



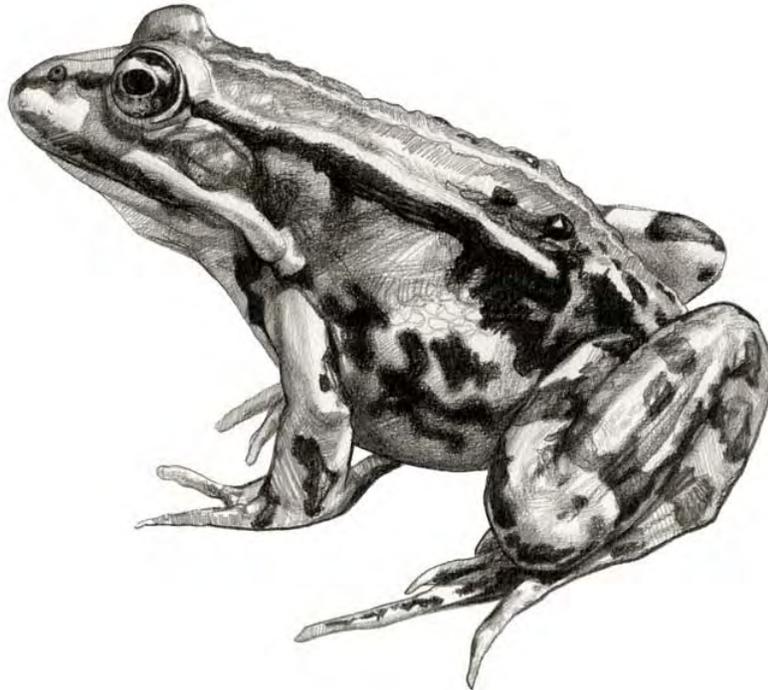
EMBAJADA
DE ESPAÑA
EN ESLOVAQUIA

AGREGADURÍA DE EDUCACIÓN

Materiales didácticos de **BIOLOGÍA**

Guía práctica de Maturita

Secciones Bilingües de Eslovaquia



educacion.es

MATERIALES DIDÁCTICOS DE BIOLOGÍA

Guía práctica de Maturita

Secciones Bilingües de Eslovaquia



Bratislava 2011

Autores:

Eduardo Atiénzar Martínez

Juan Carlos Ballesté Coma

Lourdes Castro Reyes

Israel Fariza Navarro

Alfredo Marcos Reguero

Rafael Ángel Medel Matínez

Julio Ruiz Monteagudo

María Violeta Ros Labella

Nahikari San José Huerga

(Profesores de las Secciones Bilingües de Eslovaquia en los cursos 2010-2011)

Coordinadora: Nahikari San José Huerga



MINISTERIO DE EDUCACIÓN

Subdirección General de Cooperación Internacional

Edita:

© SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA

Subdirección General de Documentación y Publicaciones

© De los textos: los autores

Catálogo de publicaciones del Ministerio

www.educacion.gob.es

Texto completo de esta obra en versión electrónica:

www.educacion.gob.es/exterior/sk/es/publicaciones-y-materiales/biología.pdf

Fecha de edición: noviembre 2011

NIPO: 820-11-527-6

© Diseño, dibujos y maquetación: Peter Sojka Mgr.art.

BIOLOGIA



ÍNDICE

Presentación	5
Introducción	6
Agradecimientos	7
1. Las biomoléculas	8
<i>Rafael Ángel Medel Martínez</i>	
2. La célula	25
<i>Rafael Ángel Medel Martínez</i>	
3. El ciclo celular	35
<i>María Violeta Ros Labella</i>	
4. El metabolismo celular	41
<i>Lourdes Castro Reyes</i>	
5. Los microorganismos	52
<i>Alfredo Marcos Reguero</i>	
6. Genética mendeliana	67
<i>Israel Fariza Navarro</i>	
7. Genética molecular	75
<i>Israel Fariza Navarro</i>	
8. Histología vegetal	81
<i>Eduardo Atiénzar Martínez</i>	
9. Organología vegetal	88
<i>Julio Ruíz Monteagudo</i>	
10. Sistemática vegetal (I)	98
<i>Lourdes Castro Reyes</i>	
11. Sistemática vegetal (II)	106
<i>Lourdes Castro Reyes</i>	
12. La reproducción y el desarrollo embrionario en los seres vivos	116
<i>Julio Ruíz Monteagudo</i>	

13. Histología animal.....	127
<i>Eduardo Atiénzar Martínez</i>	
14. Sistemática animal (I)	138
<i>Nahikari San José Huerga</i>	
15. Sistemática animal (II).....	151
<i>Nahikari San José Huerga</i>	
16. El aparato locomotor	166
<i>Juan Carlos Ballesté Coma</i>	
17. El sistema circulatorio	178
<i>Juan Carlos Ballesté Coma</i>	
18. El aparato respiratorio	187
<i>Juan Carlos Ballesté Coma</i>	
19. El sistema inmunológico	193
<i>Alfredo Marcos Reguero</i>	
20. El aparato digestivo.....	208
<i>Rafael Ángel Medel Martínez</i>	
21. El aparato excreto-urinario.....	218
<i>Rafael Ángel Medel Martínez</i>	
22. El sistema nervioso	222
<i>María Violeta Ros Labella</i>	
23. Los sentidos.....	231
<i>Julio Ruíz Monteagudo</i>	
24. El sistema endocrino	239
<i>María Violeta Ros Labella</i>	
25. El aparato reproductor	249
<i>Nahikari San José Huerga</i>	
26. Evolución.....	258
<i>Julio Ruíz Monteagudo</i>	
27. Ecología	265
<i>Israel Fariza Navarro</i>	

Soluciones de las actividades	275
Bibliografía	329

PRESENTACIÓN

La presente publicación, *Materiales didácticos de Biología. Guía práctica de Maturita. Secciones Bilingües de Eslovaquia*, ha sido concebida para dotar a la enseñanza de la Biología en las Secciones Bilingües de Eslovaquia de un instrumento de homogeneidad con vistas, especialmente, a las pruebas finales para la obtención de la doble titulación del Bachillerato español y de la Maturita eslovaca, que da acceso a la universidad.

Estos *Materiales didácticos de Biología. Guía práctica de Maturita. Secciones Bilingües de Eslovaquia*, que han sido confeccionados a partir de la experiencia docente de los profesores españoles en el sistema educativo eslovaco, forman parte del plan de publicaciones de la Agregaduría de Educación en Eslovaquia para suministrar al profesorado y al alumnado textos y materiales pedagógicos de utilidad básica que compaginen las exigencias de los currículos eslovacos y españoles en este modelo de enseñanza integrada que son las secciones bilingües.

Nuestra felicitación a los autores por la voluntad expresada en este libro de clarificar las cuestiones prácticas a las que el estudiante eslovaco se enfrenta durante su aprendizaje bilingüe de la Biología; y, también, por la capacidad que han tenido de trabajar coordinadamente en grupo, salvando las dificultades que impone la distancia y aprovechando con solicitud y eficacia los recursos de las nuevas tecnologías de la comunicación y de la información.

Bratislava, noviembre de 2011

INTRODUCCIÓN

El sistema educativo eslovaco tiene como prueba final, una prueba de madurez (Maturita) en la que los alumnos demuestran de forma oral, los conocimientos aprendidos durante toda la enseñanza secundaria.

Los estudiantes de las secciones bilingües tienen la opción de obtener el título de bachillerato español, si superan esta prueba en las asignaturas de Lengua y Literatura españolas y también, al menos, en una de las asignaturas de ciencias impartidas en español (Biología, Física, Matemáticas y Química).

Los profesores de las distintas secciones bilingües en Eslovaquia, que impartimos la asignatura de Biología, hemos querido elaborar una guía práctica para Maturita, con el propósito de facilitar el aprendizaje de la materia a los estudiantes y a la vez, intentar unificar los contenidos didácticos de la asignatura de cada sección bilingüe, ya que no todas tienen los mismos temas para la prueba de madurez.

Los profesores de ciencias deben adaptarse al currículo eslovaco, pudiendo realizar cambios limitados en él. Por este motivo, los libros de texto en español no se adaptan a los contenidos que se exigen en el examen final de madurez. Así que, esta fue una de las razones principales para que un grupo de profesores de ciencias, decidiésemos elaborar estos materiales prácticos para Maturita.

En esta guía se podrán consultar los temas vistos a lo largo de toda la formación de educación secundaria y servirá también de apoyo en las clases habituales para los profesores. Por tanto, pretendemos que estos materiales sean aprovechados por profesores de diferentes centros y en general por alumnos de todos los niveles, sirviendo de guía en particular, a los estudiantes que decidan elegir Biología como asignatura para la prueba de Maturita.

Hemos hecho una recopilación ilustrada de 27 temas, con los principales conceptos de las ciencias biológicas, ejercicios de comprensión al final de cada tema y las soluciones correspondientes.

AGRADECIMIENTOS

- A la Agregaduría de Educación de la Embajada de España en Eslovaquia por hacer posible este proyecto y su publicación.
- Al Instituto de Formación del profesorado, Investigación e Innovación Educativa del Ministerio de Educación de España, por incluir este proyecto en su plan de formación del profesorado.
- A todas las SS.BB. de Eslovaquia por facilitar la participación de los diferentes profesores en el grupo de trabajo.
- A Peter Sojka por sus ilustraciones y la maquetación del proyecto.
- A las alumnas de la sección bilingüe de Zilina:
 - Lenka Kocianova por los dibujos de la membrana plasmática y la célula animal.
 - Mikundová por los dibujos de la célula vegetal, retículo endoplasmático y cloroplasto.
 - Lucia Leiblingerová por el dibujo del aparato urinario.
 - Petra Lukáčiková por el dibujo del riñón.
- A Cristina Sobrado Taboada por su colaboración desinteresada en todo momento.
- A todos aquellos que nos han ayudado en la elaboración de esta guía.

© Mgr.art Peter Sojka, para las ilustraciones: molécula de DNA, tema 7; músculo, tema 13; neurona, tema 13; carpa, tema 15; ciclo vital de la rana, tema 15; comparación de circulaciones sanguíneas, tema 15; extremidades de vertebrados, tema 15; estructuras tróficas, tema 27; portada “rana”; portada “microscopio”

No está permitido utilizar ninguna parte de esta publicación con fines comerciales sin el permiso de los autores y del editor.

LAS BIOMOLÉCULAS

1. *Introducción*
2. *El agua y sales minerales*
3. *Los glúcidos*
4. *Los lípidos*
5. *Las proteínas*
6. *Los nucleótidos y los ácidos nucleicos*
7. *Actividades*

1. Introducción

Los seres vivos son conjuntos organizados de materia. Todos los seres vivos están formados por el mismo tipo de átomos, entre los que destaca el carbono.

De los elementos químicos de la tabla periódica, sólo se encuentran unos 20 en los seres vivos, a éstos elementos los llamamos bioelementos, y no todos ellos son igualmente abundantes. Ciertos elementos llamados oligoelementos por estar presentes en pequeñas cantidades (menos del 0,01%).

Tabla 1: Relación de bioelementos y oligoelementos presentes en los seres vivos

Bioelementos			Oligoelementos	
Elemento	Símbolo	Porcentaje en peso	Elemento	Símbolo
Oxígeno	O	62,00	Cobre	Cu
Carbono	C	20,00	Manganeso	Mn
Hidrógeno	H	10,00	Molibdeno	Mo
Nitrógeno	N	3,00	Cobalto	Co
Calcio	Ca	2,50	Boro	B
Fósforo	P	1,00	Zinc	Zn
Azufre	S	0,25	Flúor	F
Potasio	K	0,25	Selenio	Se
Cloro	Cl	0,20	Cromo	Cr
Sodio	Na	0,10		
Magnesio	Mg	0,07		
Yodo	I	0,01		
Hierro	Fe	0,01		

La mayoría de los átomos no poseen una configuración estable, y se unen entre sí mediante enlaces para formar biomoléculas. Las moléculas que constituyen los seres vivos las podemos agrupar en dos grandes grupos:

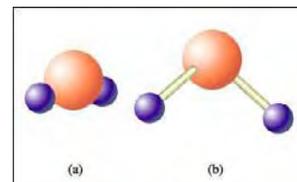
- *Biomoléculas inorgánicas*: se encuentran en los seres vivos, pero no son exclusivas de ellos, y son **agua** y **sales minerales**.
- *Biomoléculas orgánicas*: son exclusivas de los seres vivos, y siempre presentan carbono en su composición. Son **glúcidos**, **lípidos**, **proteínas** y **ácidos nucleicos**.

