text{ kg}$ de masa y 1 m^3 de oro contiene $19\,300\text{ kg}$ de masa. También es frecuente utilizar como unidad de la densidad el g/cm^3 .

Sustancia	Densidad (kg/m^3)	Densidad (g/cm^3)
Oro	19 300	19,3
Mercurio	13 600	13,6
Agua	1 000	1,0
Hielo	900	0,9
Aceite	850	0,85
Gasolina	740	0,74
Corcho	230	0,23
Aire	1,3	0,0013

- **Propiedades mecánicas.** Son propiedades características de los sólidos, y nos dan una idea de cómo se comportan cuando se les somete a la acción de las fuerzas, como, por ejemplo:
- **Elasticidad**, que es la capacidad de un cuerpo para recuperar su forma, después de someterlo a un esfuerzo.
 - **Ductilidad**, que es la capacidad de un sólido para ser estirado en hilos sin romperse.
 - **Maleabilidad**, que es la capacidad para ser modelado en láminas.
 - **Fragilidad**, que es la facilidad para romperse por un impacto, y es opuesta a la ductilidad y la maleabilidad.
 - **Dureza**, que es la dificultad que presenta un sólido a ser rayado por otro.

2 LA MATERIA: sus estados y cambios

Al observar cualquier clase de materia la vemos compacta, continua, sin espacios vacíos ni partículas sueltas, pero si pudiéramos hacer una observación detallada nos encontraríamos con un paisaje totalmente diferente al que apreciamos a simple vista, con muchísimas **partículas** (átomos, moléculas...) en **continuo movimiento** y unidas entre sí mediante **fuerzas de atracción**. Según la intensidad de estas fuerzas la materia se puede presentar en tres estados: **sólido**, **líquido** y **gaseoso**.

- **Sólidos:** las partículas están muy juntas y ordenadas. Unas fuerzas de atracción intensas las mantienen unidas, y solo pueden vibrar ligeramente alrededor de su posición, dando al estado sólido **forma** y **volumen constantes**.
- **Líquidos:** las partículas están menos próximas. Entre ellas también existen fuerzas de atracción, pero no son tan intensas como en los sólidos, por lo que pueden deslizarse unas sobre otras, presentando **volumen constante** y **forma variable**, ya que se adaptan al recipiente que los contiene.
- **Gases:** las partículas están muy separadas, y apenas existen entre ellas fuerzas de atracción. Esto permite que se muevan con total libertad en todas las direcciones, haciendo que su **forma** y su **volumen** varíen y, a diferencia de los sólidos y los líquidos, **se puedan comprimir y expandir**.

2.1 Cambios de estado. Los efectos del calor

Casi toda la materia puede presentarse en los tres estados que has estudiado. Por ejemplo, el agua (como ya viste en la página 136) puede aparecer como hielo, que es un sólido; como agua líquida, o también como vapor de agua, que es un gas. Pero ¿por qué se producen los cambios entre un estado y otro? El factor más importante que decide si una sustancia se encuentra en estado sólido, líquido o gaseoso, es la **temperatura**. Ten en cuenta que la temperatura está relacionada con el movimiento de las partículas.

- › Cuando un sólido se calienta, sus partículas empiezan a vibrar más deprisa y con mayor amplitud, lo que produce que choquen entre sí llegando un momento en que se destruye la estructura del estado sólido: se ha producido la **fusión**.
- › Si se sigue calentando, las partículas se mueven a mayor velocidad, con lo que pueden llegar a la superficie libre del líquido y escapar de él: se ha producido la **vaporización**. A la inversa, un gas se puede transformar en líquido (**condensación**), y este en sólido (**solidificación**) si se enfría.
- › Existen sustancias capaces de pasar directamente de sólido a gas (**sublimación**), o de gas a sólido (**sublimación inversa**), sin pasar por el estado líquido. Es el caso de la naftalina o del yodo.

Cada sustancia cambia de estado a una determinada temperatura, que es característica y constante para cada tipo de materia. La temperatura a la que la sustancia pasa de **sólido a líquido**, o de **líquido a sólido**, se llama **punto de fusión**, y la temperatura a la que pasa de **líquido a gas**, o de **gas a líquido**, se llama **punto de ebullición**.

3 CLASIFICACIÓN DE LA MATERIA: el aspecto es lo que importa

Basta con que mires a tu alrededor para que comprendas que todo lo que nos rodea es materia, pero que esta se presenta bajo diversas formas. Para poner un poco de orden, podemos clasificarla de muchas formas:

- › Sólida, líquida y gaseosa.
- › Materia viva y materia inanimada.
- › Materia de origen natural y materia de origen artificial.
- › Según la forma, el tamaño, la dureza, etcétera.
- › **Clasificación química.** La materia puede estar integrada por una o por varias clases de sustancias; así, la silla está formada por madera, barniz o pintura, y clavos de hierro. La madera, la pintura o el hierro son clases de materia. La química clasifica a la materia en: **heterogénea** y **homogénea**.

3.1 La materia heterogénea

La **materia heterogénea** no es uniforme a simple vista, por lo que necesariamente debe contener más de una sustancia. Recibe el nombre de **mezcla heterogénea**, como por ejemplo el granito, o la unión de arena-limaduras de hierro. Observa las fotografías y verás mezclas heterogéneas muy conocidas.

3.2 La materia homogénea

La **materia homogénea** presenta **aspecto uniforme**. Si está formada por una sola sustancia se denomina **sustancia pura simple** o **compuesta**, como el agua destilada; si está formada por más de una sustancia, se denomina **mezcla homogénea** o **disolución**, como el agua de mar.

► Sustancias puras simples

Son muy escasas. Están formadas por una única clase de partículas, que son **átomos** de un único elemento; por tanto, no se pueden descomponer en otras más sencillas.

► Sustancias puras compuestas

Están formadas por átomos de distintos elementos, cuya parte más pequeña es la molécula, la cual puede descomponerse en átomos. Una **sustancia pura** tiene siempre unas **propiedades características constantes** porque su composición es fija y determinada. En cambio, las **mezclas** no tienen propiedades fijas como, por ejemplo, el **punto de ebullición**, porque su composición puede variar.

Mezclas Contienen varias sustancias		Sustancias puras Contienen una sola sustancia	
Homogéneas	Heterogéneas	Simplees	Compuestas
Su apariencia no permite distinguir las diferentes sustancias. Entre ellas destacan las disoluciones . Sal en agua, vidrio...	Se aprecian a simple vista las diferentes sustancias. También se conocen como mezclas . Tierra, granito...	No pueden descomponerse en otras más sencillas. La parte más pequeña es el átomo . Oro, hierro, oxígeno...	Pueden descomponerse en otras más sencillas. La parte más pequeña es la molécula . Agua, sal, dióxido de carbono...

4 LAS DISOLUCIONES: mezclas que no lo parecen

Hemos estudiado que las **disoluciones** son una clase especial de **mezclas** de aspecto **homogéneo**. Esto indica que deben tener igual composición y propiedades en todas sus partes.

Si una **disolución** tiene dos componentes, solemos denominar **soluto** a la sustancia que está en menor cantidad, y **disolvente**, a la que se encuentra en mayor cantidad.

4.1 Tipos de disoluciones

Sólido en líquido	Ejemplo: sal en agua (agua de mar), azúcar en agua.
Gas en líquido	Ejemplo: dióxido de carbono en agua (gaseosa).
Gas en gas	Ejemplo: el aire (mezcla de nitrógeno, oxígeno y otros gases)
Líquido en líquido	Ejemplo: alcohol en agua (alcohol de farmacia).
Sólido en sólido	Ejemplo: las aleaciones, como el bronce (una mezcla de cobre y estaño).

Según sean el estado físico del soluto y del disolvente, podemos distinguir los siguientes **tipos de disoluciones**:

Si las disoluciones se presentan en estado líquido, sus **características** son las siguientes: son transparentes (incolores o coloreadas, pero no turbias); sus componentes no se pueden separar por filtración; es estable, no sedimenta; sus partículas son de tamaño muy reducido (menor de 0,000001 mm).

4.2 Concentración de una disolución

La **composición** de una **disolución** se expresa mediante su **concentración**, que es la cantidad de soluto disuelta en una determinada cantidad de disolución.

Por ejemplo, una disolución de concentración 25 g/L contiene 25 gramos de soluto en un litro de disolución. Si la disolución contiene poca cantidad de soluto, decimos que es una **disolución diluida**, y si contiene mucha, diremos que es una **disolución concentrada**.

4.3 Preparación de algunas disoluciones

Son numerosas las disoluciones que se utilizan en la vida cotidiana: el café, los refrescos, las infusiones como el té, la tila o la manzanilla, el líquido limpiacristales, el amoníaco de limpieza, la colonia, el vinagre, la lejía, el agua del mar e, incluso, el aire.