2. El agua y las sales minerales

El agua es la biomolécula más abundante en cualquier ser vivo, y representa entre el 60 y 90% de su peso. Cubre la mayor parte de la superficie de la tierra, la vida se originó en el agua, es casi imposible imaginar la existencia de vida en un planeta sin agua. Hay organismos que viven en la ínfima cantidad de agua de un grano de arena, algunas bacterias se encuentran en los límites de fusión de los témpanos polares, en las aguas casi hirvientes de los manantiales termales.

Para comprender por qué el agua es tan extraordinaria, debemos considerar su estructura molecular. Su molécula es un átomo de oxígeno que se une covalentemente a dos átomos de hidrógeno, los átomos forman un ángulo de 105° . Al ser el átomo de oxígeno más electronegativo, atrae los electrones quedando cargado δ^- mientras que el exceso de carga positiva δ^+ queda sobre los dos hidrógenos. Como resultado la molécula de agua es **polar**, con dos zonas débilmente negativas y dos zonas débilmente positivas.

En consecuencia, entre sus moléculas se forman enlaces débiles. Entre un átomo de oxígeno δ^- con otro de hidrógeno δ^+ de otra molécula, se conocen como **puentes de hidrógeno**. Cada molécula de agua puede formar puentes de hidrógeno con otras cuatro moléculas de agua. Aunque los enlaces individuales son débiles y se rompen continuamente, la fuerza total de los enlaces que mantienen a las moléculas juntas es muy grande. Ésta estructura proporciona a la molécula de agua ciertas propiedades importantes para la vida:



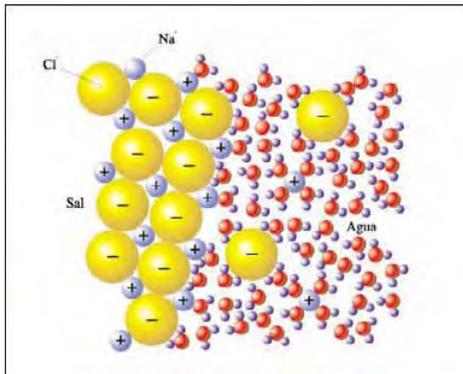
⇒ **Propiedades**

a) Tensión superficial, es debida a la fuerza que une las moléculas de agua entre sí, es una tensión elevada únicamente superado por el mercurio. Esto explica el por qué al colmar un vaso por encima del borde se forma una superficie convexa. Ésta propiedad explica su gran capilaridad, capacidad para ascender desde la raíz a las hojas.

b) Calor específico elevado, es decir se requiere mucha energía para elevar la temperatura del agua, del mismo modo al bajarla, se desprende mucho calor. Gracias a ésta gran capacidad que tiene el agua para absorber el calor producido por las reacciones metabólicas, la temperatura de los seres vivos puede mantenerse sin sufrir grandes oscilaciones. Además posee una alta conductividad térmica los animales se sirven de ésta propiedad para perder calor al sudar. Gracias a esta propiedad la temperatura de los seres vivos puede mantenerse sin sufrir grandes oscilaciones.

c) La **densidad del agua** es mayor que la densidad del hielo, esto se debe a que las moléculas de agua cuando se encuentran a una temperatura inferior a 0°C , punto de congelación del agua, se ordenan formando una red cristalina, que ocupa más volumen. La importancia es vital para los organismos acuáticos que viven en regiones frías. Se forma una capa que aísla el agua del frío exterior y retarda la formación de más hielo, protegiendo de la congelación a los individuos que viven bajo él. Sin embargo la formación de cristales de hielo dentro del organismo puede destruir sus estructuras y causarle la muerte. Algunos insectos, peces y ranas poseen anticoagulantes naturales, como el glicerol.

d) El **agua es disolvente universal**. Cuando una molécula se disuelve, sus componentes se separan (moléculas o iones) y se rodean de moléculas del disolvente. Dentro de los sistemas vivos, muchas sustancias se encuentran en solución acuosa. La polaridad de las moléculas de agua es la responsable de la capacidad solvente del agua.



Las moléculas polares de agua tienden a separar sustancias iónicas, como el cloruro de sodio (NaCl), en sus iones constituyentes. Las moléculas de agua se aglomeran alrededor de los iones con carga y los separan unos de otros (proceso de solvatación), por el contrario las moléculas no polares, no son solubles en agua y forman interfases, en las que tienen lugar muchas reacciones químicas de los seres vivos. Ésta propiedad permite que en el agua se realicen la mayoría de las reacciones químicas de las células.

Este diagrama muestra al cloruro de sodio (NaCl) disolviéndose en el agua a medida que las moléculas de ésta se aglomeran alrededor de los iones individuales sodio y cloruro separándolos unos de otros. Muchas de las moléculas importantes en los sistemas vivos que presentan uniones covalentes, como los azúcares, tienen regiones de carga parcial positiva o negativa. Estas moléculas, por lo tanto, atraen moléculas de agua y también se disuelven en agua. Las moléculas polares que se disuelven rápidamente en agua son llamadas hidrofílicas. Estas sustancias se disuelven fácilmente en agua porque sus regiones parcialmente cargadas atraen moléculas de agua.

Las **sales minerales** son moléculas inorgánicas que pueden encontrarse en estado sólido o disueltas. Las sales minerales regulan los procesos osmóticos asociados al paso de agua a través de membranas semipermeables, el pH, y las concentraciones de iones. Además cada ión puede desempeñar funciones concretas, como el Ca^{2+} que interviene en la contracción muscular. Las sales en estado sólido, forman parte de estructuras esqueléticas, como el fosfato cálcico $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ y el carbonato cálcico CaCO_3 que forman parte de los huesos y dientes de vertebrados, o las conchas de los moluscos.

Las sales minerales que aparecen en disolución se disocian en sus iones, los principales son:

Cationes: (Na^{+} , K^{+} , Ca^{2+} , Mg^{2+})

Aniones: (Cl^{-} , CO_3^{2-} , HPO_4^{-} , SO_4^{2-} , HCO_3^{-}). Cada uno de estos iones cumple una función determinada en las células.

3. Los glúcidos

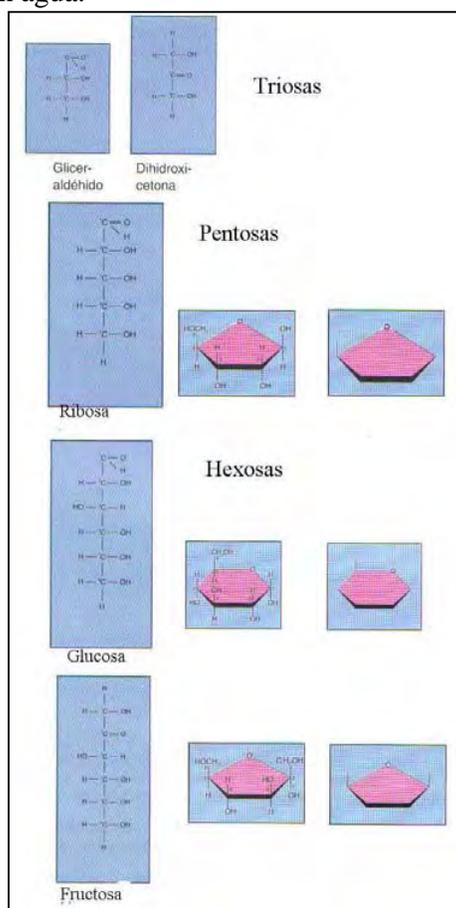
Son los compuestos orgánicos denominados azúcares, y están formados por Carbono, Oxígeno e Hidrógeno. Éstas son las biomoléculas más importantes de la naturaleza y constituyen la principal reserva energética de los seres vivos. Los glúcidos están formados por una o varias unidades constituidas por cadenas de entre 3 a 7 átomos de carbono. Uno de éstos carbonos es un grupo carbonilo, aldehído $-\text{CHO}$, o cetona $-\text{CO}-$, el resto de los átomos están unidos a grupos hidroxilo $-\text{OH}$. Por ello se denominan polihidroxialdehídos o aldosas y polihidroxicetonas o cetosas.

Las polihidroxialdehídos y las polihidroxicetonas se pueden unir mediante enlaces covalentes, para dar lugar a polímeros, éstos enlaces se denominan enlaces **O-glucosídico**

Los glúcidos se utilizan para producir y almacenar energía por las células (glucosa, glucógeno y almidón), algunos como la celulosa constituyen importantes estructuras celulares, algunos asociados a lípidos (glucolípidos) y proteínas (glucoproteínas) desempeñan papel clave en el reconocimiento entre las células.

⇒ *Monosacáridos*

Son los hidratos de carbono elementales, responden a la fórmula general es $(\text{CH}_2\text{O})_n$, donde n es un número entero comprendido entre 3 y 8, según su número de carbonos se denominan triosas, tetrosas, pentosas, etc. En general son blancos, de sabor dulce y solubles en agua.



Son moléculas que poseen isomería y en el caso de los monosacáridos que poseen más de 2 carbonos, las formas D y L se determinan teniendo en cuenta el $-\text{OH}$ del carbono asimétrico más alejado del grupo carbonilo. Curiosamente en la naturaleza casi todos los glúcidos se encuentran en la forma D.

Cuando los glúcidos de 5 o más átomos de carbono se disuelven en agua, estado en el que se encuentran los seres vivos, adoptan estructuras cíclicas. En el caso de la D-glucosa forma un ciclo hexagonal, donde los vértices los ocupen 5 carbonos y un oxígeno. El carbono 1 en éste caso se ha convertido en carbono asimétrico y se denominan anómero α y anómero β .

Los monosacáridos son moléculas de las que las células obtienen fácilmente energía. El más abundante de todos es la glucosa, algunas hexosas, glucosa, fructosa y galactosa, se unen entre sí para formar disacáridos.

⇒ **Oligosacáridos**

Son compuestos formados por la unión de 2 a 10 monosacáridos, unidos mediante enlaces o-glucosídicos. En general son solubles en agua y tienen sabor dulce. Los oligosacáridos son cadenas cortas y lineales. El enlace se produce entre el carbono de un grupo hidroxilo de un monosacárido y el carbono anomérico de otro monosacárido.

Los **disacáridos** se forman por la unión de dos monosacáridos. En la reacción se desprende una molécula de agua y el enlace resultante se denomina glucosídico. Los disacáridos más abundantes en la naturaleza son: maltosa, lactosa y sacarosa.

a) **Maltosa** formada por la unión de 2 moléculas de glucosa, se encuentra en los granos de la cebada y se conoce como malta.

b) **Lactosa** resulta de la unión de una molécula de glucosa y una de galactosa. Es el azúcar presente en la leche de los mamíferos.

c) **Sacarosa**, formada por la unión de una molécula de glucosa y una de fructosa. La sacarosa es el principal disacárido de los vegetales, muy abundante en la caña de azúcar y en la remolacha. El enlace glucosídico puede romperse en presencia de agua y las correspondientes enzimas: maltasa, lactasa y sacarasa, el resultado son las correspondientes moléculas de monosacárido.