4.4 Coloides: parecen disoluciones y no lo son

Recuerda que para que una mezcla homogénea la consideremos disolución no podemos ver las partículas de soluto, ni a simple vista ni con lupa o microscopios. A medio camino entre las mezclas heterogéneas y las disoluciones se encuentran unas mezclas caracterizadas porque, con la ayuda de una lupa o de microscopios, podemos ver algunas de las partículas.

Los coloides, según su composición, reciben diferentes nombres: **soles** (líquido o sólido en gas, como la niebla o el humo), **espumas** (gas en líquido, como el merengue o la espuma de afeitar) o **emulsiones** (líquido en líquido, como la leche y la mayonesa).

4.5 Técnicas de separación de mezclas

Existen muchas técnicas para separar mezclas, ya que cada mezcla requiere el uso de una técnica determinada. Todas deben cumplir como condición que no deben alterar la naturaleza de las sustancias que se desea separar.

Vas a conocer las técnicas más utilizadas por los químicos en los laboratorios y en la industria para «deshacer» las mezclas, es decir, para **obtener sustancias puras a partir de mezclas**.

► Separación de mezclas heterogéneas

Las técnicas de separación consisten en aprovechar una propiedad que tenga solo uno de los componentes de la mezcla y no los otros.

- **Filtración.** Se emplea para separar un sólido de un líquido, en el cual no es soluble. Consiste en hacer pasar la mezcla por un **papel de filtro**, previamente colocado en un **embudo de vidrio**. El líquido filtrado debe ser transparente y se recoge en un **recipiente**.
- **Decantación.** Se utiliza para separar una mezcla heterogénea de líquidos que no pueden mezclarse entre sí y que tengan distintas densidades, por ejemplo la mezcla de aceite y agua. El material que se emplea es un embudo de decantación y recipientes.
- **Separación magnética.** Consiste en separar de una mezcla aquellas sustancias que, como el hierro, son atraídas por un imán, de otras sustancias que no tienen propiedades magnéticas.

► Separación de disoluciones

Para separar disoluciones se aplican técnicas basadas en el calentamiento y los cambios de estado.

- **Cristalización.** Esta técnica permite, mediante **evaporación del disolvente**, obtener una sustancia pura en forma de cristales a partir de una disolución que contiene dicha sustancia. Cuando todo el líquido se ha evaporado, queda un residuo sólido en el fondo del recipiente que se denomina **precipitado**.
- **Destilación.** Es la técnica que permite separar y recuperar dos líquidos solubles entre sí, como, por ejemplo, alcohol y agua, siendo necesario que tengan temperaturas de ebullición bastante diferentes.
- **Cromatografía en papel.** La palabra cromatografía significa «escribir en colores». Es una técnica que consiste en separar sustancias que se mueven con diferente velocidad a lo largo de un papel de filtro, al ponerlas en contacto con un disolvente.

5 MATERIALES DE INTERÉS: los usamos a diario

Aquellas **clases de materia** que tienen un **uso práctico** se denominan **materiales**. Los usamos para confeccionar nuestra ropa y calzado, construir nuestras viviendas, o para elaborar la gran variedad de objetos que nos rodean y nos permiten realizar cada día nuestro trabajo, practicar deporte, etcétera.

5.1 Materiales clásicos

- **Madera.** Es un material ampliamente utilizado en la construcción de viviendas, muebles, lápices, instrumentos musicales y, sobre todo, para fabricar papel.
- **Materiales cerámicos.** El cemento o el vidrio son materiales cerámicos. Todos ellos se fabrican a partir de productos minerales, como la arcilla o la arena, por cocción a altas temperaturas.
- **Metales y aleaciones.** Algunos metales mejoran sus propiedades cuando se encuentran juntos formando las aleaciones. Por ejemplo el acero, que es una aleación de hierro con carbono, resulta resistente y fácilmente moldeable.
- **Fibras naturales.** Las hay de origen animal, como la lana o la seda, y de origen vegetal como el algodón o el lino.

5.2 Materiales modernos: la revolución química

- **Plásticos.** Hay plásticos muy diversos, como el polietileno (PET) de las bolsas, el cloruro de polivinilo (PVC) de las tuberías, el poliestireno expandido (corcho blanco), el metacrilato, el teflón, etcétera.
- **Fibras sintéticas.** El poliéster o la poliamida (nailon) son algunas de ellas. Con estas fibras se fabrican muchas clases de tejidos.
- **Materiales compuestos.** Son los de fabricación más reciente: la fibra de vidrio (cascos de barcos, piscinas...), la fibra de carbono (raquetas de tenis, bicicletas...).