⇒ **Polisacáridos**

Compuestos por un gran número de monosacáridos unidos entre ellos mediante enlaces o-glucosídicos. En general no son dulces ni solubles en agua. Los polisacáridos más frecuentes en los seres vivos, almidón, glucógeno y celulosa; están formados únicamente por unidades de glucosa, otros polisacáridos como la quitina, no contienen glucosa sino un monosacárido derivado de ella.

a) **Almidón**

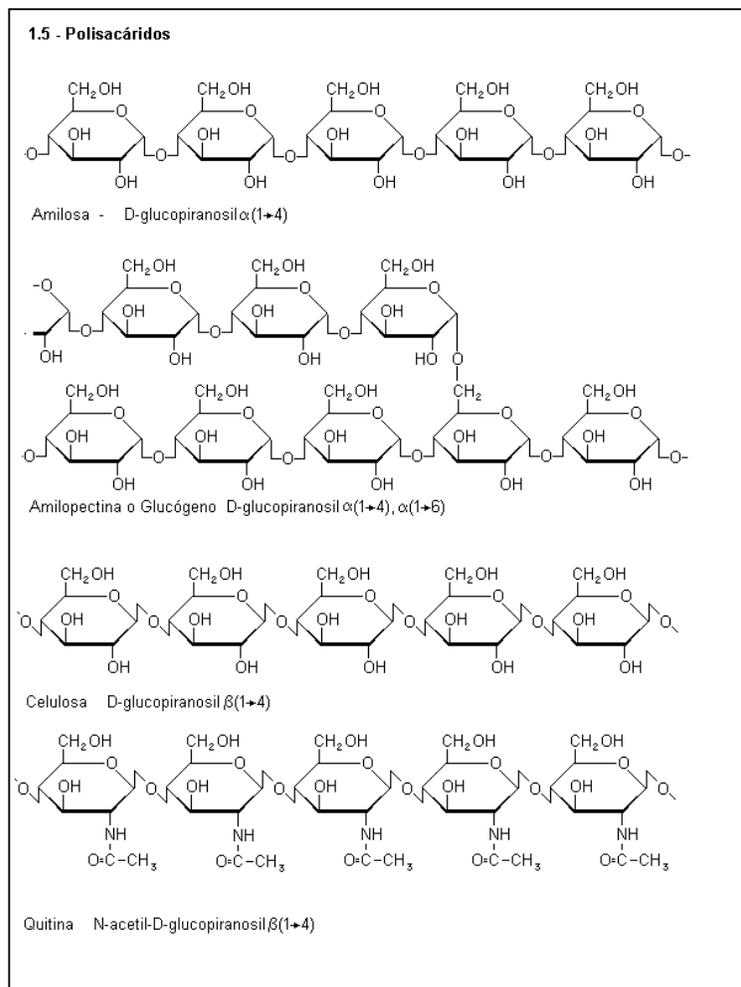
Es el polisacárido de reserva de las plantas, constituido por dos polímeros de glucosa, amilosa (30%) y amilopectina (70%). La amilosa es un polímero formado por unidades de glucosa unidas por enlaces α (1 \rightarrow 4). La amilopectina es también un polímero de la glucosa formado por enlaces pero ramificado, las ramificaciones se inician con enlaces α (1 \rightarrow 6). La amilopectina presenta ramificaciones cada 30 unidades de glucosa aproximadamente lo que le impide formar la hélice que forma la glucosa. La presencia de amilopectina confiere al almidón una estructura menos compacta y más favorable a la acción de las enzimas hidrolíticas. El almidón se acumula en forma de plastos en las células vegetales. Es más abundante en las semillas y en los tubérculos.

b) **Glucógeno**

Es la principal sustancia de reserva de los animales. Es especialmente abundante en el hígado y en los músculos estriados. Está formado por cadenas lineales de glucosa unidas mediante enlaces α (1 \rightarrow 4) que presentan también ramificaciones α (1 \rightarrow 6), que aparecen cada 10 unidades de glucosa aproximadamente. El glucógeno no posee estructura helicoidal, lo que

lo hace más accesible a la acción de las enzimas, y puede ser degradado en las células animales más rápidamente que el almidón en los vegetales.

c) Celulosa



Es un polisacárido muy importante, que entra a formar parte de la estructura de las células vegetales, siendo por ello la molécula orgánica más abundante sobre la Tierra. Es una cadena lineal de glucosas que se unen por enlaces $\beta(1\rightarrow4)$. Nosotros no podemos degradar la celulosa que ingerimos por carecer de las enzimas digestivas capaces de romper los enlaces $\beta(1\rightarrow4)$, pasando inalterada por el tracto digestivo sin proporcionarnos energía. Sin embargo, es importante en nuestra dieta, pues estimula el intestino y facilita la defecación. Muchas bacterias poseen celulasas y son capaces de degradar la celulosa, en el caso de los herbívoros éstos tienen microorganismos simbióticos que poseen en su tubo digestivo.

d) Quitina

Es el principal componente del exoesqueleto de los insectos y de los crustáceos y de la pared que envuelve las células de los hongos. Se trata de un polímero de N-acetil glucosamina unidas por enlace $\alpha(1\rightarrow4)$. Adopta una estructura similar a la celulosa pero con enlaces de hidrógeno más fuertes debido al grupo N-acetil. La dureza del exoesqueleto de los artrópodos se debe a la alternancia de capas de quitina con otras de proteína.

⇒ *Glucoproteínas y glucolípidos*

En las membranas plasmáticas la mayor parte de las proteínas y algunos de los lípidos expuestos al exterior de la célula, poseen restos de oligosacáridos unidos covalentemente. Algunos de los monosacáridos que aparecen más frecuentemente en las glucoproteínas son: galactosa, glucosa, glucosamina, galactosamina, etc. Tienen un papel importante en las

interacciones celulares. Un ejemplo es la estructura de los grupos sanguíneos humanos A, B, O. Estos grupos se definen por la presencia en la membrana plasmática de unos antígenos formados por glucoproteínas y glucolípidos.

4. Los lípidos

Los lípidos agrupan una gran cantidad de moléculas orgánicas de muy diversa naturaleza química, que comparten una propiedad, la de ser insolubles en agua. Esto se debe a que poseen numerosos enlaces apolares carbono-hidrógeno, sin embargo se disuelven en disolventes orgánicos como alcohol, benceno, éter, cloroformo, etc. Están formados por carbono, oxígeno e hidrógeno y en ocasiones contienen otros elementos como el fósforo y nitrógeno.

Están formados por cadenas hidrocarbonadas, lineales, o cíclicas, en las que pueden presentarse grupos carboxilo, hidroxilo o amino. Son biomoléculas que realizan funciones muy diversas en los organismos:

- reserva de energía (ácidos grasos, triacilgliceroles y ceras).
- función estructural (glicerofosfolípidos, esfingolípidos y los esteroides).
- funciones específicas (caso de las hormonas y vitaminas de composición lipídica).

Tabla 2: Clasificación de lípidos

Lípidos saponificables	Lípidos insaponificables
Acilglicéridos	Esteroides
Ceras	Terpenos
Fosfolípidos	Prostaglandinas
Lípidos con esfingosina	

Para clasificarlos distinguiremos entre los lípidos que poseen ácidos grasos, por tanto saponificables, de los lípidos que no poseen ácidos grasos, los insaponificables.

⇒ **Ácidos grasos**

Son sustancias que se encuentran formando parte de otros compuestos como los triacilgliceroles o las ceras. Están formados por una cadena hidrocarbonada con un grupo carboxilo, en general la cadena es lineal y posee un número par de átomos de carbono que oscila entre 14 y 22. Cuando los enlaces son sencillos los ácidos grasos se denominan **saturados** y cuando presentan algún doble enlace se denominan **insaturados**, esto hace que disminuya el punto de fusión de los ácidos grasos.

Tabla 3: Ácidos grasos saturados

Ácido (saturado)	Fórmula	Ácido (insaturado)	Fórmula
Cáprico	$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_8\text{-COOH}$	Palmitoleico	$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_5\text{-CH=CH-(CH}_2\text{)}_7\text{-COOH}$
Láurico	$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_{10}\text{-COOH}$	Oleico	$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_7\text{-CH=CH-(CH}_2\text{)}_7\text{-COOH}$
Palmítico	$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_{14}\text{-COOH}$	Linolénico	$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_4\text{-CH=CH-CH}_2\text{-CH=CH-(CH}_2\text{)}_4\text{-COOH}$
Estearico	$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_{16}\text{-COOH}$	Linoleico	$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_4\text{-CH=CH-CH}_2\text{-CH=CH-(CH}_2\text{)}_7\text{-COOH}$

La cadena hidrocarbonada de los ácidos grasos es hidrofóbica, mientras que el extremo que contiene el grupo carboxilo polar será hidrofílico, éstas moléculas heteropolares tienen la peculiaridad, que si añadimos una pequeña gotita de aceite a un agua, forman unas estructuras donde las largas cadenas se orientan hacia el interior, éste comportamiento permite construir membranas biológicas. Los ácidos grasos no suelen encontrarse libres en las células, pues en grandes cantidades suelen ser tóxicos, generalmente suelen encontrarse formando acilglicéridos.

⇒ *Acilglicéridos*

Son ésteres de glicerol con ácidos grasos. Según cuantos grupos -OH del glicerol se esterifiquen, se forman los mono- di- o triacilglicéridos. Los ácidos grasos implicados pueden ser iguales o diferentes. El punto de fusión de los triglicéridos depende de los ácidos grasos que lo componen. Los triglicéridos son apolares, insolubles en agua.

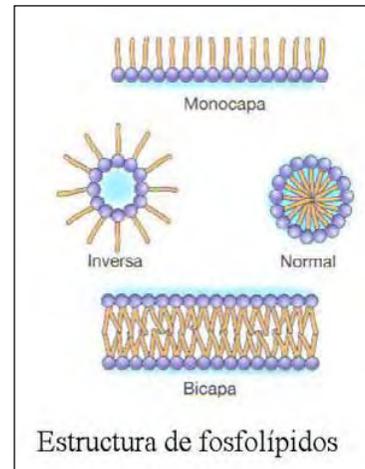
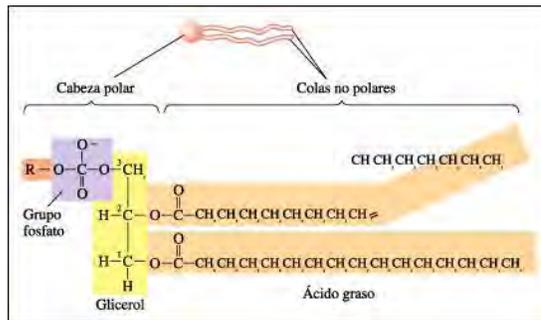
La reacción de formación de los triglicéridos se denomina **esterificación** y es la reacción mediante la cual se une el carbono de un grupo hidroxilo con el carbono de un grupo carboxilo y como consecuencia se pierde una molécula de agua. Los que son sólidos a temperatura ambiente se denominan grasas, y los que se mantienen en estado líquido, aceites. Generalmente las grasas proceden de los animales y poseen mayor porcentaje de ácidos grasos saturados. La hidrogenación de los ácidos grasos insaturados produce ácidos grasos saturados, pasando por tanto a sólidos, por éste procedimiento se fabrican las margarinas. La hidrólisis de los triglicéridos se denomina **saponificación** y da lugar a la liberación de glicerol y ácidos grasos. Cuando se produce la hidrólisis de los triacilglicéridos en presencia de bases como el KOH y el NaOH, los ácidos liberados se unen a los iones K^+ o Na^+ y dan lugar a las sales denominadas jabones, esta reacción recibe el nombre de saponificación.

Los triglicéridos constituyen la fuente de energía más importante de las células. Las grasas se han convertido en las reservas de alimento por excelencia. Procesos tan importantes como las migraciones de las aves no podrían ocurrir si no fuera por la reserva de energía que éstas acumulan en forma de grasas, si tuvieran que acumular glucógeno, el peso del animal sería tan grande que el animal no podría volar. Las grasas tienen además función de aislante térmico, muy importante en el caso de animales de climas fríos como peces o ballenas. En promedio, las grasas producen aproximadamente 9,3 kilocalorías por gramo, en comparación con las 3,79 kilocalorías por gramo de carbohidrato, o las 3,12 kilocalorías por gramo de proteína, por tanto las grasas almacenan seis veces más energía gramo por gramo que el glucógeno.

⇒ *Ceras*

Son lípidos derivados de los ácidos grasos, formados por ácidos grasos de cadena larga unidos mediante enlaces éster a monoalcoholes de 16 a 30 átomos de carbono. Esto determina que las ceras sean sólidas y tengan puntos de fusión muy alto.

Se encuentran en las membranas protectoras e impermeables de muchos organismos, como en la piel, pelo, plumas, exoesqueleto de los insectos, o en las hojas y frutos de muchos vegetales. También forman el cerumen existente en el conducto auditivo. Algunas ceras tienen importancia económica: la cera de palmera se emplea para abrillantar, la de abeja para fabricar velas, la lanolina en la fabricación de cosméticos.

⇒ **Fosfolípidos**

Estructura de fosfolípidos

Son los lípidos estructurales más importantes. Derivan del ácido fosfatídico. Su esqueleto está formado por glicerol-3-fosfato. Los carbonos C1 y C2 del glicerol se esterifican con ácidos grasos, siendo el C2 el carbono asimétrico. Dado que contienen fosfato y otros grupos polares, poseen un extremo polar y otro apolar, de ahí que formen fácilmente miscelas y estructuras membranosas.

Las "colas" de ácido graso son no polares y por lo tanto, **hidrofóbicas**; la "cabeza" polar que contiene a los grupos fosfato es soluble, es **hidrofilica**. Esta disposición de las moléculas de fosfolípido, con sus cabezas hidrofílicas expuestas y sus colas hidrofóbicas agrupadas, forman la base estructural de las membranas celulares.

⇒ **Lípidos con esfingosina**

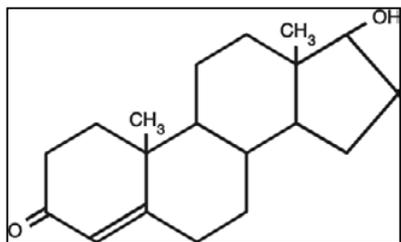
Son lípidos en los que en lugar de glicerina, hay esfingosina, que es un alcohol insaturado con dos grupos hidroxilo y un amino. A éste grupo de lípidos pertenecen los glucolípidos y esfingolípidos.

Los **esfingolípidos** son el resultado de la unión de un ácido graso, un ácido fosfórico y una molécula de colina. El ácido graso se une a la molécula de -NH₂ de la esfingosina, mientras que el ácido fosfórico lo hace al -OH y la colina al ácido fosfórico. La esfingosina es el esfingolípidos más abundante, se encuentra en casi todas las membranas celulares junto con fosfolípidos.

Los **glucolípidos** ("lípidos con azúcar"), se localizan en la parte exterior de la bicapa, quedando los oligosacáridos hacia el exterior de la superficie celular. Son lípidos derivados de la esfingosina que contienen oligosacáridos en su estructura y carecen de ácido fosfórico. En solución acuosa, los glucolípidos se comportan del mismo modo que los fosfolípidos. También son componentes importantes de las membranas celulares en las que cumplen funciones de reconocimiento celular.

⇒ ***Esteroides***

Éste grupo de lípidos incluye moléculas con actividad biológica muy variada, como lípidos de membrana, ciertas hormonas y vitaminas. Sin embargo todas ellas derivan de un núcleo básico común: el ciclopentano perhidrofenantreno.



El esteroide más abundante es el **colesterol**, esencial en las membranas de las células animales, cerebro y tejido nervioso. El colesterol es además precursor de las hormonas sexuales y de los ácidos biliares, éstos últimos se producen en el hígado y juegan un importante papel en la emulsión de grasas y su posterior absorción en el intestino. El colesterol se encuentra en las membranas celulares su presencia da rigidez a las membranas y evita su congelamiento a muy bajas temperaturas.

También es un componente principal de la vaina de mielina, la membrana lipídica que envuelve a las fibras nerviosas de conducción rápida, acelerando el impulso nervioso.

El colesterol es sintetizado en el hígado a partir de ácidos grasos saturados y también se obtiene en la dieta, principalmente en la carne, el queso y las yemas de huevo. Las altas concentraciones de colesterol en la sangre están asociadas con la aterosclerosis, enfermedad en la cual el colesterol se encuentra en depósitos grasos en el interior de los vasos sanguíneos afectados

Otros esteroides tienen función hormonal, es decir, actúan como mensajeros químicos entre las células de distintas partes del cuerpo. Las principales son la aldosterona y cortisol, y las hormonas sexuales testosterona (ver imagen) y progesterona. Algunas vitaminas liposolubles como la vitamina D, son también esteroides.

⇒ ***Terpenos***

Son también lípidos simples, derivados de una molécula de 5 carbonos denominada isopreno, ésta molécula puede polimerizarse originando otras moléculas de estructura lineal o cíclica. Los terpenos constituyen algunos de los aceites esenciales de las plantas, que les confieren olores y sabores característicos, tales como el mentol, el alcanfor, el limoneno o el geraniol.

Entre los terpenos de estructura más complicada se encuentra el fitol, que forma parte de la molécula de clorofila, el escualeno precursor del colesterol y los carotenoides, pigmentos de las células vegetales. Las vitaminas E y K también son terpenos.

⇒ ***Prostaglandinas***

Se descubrieron por primera vez en 1938 en el semen humano, y en la actualidad se conocen unas 20 moléculas distintas. Están presentes en la mayoría de los tejidos animales, en los que ejercen numerosas acciones de naturaleza reguladora. Algunas estimulan la contracción del músculo liso y disminuyen la presión sanguínea. Otras relacionadas con el ciclo menstrual, las reacciones alérgicas o las respuestas inflamatorias durante las infecciones. Parece que la aspirina inhibe la síntesis de prostaglandinas, y éste puede ser el mecanismo por

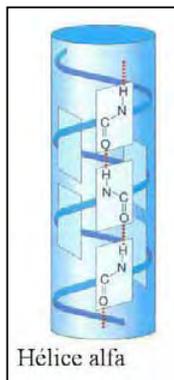
el que la aspirina reduce la inflamación y la fiebre. Algunas prostaglandinas tienen aplicaciones clínicas para provocar el parto o el aborto terapéutico.

5. Las proteínas

Las proteínas son unas de las moléculas más abundantes en los sistemas vivos, constituyen el 50% o más del peso seco. Hay muchas moléculas de proteína diferentes: enzimas, hormonas, proteínas de almacenamiento como la que se encuentra en los huevos de las aves y los reptiles, proteínas de transporte como la hemoglobina, proteínas contráctiles como las que se encuentran en el músculo, inmunoglobulinas y proteínas de membrana entre otras.

Todas las proteínas tienen el mismo esquema simple: todas son polímeros de aminoácidos, dispuestos en una secuencia lineal. Los aminoácidos constituyen la base estructural de los péptidos y proteínas. Desde el punto de vista químico estos productos se caracterizan por poseer un grupo carboxilo – COOH unido a un grupo amino –NH₂ unidos a un mismo carbono, denominado carbono alfa. En teoría es posible la existencia de una gran variedad de aminoácidos distintos, pero sólo veinte tipos diferentes se utilizan para construir las proteínas. Estos aminoácidos que forman parte de las proteínas varían de acuerdo con las propiedades de sus grupos laterales (R). El grupo amino (-NH₂) posee características básicas débiles y el grupo carboxilo (-COOH) posee características ácidas débiles. Por tanto un aminoácido es en realidad una sustancia anfótera, que adoptará formas iónicas diferentes en función del pH del medio.

⇒ Niveles de organización

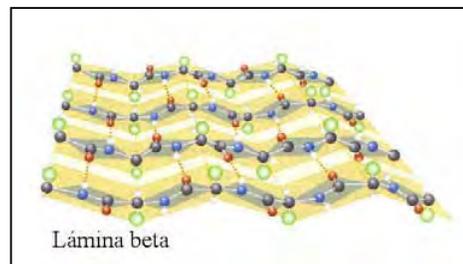


La secuencia lineal de aminoácidos, dictada por la información hereditaria contenida en la célula para esa proteína, se conoce como **estructura primaria** de la proteína.

A medida que la cadena se ensambla, comienzan a ocurrir interacciones entre los distintos aminoácidos de la proteína, se establecen interacciones por puentes de hidrógeno entre el hidrógeno ligeramente positivo del grupo amino de un aminoácido y el oxígeno ligeramente negativo del carbonilo de otro aminoácido, se forman dos tipos de estructuras: hélice α y lámina β . Ambas estructuras forman la **estructura secundaria** de la proteína.

a) **hélice α** . Ésta hélice mantiene su estructura gracias a las interacciones entre el oxígeno de un grupo amino y el hidrógeno del grupo amino de otro aminoácido situado a cuatro aminoácidos de distancia en la cadena.

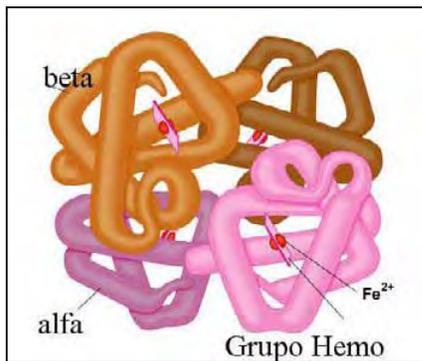
b) **lámina β** . Los pliegues se forman por la existencia de puentes de hidrógeno entre distintos átomos del esqueleto del polipéptido, los grupos R se extienden por encima y por debajo de los pliegues de la hoja. Las proteínas que en su mayor parte asumen una forma de hélice alfa o lámina beta, se conocen como **proteínas fibrosas** y desempeña importantes papeles en el organismo.



El plegamiento correcto de una proteína es fundamental para su buen funcionamiento. Los cambios en la manera de plegarse de algunas de ellas pueden conducir al desarrollo de enfermedades, como ocurre en las encefalopatías espongiformes transmisibles. Entre ellas la más importante es la denominada enfermedad de las vacas locas. Los causantes de ésta enfermedad se denominan **priones**, y son proteínas presentes en las membranas de las células del sistema nervioso. La proteína normal tiene más hélices alfa que estructuras beta, mientras que en la proteína patológica la estructura de hoja plegada es la que predomina.

A medida que la molécula se tuerce y entra en solución, los grupos R hidrofóbicos tienden a agruparse en el interior de la molécula y los grupos R hidrofílicos tienden a extenderse hacia fuera en la solución acuosa. Se forman puentes de hidrógeno que enlazan segmentos del esqueleto de aminoácidos. La estructura tridimensional que resulta se denomina es la denominada **estructura terciaria** de la proteína.

En muchas proteínas la estructura terciaria hace que toda la molécula adquiera una estructura globular que se pliega de manera complicada, formando las proteínas globulares. Las enzimas, los anticuerpos son ejemplos de proteínas globulares.



Muchas proteínas están compuestas por más de una cadena polipeptídica. Éstas cadenas pueden permanecer asociadas por puentes de hidrógeno, puentes disulfuro, fuerzas hidrofóbicas, atracciones entre cargas positivas y negativas. Estas proteínas se llaman multiméricas. La proteína de insulina es un dímero, compuesta por dos cadenas polipeptídicas. Éste nivel de organización de las proteínas, que implica la interacción de dos o más polipéptidos, se llama **estructura cuaternaria**. El plegamiento de las cadenas polipeptídicas está organizado y dirigido por otro grupo de proteínas llamadas chaperones moleculares.