11

Viaje al interior de la materia

1 LOS ÁTOMOS: pequeñas partículas de materia

Mira detenidamente lo que te rodea: el ordenador, los libros, los muebles de tu habitación o las distantes estrellas. Todo lo que ves está formado por materia. Pero, ¿de qué está hecha la materia? Tal vez conozcas la respuesta.

La materia está constituida por unas pequeñas partículas denominadas **átomos**.

Y, ¿cómo son de pequeños los átomos? Pues más de lo que te puedes figurar. En un milímetro caben millones de átomos alineados. Para hacerte una idea de la asombrosa pequeñez de los átomos, vamos a hacer un viaje imaginario a través del Universo reduciendo paulatinamente nuestra escala de observación.

1.1 Estructura de los átomos: un interior asombroso

Imagínate que empiezas a encogerte hasta alcanzar el tamaño de un átomo y que te adentras en su interior. ¿Sabes lo que verías?

Descubrirías que en el átomo hay dos **zonas** diferentes: la **corteza**, en la que se mueven los electrones, y el **núcleo**, que aunque es 10 000 veces menor que el átomo, contiene casi toda la masa. En él se agrupan los protones y los neutrones.

Un **átomo** está formado por otras partículas aún más pequeñas, las **partículas subatómicas**, llamadas **protones**, **neutrones** y **electrones**.

Partícula subatómica	Carga eléctrica	Masa (u)
Protón	+	1
Neutrón	0	1
Electrón	-	≈ 0

Carga eléctrica y masa de las partículas subatómicas. Se usa como **unidad de masa atómica** (u) la masa de un átomo de hidrógeno, a la que se le da el valor de la unidad.

Los átomos se diferencian unos de otros por el número de protones que tienen en el núcleo.

2 LOS ELEMENTOS QUÍMICOS

De la misma manera que no todas las personas somos iguales, los átomos tampoco son iguales. Existen diferentes clases de átomos y cada una de ellas corresponde a un determinado **elemento químico**.

Cada **elemento químico** representa a todos los **átomos de una misma clase** que tienen **idéntico número de protones** en su núcleo.

2.1 El Sistema Periódico: ordenando elementos

En la actualidad se conocen algo más de 100 elementos químicos, de los cuales 92 son naturales y el resto se han obtenido artificialmente en el laboratorio. Cada uno de ellos se identifica mediante un **nombre** y un **símbolo**.

Los elementos químicos están ordenados en el **Sistema Periódico**. Esta distribución se realiza en **orden creciente a su número atómico**.

El Sistema Periódico de los elementos está organizado en 7 filas horizontales, llamadas **períodos**, y en 18 columnas verticales, llamadas **grupos**. Los elementos del mismo grupo tienen propiedades parecidas.

Nombre del elemento	Nombre en latín	Símbolo
Sodio	<i>Natrium</i>	Na
Hierro	<i>Ferrum</i>	Fe
Oro	<i>Aurum</i>	Au
Plomo	<i>Plumbum</i>	Pb

Algunos nombres hacen referencia a científicos o países. Otros tienen origen mitológico.

Nombre del elemento	Símbolo	Referencia
Einsteinio	Es	Albert Einstein
Francio	Fr	Francia
Helio	He	Helio, dios Sol
Paladio	Pd	Palas, diosa de la sabiduría

3 LAS MOLÉCULAS: agrupación de átomos

Si pudieras dividir un grano de arena en trocitos cada vez más pequeños, llegarías a un «trozo» mínimo que no podrías dividir más sin perder las propiedades de la sustancia arena. Esta parte de materia más pequeña que encontrarías se llama **molécula**. Si divides esta molécula obtendrías átomos de silicio y de oxígeno por separado, cuyas propiedades son diferentes a las de la arena.

La **molécula** es la parte de materia más pequeña que sigue teniendo la misma **naturaleza** que la **sustancia** a la que pertenece.

Las **moléculas** pueden estar formadas por:

- **Una sola clase de átomos.** Por ejemplo, la molécula de cloro está formada por átomos del mismo elemento.
- **Más de una clase de átomos** combinados entre sí. Por ejemplo, la molécula de amoníaco está formada por átomos de hidrógeno y de nitrógeno.

Algunas sustancias no forman moléculas de un número fijo de átomos, sino que tienen sus átomos empaquetados en grandes estructuras ordenadas llamadas **redes cristalinas**. Este es el caso de los metales, como el hierro, y de las sales, como el cloruro de potasio.