⇒ **Propiedades y funciones**

a) Especificidad.

A diferencia de otras biomoléculas como glúcidos o lípidos, las proteínas son específicas de cada especie e incluso de cada individuo, ya que dependen de la información genética. Por ejemplo la hemoglobina que es la encargada del transporte de oxígeno en los eritrocitos de numerosas especies animales, pero en cada una de ellas tiene una secuencia de aminoácidos y una estructura tridimensional característica, por tanto es funcional solo en los organismos que ha sido sintetizada.

Dada la variedad de aminoácidos, las proteínas pueden tener un alto grado de especificidad. Un ejemplo es la **hemoglobina**, la molécula transportadora de oxígeno de la sangre, compuesta de cuatro cadenas polipeptídicas. La hemoglobina está formada por dos cadenas alfa idénticas y dos cadenas beta idénticas, cada una de ellas formada por 150 aminoácidos, en total 600 aminoácidos, cada una unida a un grupo que contiene hierro (hemo). La sustitución de un determinado aminoácido por otro en uno de los pares de cadenas altera la superficie de la molécula, produciendo una enfermedad grave, en ocasiones fatal, conocida como anemia falciforme. La anemia falciforme es una enfermedad en la cual las

moléculas de hemoglobina son defectuosas. Éstas moléculas cambian su configuración y se combinan entre sí, formando estructuras rígidas bastoniformes. Los glóbulos rojos cuando tienen gran proporción de éstas estructuras defectuosas de hemoglobina, se vuelven rígidas y se deforman, adoptando una forma característica de la hoz.

b) Solubilidad.

Las proteínas son solubles en agua si disponen de suficientes aminoácidos polares. En solución las proteínas pueden actuar como ácidos o como bases en función del pH del medio, por eso se denominan anfóteras, Ésta es la base para la separación de proteínas por electroforesis, técnica analítica de separación, que aprovecha las propiedades eléctricas de los péptidos y aminoácidos ionizados.

c) Desnaturalización.

El calor, valores extremos de pH o la presencia de ciertos disolventes orgánicos, como el alcohol o cetona, producen la rotura de los enlaces no covalentes o alteran la carga de la proteína. Como consecuencia la proteína se desnaturaliza, es decir se despliegan parcial o totalmente y no pueden llevar a cabo su función. En algunos casos la desnaturalización es reversible.

Algunos ejemplos sobre los diversos tipos de proteínas teniendo en cuenta su función.

Tabla 4: Ejemplos de proteínas considerando su función

Función	Ejemplos
Estructural	El <i>colágeno</i> , forma parte de los huesos y los tendones, <i>alfa-queratina</i> constituye el pelo, las uñas y plumas.
De reserva	La <i>ovoalbúmina</i> es la principal proteína de reserva de la clara del huevo, y la <i>caseína</i> de la leche.
De regulación	La <i>insulina</i> es una hormona peptídico que favorece la absorción y utilización de la <i>glucosa</i> .
Catalizadora	La <i>lisozima</i> cataliza la hidrólisis de polisacáridos de la pared celular de algunas bacterias.
Defensiva	Las <i>inmunoglobulinas</i> o anticuerpos reconocen y neutralizan los agentes patógenos.
Transportadora	La <i>hemoglobina</i> de la sangre transporta el oxígeno a los tejidos. Las <i>lipoproteínas</i> transportan lípidos.
Contráctil	<i>Miosina</i> y <i>actina</i> permiten la contracción de los músculos.

6. Los nucleótidos y los ácidos nucleicos

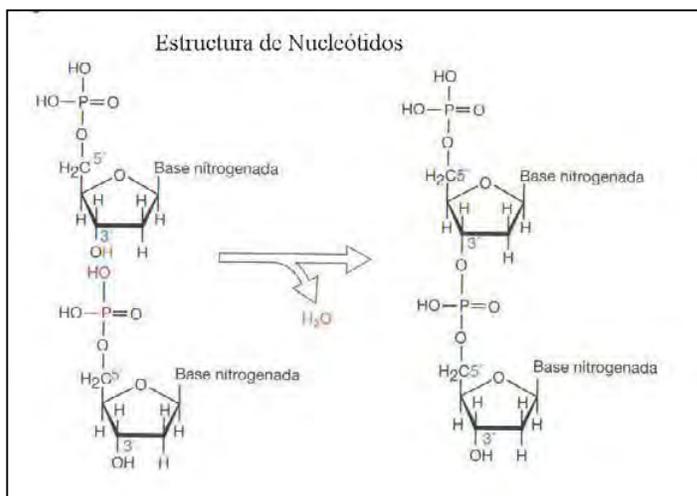
La información que dicta las estructuras de las moléculas de proteínas que se encuentran en los organismos está codificada en moléculas conocidas como **ácidos nucleicos**. La información contenida en los ácidos nucleicos es transcrita y luego traducida a las proteínas. Son las proteínas las moléculas que finalmente ejecutarán las "instrucciones" codificadas en los ácidos nucleicos.

Así como las proteínas están formadas por cadenas largas de aminoácidos, los ácidos nucleicos están formados por cadenas largas de nucleótidos.

⇒ *Nucleótidos*

Un *nucleótido*, sin embargo, es una molécula más compleja que un aminoácido. Está formado por tres subunidades: un grupo fosfato, un azúcar de cinco carbonos y una **base nitrogenada**; esta última tiene las propiedades de una base y, además, contiene nitrógeno. Al conjunto base nitrogenada+ pentosa se le llama nucleósido.

La subunidad de azúcar de un nucleótido puede ser ribosa o bien desoxirribosa. Como puede verse, la diferencia estructural entre estos dos azúcares es leve.



En la ribosa, el carbono 2 lleva un átomo de hidrógeno por encima del plano del anillo y un grupo hidroxilo por debajo del plano; en la desoxirribosa, el grupo hidroxilo del carbono 2 está reemplazado por un átomo de hidrógeno.

Los nucleótidos pueden unirse en cadenas largas por reacciones de condensación que involucran a los grupos hidroxilo de las subunidades de fosfato y de azúcar. En la figura se muestra

una molécula de RNA que, como se observa, está formada por una sola cadena de nucleótidos. Las moléculas de DNA, en cambio, constan de dos cadenas de nucleótidos enrolladas sobre sí mismas, formando una doble hélice.

La ribosa es el azúcar en los nucleótidos que forman ácido ribonucleico (**RNA**) y la desoxirribosa es el azúcar en los nucleótidos que forman ácido desoxirribonucleico (**DNA**). Hay cinco bases nitrogenadas diferentes en los nucleótidos, que son los sillares de construcción de los ácidos nucleicos. Dos de ellas, la adenina y la guanina, se conocen como **purinas**. Las otras tres, citosina, timina y uracilo se conocen como **pirimidinas**.

La adenina, la guanina y la citosina se encuentran tanto en el DNA como en el RNA, mientras que la timina se encuentra sólo en el DNA y el uracilo sólo en el RNA. Aunque sus componentes químicos son muy semejantes, el DNA y el RNA desempeñan papeles biológicos muy diferentes. El DNA es el constituyente primario de los cromosomas de las células y es el portador del mensaje genético. La función del RNA es transcribir el mensaje genético presente en el DNA y traducirlo a proteínas. El descubrimiento de la estructura y función de estas moléculas es hasta ahora, indudablemente, el mayor triunfo del enfoque molecular en el estudio de la biología.

Los nucleótidos, además de su papel en la formación de los ácidos nucleicos, tienen una función independiente y vital para la vida celular. Cuando un nucleótido se modifica por la unión de dos grupos fosfato, se convierte en un transportador de energía, necesario para que se produzcan numerosas reacciones químicas celulares. El principal portador de energía, en casi todos los procesos biológicos, es una molécula llamada adenosín trifosfato o **ATP**.

La única diferencia entre el ATP y el **AMP** (adenosín monofosfato) es la unión de dos grupos fosfato adicionales. Aunque esta diferencia en la fórmula puede parecer pequeña, es la clave del funcionamiento del ATP en los seres vivos.

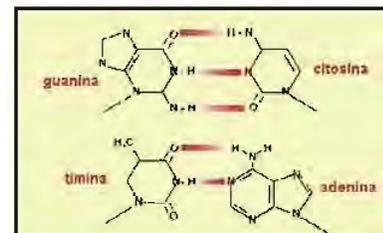
Los enlaces que unen los tres grupos fosfato son relativamente débiles, y pueden romperse con cierta facilidad por hidrólisis. Esta energía al desprenderse, puede ser utilizada para producir otras reacciones químicas. Con la adición de una molécula de agua al ATP, un grupo fosfato se separa de la molécula. Los productos de la reacción son el ADP, un grupo fosfato libre y energía. Alrededor de unas 7 Kcalorías de energía se liberan por cada mol de ATP hidrolizado. La reacción puede ocurrir en sentido contrario.

⇒ *Ácido Desoxirribonucleico*

Podemos definir la **estructura primaria** del ADN como una cadena larga lineal definida por su secuencia de nucleótidos. Esta secuencia es característica de la especie apareciendo incluso diferencias entre los individuos. La **estructura secundaria**,

o disposición espacial del ADN fue propuesta por Watson y Crick, y la llamaron el **modelo de doble hélice de ADN**. La composición del ADN cumple el principio de equivalencia de bases, según Chargaff: El contenido de adenina es igual al de timina y el de guanina al de citosina ($A = T$ y $C = G$). Las bases se enfrentan constituyendo puentes de Hidrógeno. Adenina forma **dos** puentes de hidrógeno con Timina. Guanina forma **tres** puentes de hidrógeno con Citosina.

También se basaron en los experimentos de difracción de rayos X que aportaban imágenes de la estructura del ADN de las que se deducía una estructura helicoidal.

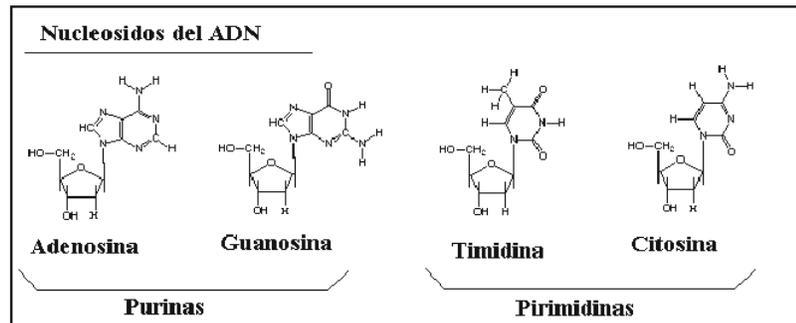


- La estructura secundaria del ADN es una doble hélice dextrógira (a derechas) de dos cadenas complementarias enrolladas sobre un eje común. Las cadenas son complementarias (la secuencia de B.N. se corresponde con las leyes de Chargaff), opuestas (las B.N. están enfrentadas) y antiparalelas (una va en sentido 3' - 5' y la otra en sentido 5' - 3').

- Las bases nitrogenadas se disponen hacia el interior y los grupos fosfato hacia el exterior.

- Las bases complementarias están unidas mediante puentes de hidrógeno.

- Cada vuelta mide 3.4 nm e incluye unos diez nucleótidos.



El modelo de doble hélice beta es el más característico pero existen otras formas de doble hélice, tales como el Z-ADN, levógiro, con vueltas de 4.5 nm y 12 nucleótidos y el A-ADN, dextrógiro, con giros cada 2.8 nm y 11 nucleótidos y con las bases inclinadas sobre el eje.

Se han observado otras estructuras secundarias: algunos virus presentan cadenas sencillas de ADN y en las bacterias el ADN es bicatenario circular. Además de ésta estructura

secundaria, el ADN debido a las cargas negativas de los grupos fosfatos se asocia con unas proteínas que poseen carga positiva, denominadas Histonas, el ADN se enrolla sobre ellas dando lugar a los nucleosomas, éstos a su vez constituyen la cromatina del núcleo, que sólo cuando la célula se encuentra en proceso de división celular se observa en forma de cromosomas.

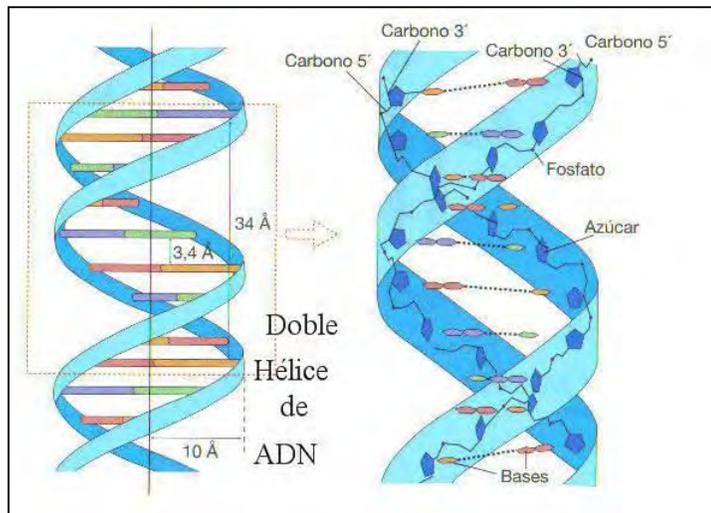
⇒ *Ácido Ribonucleico*

La función del ARN es transcribir el mensaje genético presente en el DNA y traducirlo a proteínas. Existen distintos tipos de ARN, todos ellos son monocatenarios, y su estructura es muy diversa teniendo en cuenta la función que desempeñan.

ARN mensajero (ARNm). Es un ARN lineal, que puede presentar algunos bucles con excepción. Contiene la información genética necesaria para sintetizar una proteína. Se forma en el núcleo celular, a partir de una secuencia de ADN. Sale del núcleo y se asocia a ribosomas, donde se construye la proteína. A cada tres nucleótidos (codón) corresponde un aminoácido distinto. Así, la secuencia de aminoácidos de la proteína está configurada a partir de la secuencia de los nucleótidos del ARNm.

ARN ribosómico (ARNr) o ribosomal se encuentra unido a proteínas de carácter básico, forma los ribosomas. Los ribosomas son las estructuras celulares donde se ensamblan aminoácidos para formar proteínas, a partir de la información que transmite el ARN mensajero. Hay dos tipos de ribosomas, el que se encuentra en células procariontas y en el interior de mitocondrias y cloroplastos, y el que se encuentra en el hialoplasma o en el retículo endoplásmico de células eucariotas.

ARN transferente (ARNt) es un ARN no lineal. En él se pueden observar tramos de doble hélice intracatenaria, es decir, entre las bases que son complementarias, dentro de la misma cadena. Esta estructura se estabiliza mediante puentes de Hidrógeno. Además de los nucleótidos de Adenina, Guanina, Citosina y Uracilo, el ARN transferente presenta otros nucleótidos con bases modificadas. Estos nucleótidos no pueden emparejarse, y su existencia genera puntos de apertura en la hélice, produciendo bucles. En el ARNt se distinguen tres tramos (brazos). En uno de ellos aparece una secuencia de tres nucleótidos, denominada anticodón. Esta secuencia es complementaria con una secuencia del ARNm, el codón. En el



brazo opuesto, en el extremo 3' de la cadena, se une un aminoácido específico de la secuencia de anticodón. La función del ARNt consiste en unirse en el ribosoma a la secuencia complementaria del ARNm, mediante el anticodón. A la vez, transfiere el aminoácido correspondiente a la secuencia de aminoácidos que está formándose en el ribosoma.

ARN heteronuclear (ARNhn)

El ARN heteronuclear, o heterogéneo nuclear, agrupa a todos los tipos de ARN que acaban de ser transcritos (pre-ARN). Son moléculas de diversos tamaños. Este ARN se encuentra en el núcleo de las células eucariotas. En células procariotas no aparece. Su función consiste en ser el precursor de los distintos tipos de ARN.

7. Actividades

1. Define los siguientes conceptos: nucleosoma, cromosoma, cromatina, gen
2. ¿Qué significa que la replicación del ADN sea asimétrica?
3. ¿Cuál es la importancia biológica al hecho de que los nucleótidos de las cadenas de ADN se unan por enlaces covalentes, y entre sí se unan por enlaces de hidrógeno?
4. ¿Cuáles son las biomoléculas que forman parte de las membranas celulares? ¿Por qué los fosfolípidos son los más abundantes?
5. Señala las diferencias entre los ácidos grasos saturados e insaturados. Escribe la reacción de esterificación de un triglicérido.
6. Los aminoácidos son compuestos anfóteros que se caracterizan por tener un grupo amino y otro carboxilo. ¿se podrían separar los distintos aminoácidos de una mezcla en función de su carga eléctrica? Razona la respuesta.
7. Comenta la importancia de la estructura de las proteínas. Busca información de algunas modificaciones proteicas.

LA CÉLULA

1. *Introducción*
2. *Morfología y tamaño*
3. *Membrana celular*
4. *El Citoplasma y sus orgánulos*
5. *El núcleo*
6. *Actividades*

1. Introducción

Se considera a Galileo como el inventor efectivo del microscopio, pero fue el inglés Robert Hooke (1635-1703) el primero en visualizar células al observar una fina lámina de corcho. No obstante lo que observó eran células muertas, vacías, más tarde Brown, en 1831 descubrió el núcleo. El estudio detallado, de tejidos animales, demostró que no sólo plantas, sino también animales estaban formados por células, lo que permitió establecer la universalidad de la estructura celular para todos los seres vivos.

Schleiden y Schwann (entre 1838-1839) enunciaron la **Teoría Celular**, cuyos puntos principales son:

- Todos los seres vivos, animales o vegetales, están formados por una o más células.
- La célula es la unidad anatómica y fisiológica de los seres vivos.
- Toda célula procede de otra célula, por división de la primera.

Por tanto cada célula es capaz de llevar a cabo las siguientes funciones: obtener y asimilar nutrientes, eliminar residuos, sintetizar nuevos materiales para la célula y, ser capaz de moverse y reproducirse.

La célula es la unidad anatómica fundamental de todos los seres vivos. Esta formada por citoplasma, uno o más núcleos y una membrana que la rodea. Algunos organismos, como las bacterias, constan solo de una sola célula, son organismos unicelulares. Otros, como los humanos, animales y plantas; están hechos de una cantidad incontable de células que trabajan juntas para gestionar lo que hoy conocemos como el ser vivo. Los seres humanos estamos formados por miles de millones de células organizadas en tejidos, que forman los músculos, la piel y también órganos, como los pulmones. Todas las células tienen unos componentes básicos comunes:

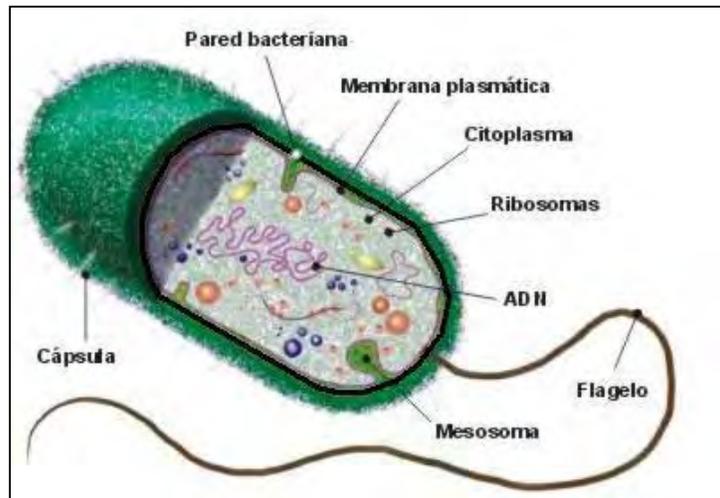
- Todas las células están rodeadas de una **membrana plasmática** que las separa y comunica con el exterior. Algunas células como las bacterias y las células vegetales poseen una **pared celular** que rodea a la membrana plasmática.
- Contienen un medio hidrosalino (medio acuoso y salino), el **citoplasma**, y en él que están inmersos los **orgánulos celulares** imprescindibles para el correcto funcionamiento de la célula.

- Todas las células poseen **información genética** en unas macromoléculas esenciales (ADN y ARN), así como ribosomas implicados en la síntesis de proteínas.
- Una gran variedad de biomoléculas. (glúcidos, lípidos, proteínas...).

No todas las células tienen el mismo nivel de complejidad. Existen dos tipos de organización celular:

Organización celular procariótica → Son las células más simples y se sitúan en la base evolutiva de los seres vivos. La estructura procariota es exclusiva de las bacterias (Reino Monera). La mayoría son de pequeño tamaño, desde menos de 1μ hasta unas pocas μ , igual al tamaño de algunos orgánulos de las células eucariotas. Básicamente tienen esta estructura:

- Una membrana plasmática que delimita el citoplasma celular.
- Rodeando a la membrana existe una pared celular rígida responsable de la forma de la célula. La composición y estructura de la pared varía entre los principales grupos bacterianos, aunque está presente en todos ellos, excepto en los micoplasmas, considerados como los elementos vivos más pequeños $0,1-0,8\mu$.



- El citoplasma es de aspecto granuloso, presenta ribosomas de 70S y diversas inclusiones rodeadas o no de membrana.

- La zona del nucleoide, situada en el centro de la célula y no separada del resto del citoplasma por membrana alguna (por ello no se considera un núcleo verdadero), que contiene el material genético en forma de ADN densamente empaquetado. El nucleoide, de aspecto fibrilar, alberga un cromosoma principal, constituido por una molécula de ADN circular bicatenario, y plásmidos, compuestos igualmente por una doble hélice de ADN circular, que portan información adicional, como la resistencia a los antibióticos, el mecanismo de degradación de sustancias difícilmente biodegradables o la capacidad de unirse a otras bacterias a través de pelos conjugativos.

- Algunas bacterias contienen además otros elementos, cuya presencia o no varía de unos grupos a otros:

- flagelos.
- pelos y fimbrias, apéndices rígidos que participan en el intercambio de información genética (conjugación) o en la adhesión al hospedador.
- cápsulas y capas mucosas, envolturas de naturaleza mucosa externas a la pared celular.

Organización celular eucariótica → las células poseen en su citoplasma compartimentos rodeados por membranas en los que se producen reacciones químicas específicas. Además el material hereditario está contenido en lo que se denomina núcleo. Las células de animales y plantas son eucarióticas.

2. Morfología y tamaño

Una célula libre tiende a adoptar forma esférica, pero en los seres pluricelulares las células adquieren formas muy diversas: prismáticas, cúbicas, fusiformes, estrelladas, etc. Ésta variedad de formas ocurren por la existencia de paredes celulares, y los elementos estructurales internos como el citoesqueleto. La mayoría de las células que constituyen el cuerpo de una planta o de un animal miden entre 10 y 30 μ .

Tabla 1. Tamaño de diferentes tipos de células

Células	Tamaño
Bacterias	1-5 μ
Glóbulos rojos	7 μ
Células nervosas	120-160 μ
Neuronas de ballena	30m
Óvulo de gallina	3 cm
Óvulo de avestruz	10 cm

La principal restricción al tamaño de una célula es la que impone la relación entre volumen y superficie. Las sustancias como el oxígeno, el dióxido de carbono, los iones, nutrientes y sustancias de desecho que entran y salen de la célula viva deben atravesar su superficie, delimitada por una membrana. Cuanto más activo es el metabolismo celular, más rápidamente deben intercambiarse los materiales con el ambiente. En células

grandes la relación superficie/volumen es pequeño, por éste motivo y dado que una célula más grande requiere de un mayor intercambio de materiales, para aumentar la superficie de intercambio con el entorno es el plegamiento de la membrana, como ocurre en las células del epitelio intestinal.