Existe un tipo reducido de sustancias, como los gases nobles (aparecen en el grupo 18 del Sistema Periódico de los elementos), en las que los átomos se encuentran libres, no se asocian entre sí ni con otros átomos, y no forman ni moléculas ni redes cristalinas. Estas sustancias reciben el nombre de **sustancias atómicas**.

3.1 Enlaces químicos: los átomos se unen entre sí

Si observas con detenimiento los dibujos de la página anterior, te darás cuenta de que algunas de las sustancias puras representadas contienen átomos de una sola clase (cloro, hierro y helio): son **sustancias puras simples**; mientras que en otras existen átomos de distintos elementos químicos (amoníaco y cloruro de potasio): son **sustancias puras compuestas** (ver página 213).

En la mayoría de estas sustancias, los átomos no se encuentran solos, sino que están **enlazados** entre sí, es decir, unidos con otros formando moléculas o redes cristalinas.

Un **enlace químico** es la unión de dos o más átomos para formar una **molécula** o una **red cristalina**. Los átomos se **enlazan** de diferentes **formas** utilizando sus electrones. Estos **electrones** pueden **compartirse** o **transferirse**.

Si al formarse un enlace, se produce una transferencia de electrones entre los átomos, estos dejan de ser neutros. Cuando un átomo pierde o gana algún electrón se convierte en un átomo con carga al que se denomina **ión**.

4 LAS FÓRMULAS QUÍMICAS: un código de símbolos y números

Para representar de forma abreviada las sustancias que están formadas por moléculas, los químicos utilizan un lenguaje universal: las fórmulas químicas.

Una **fórmula química** es la representación abreviada de la composición de una sustancia.

Una fórmula consta de **símbolos** y **subíndices**. Para indicar la clase de átomos que forman una molécula de una sustancia se utiliza el símbolo del elemento correspondiente y para indicar el número de átomos presentes de ese elemento se le coloca un subíndice. Cuando un símbolo aparece sin subíndice, significa que hay un solo átomo de ese elemento.



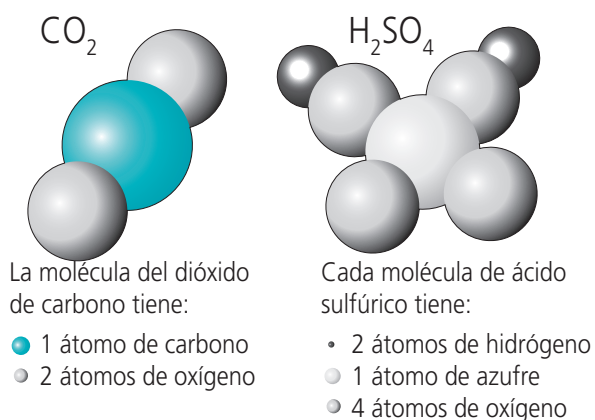
Pero, ¿qué información nos ofrece esta fórmula?

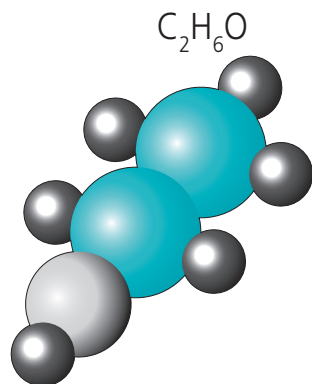
La fórmula CH₄ representa una molécula de la sustancia llamada metano. Está compuesta por dos elementos químicos: el carbono y el hidrógeno. El número de átomos por molécula es de 1 átomo de carbono unido a 4 átomos de hidrógeno.

Cuando las sustancias no forman moléculas, sino **redes cristalinas**, la fórmula no indica el número de átomos por molécula sino la **proporción** en la que se encuentran los átomos de cada elemento.

4.1 Cada sustancia, una fórmula

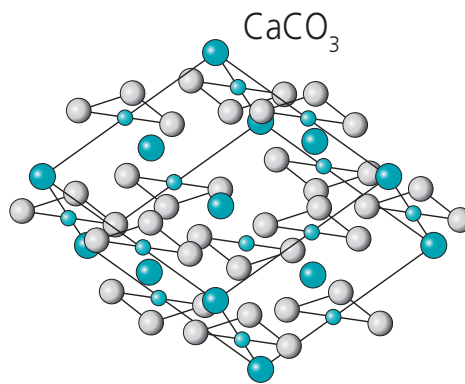
Cualquier sustancia se puede representar mediante una fórmula química.