Una célula típica ideal consta de tres partes claramente diferenciadas, que de fuera a dentro son: membrana celular, citoplasma y núcleo.

3. Membrana celular

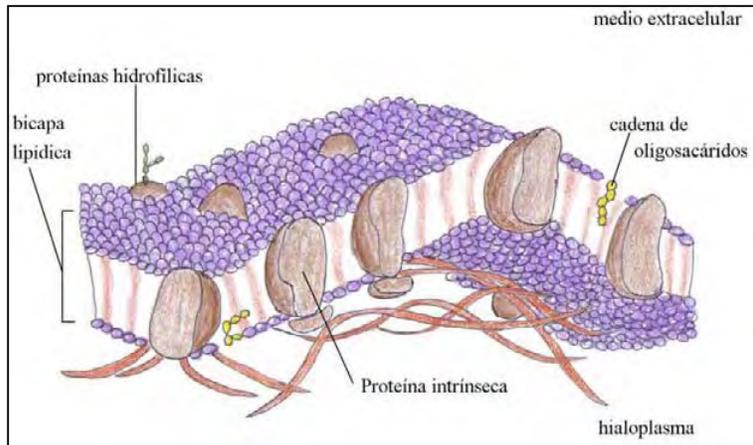
Se trata de una estructura en continua renovación que no sólo define unos límites externos sino que permite que la célula exista como una entidad diferente de su entorno. Podemos destacar las siguientes funciones:

- Intercambiar partículas entre el interior y el exterior.
- Acreditar su pertenencia a un organismo concreto, esto se logra gracias unas moléculas situadas en la membrana, denominadas antígenos de histocompatibilidad.
- Captar información del medio interno y de otras células, mediante los denominados receptores de membrana.

Los primeros estudios sobre la composición química de la membrana celular se realizaron en los glóbulos rojos, por ser células carentes de núcleo y fáciles de aislar. Hoy sabemos que la composición de las membranas celulares es similar en todas las células.

La membrana celular como todas las membranas biológicas consiste de una delgada capa de fosfolípidos y proteínas, posee entre 7-9 nm de grosor, por lo que es necesario un

microscopio electrónico para poder ver su estructura. Los lípidos de membrana (40%) más abundantes son: fosfolípidos, colesterol y glucolípidos. Las proteínas de membrana (60%) son muy abundantes: proteínas elásticas del tipo actina y miosina, otras actúan como enzimas y las glucoproteínas que son las más abundantes.



Las membranas están rodeadas generalmente por medio acuoso, lo que hace que los fosfolípidos se organicen formando capas de manera que sus polos hidrófobos se encuentran frente a frente y sus polos hidrófilos están en contacto con el medio acuoso extra e intracelular. Los lípidos se mueven con entera libertad en el plano de la bicapa, pueden cambiar de sitio,

girar sobre sí mismas, esto hace que la membrana sea fluida, por tanto la membrana es flexible, y se ha comprobado que el colesterol aumenta aún más ésta flexibilidad.

Las proteínas de membrana ocupan distintas posiciones dependiendo de su solubilidad. Las hidrosolubles están situadas en los bordes de la bicapa y establecen uniones débiles con las cabezas polares (proteínas extrínsecas). Las proteínas hidrófobas están inmersas en las capas lipídicas, éstas suelen ser también heteropolares, quedando su parte hidrófoba hundida en los lípidos y la hidrófila en el medio extracelular, a éstas proteínas se les llama proteínas intrínsecas o integrales.

La membrana plasmática no es simétrica, pues las proteínas periféricas se sitúan de distinta forma en cada una de sus caras ya que la parte glucídica de las glucoproteínas están en contacto con el medio extracelular y no con el hialoplasma.

La relación entre las cadenas de ácidos grasos saturados e insaturados influye de manera decisiva en la fluidez de la membrana. La cohesión entre las moléculas de una membrana es mayor en una bicapa con fosfolípidos de ácidos grasos saturados, de cadenas simples, largas y rectas, que una formada por ácidos grasos insaturados que quiebran a la altura de los dobles enlaces, lo cual disminuye el efecto hidrofóbico, por otro lado una mayor cohesión implica una menor fluidez. Las moléculas de colesterol desempeñan un papel muy importante en la regulación de la fluidez de las membranas, la presencia de colesterol tiene un doble efecto. Por un lado sus anillos rígidos interactúan con las cadenas hidrocarbonadas de los lípidos, inmovilizándolas parcialmente, de ésta forma el colesterol tiende a hacer menos fluida la membrana. Sin embargo cuando se encuentra en altas concentraciones, previene el congelamiento ya que evita que las cadenas carbonadas se junten y hace que a temperaturas más bajas ésta disminución del empaquetamiento puede hacer que las membranas no se congelen.

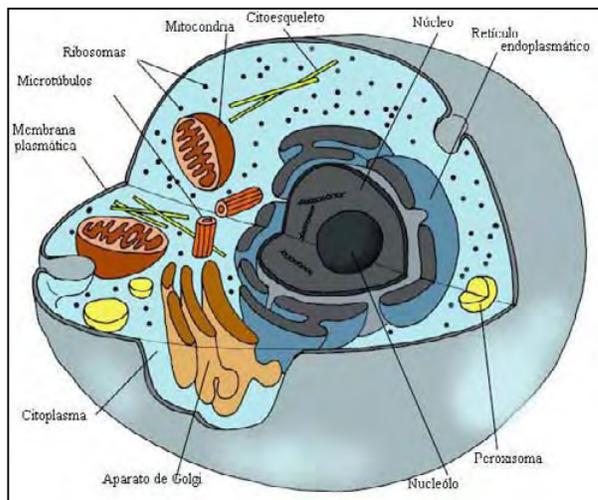
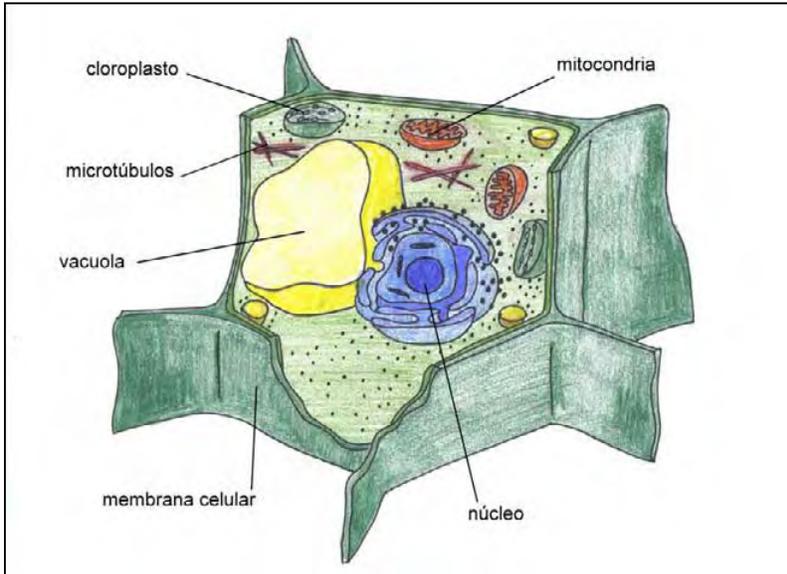
Las membranas celulares son estructuras fluidas y dinámicas. Las moléculas de lípidos y proteínas pueden en general desplazarse lateralmente por la bicapa, es por ello que éste modelo de membrana se conoce como el modelo del mosaico fluido.

Podemos concluir destacando la importancia de las proteínas, pues regulan reacciones particulares, otras son receptores implicadas en el reconocimiento y unión de moléculas señalizadoras tales como las hormonas, otras son proteínas de transporte y tienen una función crítica en el tránsito de sustancias por la membrana.

4. El citoplasma y sus orgánulos

Los primeros microscopistas no podían ni imaginar la complejidad y altísima organización que se encierra dentro de una diminuta célula. Actualmente hablamos de citoplasma para referirnos a la parte celular que se sitúa fuera del núcleo, y de nucleoplasma para la que ocupa el interior del mismo.

En el citoplasma hay orgánulos rodeados por membranas, y el líquido intracelular, que recibe el nombre de hialoplasma o citosol. Éste está formado por un 70-80% de agua, donde hay disueltas proteínas, muchas de ellas enzimas.



Existen además cantidades variables de ARN, glúcidos, grasas y diferentes metabolitos. Ésta composición varía constantemente según las necesidades de la célula. En el citoplasma se producen muchas reacciones del metabolismo de los lípidos y de los glúcidos, sirve de almacén de reservas (glucógeno, almidón, grasas), contiene proteínas estructurales utilizadas para reconstruir membranas, etc.

⇒ *El citoesqueleto y el movimiento*

Las células están en continuo movimiento pueden cambiar de forma como las musculares, todos los movimientos se producen gracias a la colaboración de tres tipos de filamentos proteicos que constituyen el **citoesqueleto** y son: microtúbulos, microfilamentos y filamentos intermedios.

○ Microtúbulos:

Son los filamentos de mayor tamaño de la célula, existen sólo en las células eucariotas y no en las procariotas. Tienen forma de cilindro hueco y sus paredes están formadas por subunidades de la proteína tubulina. Estas unidades pueden añadirse o quitarse por lo que el tamaño del microtúbulos es variable. Existen algunas estructuras estables formadas por microtúbulos como los cilios, flagelos y los centríolos.

La función de los microtúbulos es mantener la forma de la célula e intervienen en el reparto de cromosomas durante la mitosis.

○ Microfilamentos:

Son los filamentos más finos y están formados por subunidades de la proteína actina. Están presentes sobretodo en las células musculares donde intervienen en la contracción junto con la miosina. Los microfilamentos están localizados debajo de la membrana. Intervienen en los movimientos y contracciones celulares, en los cambios de forma y son responsables de la división del citoplasma.

○ Filamentos intermedios:

Tienen un grosor intermedio entre los dos anteriores, no se conocen bien sus funciones, pero forman estructuras estables que mantienen la forma de la célula.

El citoesqueleto es un entramado denso de haces de fibras proteicas que se extiende a través del citoplasma, y aunque la red da a la célula una estructura muy ordenada, no es rígida ni permanente, es dinámica que cambia de acuerdo con la actividad de la célula.

Todas las células presentan alguna forma de movimiento, los cilios se baten a lo largo de las células traqueales de los animales, las células embrionarias migran a lo largo del desarrollo animal, las amebas persiguen y engullen a su presa. Se han identificado dos mecanismos de movimiento celular:

- El primero corresponde a la acción de **proteínas contráctiles** donde los filamentos de actina desempeñan un papel muy importante, estos filamentos de actina están formados por cadenas helicoidales compuestos por subunidades de la proteína globular actina. En algunos casos otra proteína, la miosina, actúa con los filamentos de actina para producir el movimiento celular. La actina y miosina forman complejos conjuntos contráctiles que se encuentran en las células musculares de los vertebrados.