Una molécula del alcohol etílico tiene:

- 2 átomos de carbono
- 6 átomos de hidrógeno
- 1 átomo de oxígeno



La proporción de átomos en el carbonato de calcio es de:

- ● 1 átomo de calcio y otro de carbono por cada,
- 3 átomos de oxígeno

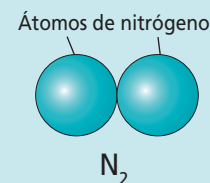
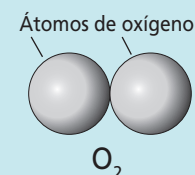
Moléculas y fórmulas químicas de dióxido de carbono, ácido sulfúrico y alcohol etílico. Red cristalina y fórmula del carbonato de calcio.

5 LAS MOLÉCULAS DEL AIRE, DEL AGUA, DE LA TIERRA Y DE LOS SERES VIVOS

El **aire** nos rodea por completo y, aunque no podemos ni verlo, ni olerlo o tocarlo, también es materia. Por ello, está formado por átomos y por moléculas. El 99 % del aire es una mezcla compuesta por dos gases: **nitrógeno** y **oxígeno**. El 1 % restante es **argón**, **vapor de agua** y **dióxido de carbono**.

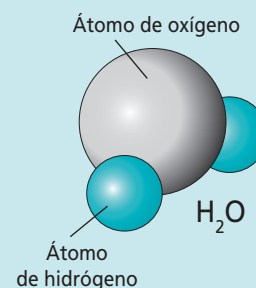
La **molécula de oxígeno** está formada por 2 átomos de oxígeno. Es el gas que constituye el 21 % de la atmósfera. Las plantas lo producen en la fotosíntesis.

La **molécula de nitrógeno** está formada por 2 átomos de nitrógeno. Constituye el 78 % del aire. Resulta esencial para el desarrollo de las plantas. A partir de él se obtiene amoníaco.



El **agua** es la sustancia más abundante y valiosa de la naturaleza. En ella surgió la vida y es fundamental para su mantenimiento. El agua pura no tiene sabor ni color. El agua de mar contiene moléculas de sal, y por eso es salada. El agua de los ríos contiene moléculas de otras sales minerales. Las moléculas de agua, aunque se mueven a menor velocidad que las del aire, chocan millones de veces por segundo resbalando entre ellas continuamente.

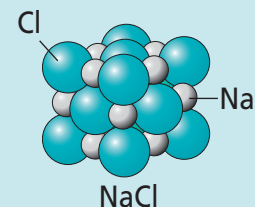
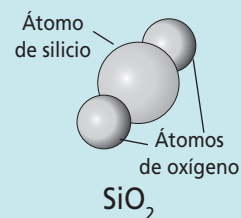
La **molécula del agua** está formada por 2 átomos de hidrógeno y 1 átomo de oxígeno.



La **Tierra** está formada por elementos químicos, pero de todos los elementos conocidos los más abundantes son: **hierro, oxígeno, magnesio, silicio, níquel, azufre, calcio, aluminio, cobalto y sodio**. Estos elementos se combinan entre sí y originan más de 3 000 compuestos diferentes que constituyen la **materia mineral**.

El **cuarzo** es el mineral más abundante en la Tierra. Su molécula está formada por un átomo de silicio y dos de oxígeno. Químicamente se llama dióxido de silicio.

El **cloruro de sodio** o **sal común** está compuesto por átomos de sodio y de cloro que forman una red cristalina. En esta red la proporción de átomos es de un átomo de sodio por cada átomo de cloro. Se utiliza para conservar y condimentar los alimentos.



Los **seres vivos** también estamos formados de materia, pero las moléculas de los seres vivos son diferentes de las moléculas inorgánicas. Muchas son de gran complejidad y tamaño. El 96 % de los átomos que forman nuestras moléculas corresponde al **oxígeno, carbono, hidrógeno y nitrógeno**. El 4 % restante a otros átomos como **calcio, fósforo, potasio, azufre, sodio, cloro, hierro y magnesio**.

El **ADN** es una gran molécula formada por átomos de carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y fósforo. Tiene forma de doble hélice y contiene las instrucciones precisas que determinan las características de un ser vivo.

La **molécula de glucosa** está formada por 6 átomos de carbono, 12 de hidrógeno y 6 átomos de oxígeno. La glucosa aporta la mayor parte de la energía que necesitan las células.