- Los **cilios y flagelos** son estructuras largas y delgadas, de aproximadamente 0,2 micrómetros de diámetro, que se extienden desde la superficie de muchos tipos de células eucarióticas. Sirven para la propulsión de las células. En el caso de las células fijas como las que tapizan el aparato respiratorio, sirven para mantener una corriente de mucus que arrastra hacia la garganta los restos de hollín, polvo, polen, alquitrán de tabaco y cualquier sustancia extraña que se haya inhalado. La estructura interna de cilios y flagelos es la misma: un conjunto de microtúbulos rodeados por una membrana. Los microtúbulos se disponen en 9 grupos de dos, denominados dobletes mas una pareja de microtúbulos situada en el centro. Los microtúbulos están compuestos de proteínas globulares idénticas, organizados en forma de una hélice hueca. Si se quitan los cilios de una célula y se colocan en un medio que contenga ATP, ellos batirán o nadarán a través del medio. Los microtúbulos de cilios y

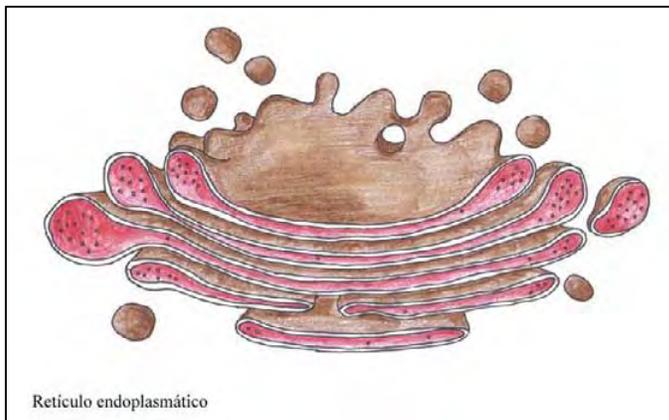
flagelos están asociados a numerosas proteínas, la más importante es la proteína *dineína ciliar*, ésta hidroliza ATP como fuente de energía para generar una fuerza de deslizamiento entre los pares de microtúbulos.

Los centriolos están presentes en todas las células animales y en algunas algas y hongos, se presentan siempre en parejas formando ángulo recto entre sí. Cada centriolo consta de un cilindro formado por 9 grupos de 3 microtúbulos cada uno. Cada uno está ligeramente girado respecto al anterior y se unen entre sí gracias a proteínas. La pareja de centriolos se sitúa siempre en las proximidades del núcleo y en el centro celular, y funcionan como centro organizador de microtúbulos. Antes de la división celular, los centriolos se duplican y cada célula va a una célula hija.

⇒ *Los compartimentos internos*

En el interior de la célula se extiende toda una complicada red de membranas, de estructura semejante a la plasmática, que forman compartimentos independientes del resto del citoplasma. Esto permite a la célula tener una serie de compartimentos, orgánulos, especializados en realizar funciones determinadas de acuerdo con las enzimas específicas que poseen. A continuación describimos algunos de éstos orgánulos.

El **retículo endoplasmático (RE)** consta de una red de cavidades, sacos aplanados, tubos y canales conectados entre sí. La cantidad de RE no es fija, sino que aumenta o disminuye según la actividad celular. Hay dos categorías de retículo endoplasmático: el rugoso y el liso.



RE rugoso: está presente en todas las células eucarióticas y predomina en aquellas que fabrican gran cantidad de proteína. Presentan un aspecto rugoso debido a la presencia de ribosomas en la cara externa de la membrana. Tiene como misión la síntesis de proteínas de membrana y proteínas que salen de la célula, por tanto es más abundante en células del páncreas o los linfocitos.

RE liso: Tiene aspecto de pequeños túbulos con la pared externa lisa, pues carece de ribosomas. Abunda en las células muy especializadas, como los hepatocitos, donde tiene lugar la transformación de sustancias, tales como pesticidas, alcohol, etc., para convertirlas en sustancias solubles en agua y fácilmente eliminables del organismo. También es el encargado de sintetizar lípidos.

Ribosomas

Son diminutos orgánulos presentes en todas las células, son los encargados de la síntesis de proteínas. Están formados por ARN y proteínas, no están rodeados por una membrana, y constan de dos subunidades una pequeña (40S) y otra grande (60S), que se combinan para formar un ribosoma activo. Se forman en el núcleo y a través de los poros

pasan al citoplasma. En las células que están fabricando proteínas citoplasmáticas para reconstrucción de su propia membrana, como los glóbulos rojos inmaduros, los ribosomas se distribuyen en todo el citoplasma. Sin embargo en las células que están elaborando nuevo material de membrana o proteínas que deben ser exportadas se encuentran gran cantidad de ribosomas adheridos al RE rugoso, aunque también existen en el citoplasma en grupos de 5 o 6 denominados polisomas. El número de ribosomas en cada célula es variable en función de la proteína que tiene que formar, pero puede ser alrededor de medio millón.

Vacuolas y vesículas

El citoplasma de las células eucarióticas contiene un gran número de vesículas. Su función principal es el almacenamiento temporal y el transporte de materiales tanto dentro de la célula como hacia el interior y el exterior. Miden aproximadamente alrededor de 100 nm de diámetro y se distinguen por su tamaño, función y composición.

La mayoría de las células de plantas y hongos contienen un tipo de vesícula, llamada vacuola, las vacuolas son grandes vesículas llenas de fluido que pueden ocupar 30-90% del volumen celular. Las células vegetales jóvenes tienen muchas vacuolas, pero con el tiempo éstas van fusionando para formar una vacuola central grande, de tal forma que éstas vacuolas son encargadas de mantener la turgencia celular y pueden almacenar temporalmente nutrientes y productos de desecho.

Complejos de Golgi

Cada complejo está formado por sacos aplanados, limitados por membranas, apilados en forma laxa unos sobre otros y rodeados por túbulos y vesículas. Los complejos de Golgi se localizan al lado del núcleo y en células animales, alrededor de los centriolos. Los complejos de Golgi sirven como centros de compactación y distribución pues reciben vesículas del retículo endoplasmático, modifica sus membranas y contenidos e incorpora los productos terminados en vesículas de transporte que los llevan a otras partes del sistema de endomembranas. Se encuentran en casi todas las células eucarióticas, en animales de 10 a 20, y en vegetales pueden tener varias centenas.

Lisosomas

El lisosoma es un tipo de vesícula grande, formado en el complejo de Golgi. Son bolsas membranosas que contienen enzimas hidrolíticas a las que aíslan del resto de la célula. Estas enzimas están implicadas en la degradación de las proteínas, polisacáridos, ácidos nucleicos y lípidos. Para su óptima actividad estas enzimas requieren un medio ácido, el pH interno de los lisosomas es cercano a 5. La rigidez e inflamación que se asocian con la artritis reumatoidea y la gota, se relacionan con el escape de enzimas hidrolíticas de los lisosomas.

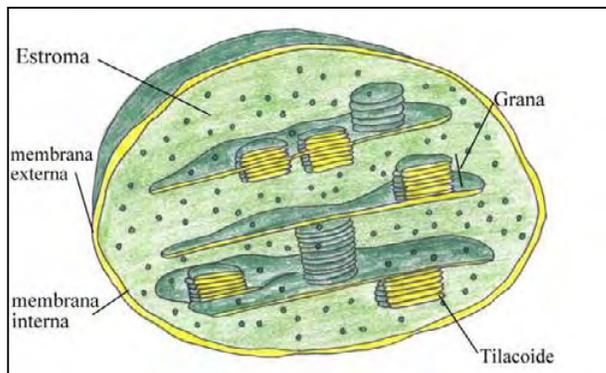
Peroxisomas

Son un tipo de vesículas, presentes en la mayoría de las células eucarióticas y que contiene enzimas oxidativas. Estas enzimas remueven el hidrógeno de moléculas orgánicas y lo unen a átomos de oxígeno formando peróxido de hidrógeno (H_2O_2), un compuesto que es extremadamente tóxico para las células vivas. Los peroxisomas son especialmente abundantes en las células hepáticas, donde participan en la desintoxicación de algunas sustancias, como la eliminación del alcohol, intervienen en la degradación de los ácidos grasos, proceso

denominado β -oxidación. En las plantas existen unos tipos especiales como los glioxisomas, que durante la germinación de la semilla transforman los lípidos almacenados en azúcares.

Mitocondrias

Las mitocondrias se encuentran entre las organelas más grandes de la célula y pueden ser vistas al microscopio óptico. Pueden adoptar distintas formas desde esféricas aunque generalmente tienen aspecto ovalado. No son orgánulos estáticos, se pueden desplazar por el citoplasma asociadas a los microtúbulos. Pueden cambiar de forma, fusionarse con otras, o dividirse para dar otras más pequeñas, las mitocondrias se reproducen por fisión binaria como las bacterias, y tienen un pequeño cromosoma que codifica para algunas de sus proteínas.



La mitocondria es un orgánulo limitado por dos membranas diferentes: una externa lisa, que la separa del citoplasma, y una sumamente plegada hacia el interior formando crestas. Cada una de las membranas consta de una bicapa lipídica y delimitan entre ellas un espacio intermembrana. El espacio situado entre las crestas es la matriz.

En las mitocondrias se degradan moléculas orgánicas liberando la energía química contenida en sus enlaces mediante un proceso que consume oxígeno: la respiración celular. En éste proceso la energía liberada es almacenada en moléculas de ATP y luego será utilizada en los procesos celulares. En general cuanto mayor energía necesita la célula, más mitocondrias contendrá.

Cloroplastos

En las células de los vegetales y de las algas existen unos orgánulos característicos: los **plastos**. Al igual que las mitocondrias, son capaces de crecer y de dividirse. Hay distintas clases de plastos.

- Los cromoplastos que poseen en su interior pigmentos rojos, anaranjados o amarillos, responsables del color en flores, frutos y hojas.
- Los leucoplastos, abundantes en los órganos subterráneos, son incoloros, y sirven de almacén de sustancias de reserva.
- Los amiloplastos, almacenan almidón.
- Los cloroplastos, de color verde gracias a la clorofila, responsables de la fotosíntesis y por ello los más importantes. Pueden variar mucho de forma y tamaño, sobre todo en las algas, así como también en número: desde un cloroplasto en algas unicelulares hasta cien en algunas fanerógamas. Aunque en ellos predomina la clorofila, existen otros pigmentos que pueden enmascarar su color verde, como ocurre con las algas feofíceas, de color marrón, y en algas rodofíceas, de color rojo.

Los cloroplastos están separados del citoplasma por dos membranas, una externa, muy permeable y otra interna, bastante más impermeable. En su interior hay un espacio el estroma

con gran cantidad de enzimas. En el estroma existe una tercera membrana que se dispone en forma de sacos aplanados denominados tilacoides. El espacio interior de cada tilacoide está conectado con el de otros, delimitando así el espacio tilacoidal donde ocurren la mayoría de las reacciones de la fotosíntesis. Estos tilacoides se agrupan unos con otros formando los grana. Muchos biólogos creen que los plastos y probablemente las mitocondrias evolucionaron a partir de procariotas (bacterias) que vivían de forma simbiótica en el interior de las células.

5. El núcleo

El núcleo es un cuerpo grande, frecuentemente esférico. Está rodeado por la envoltura nuclear, constituida por dos membranas concéntricas, cada una de las cuales es una bicapa lipídica. Estas membranas separadas unos 20-40 nm se fusionan creando pequeños poros nucleares por donde circulan los materiales entre el núcleo y el citoplasma. Estos poros están formados por una elaborada estructura formada por más de 100 proteínas. Los poros nucleares regulan y participan en el transporte de materiales.

En las células eucarióticas el material genético, DNA, es lineal y está fuertemente unido a proteínas especiales llamadas histonas, y otras no histónicas. Cada molécula de DNA con sus proteínas constituye un cromosoma. Los cromosomas se encuentran en el núcleo, y son visibles cuando la célula se está en proceso de división, pero cuando la célula no se está dividiendo se ven como una maraña de hilos delgados llamados **cromatina**.

Los nucleolos son estructuras densas y esféricas visibles sólo durante la interfase y la profase celular. El número de nucleolos varía en las distintas especies, aunque su tamaño y morfología dependen del estado fisiológico de la célula. Los nucleolos están íntimamente asociados a determinadas zonas cromosómicas, que contienen los genes responsables de la síntesis de ARN ribosómico. El nucleolo es el lugar de formación de las dos subunidades ribosómicas (40S y 60S).

Por tanto el núcleo gracias a los genes que contiene, es el regulador de las actividades celulares. En las eucariotas consta de:

- Membrana nuclear doble, con poros y en continuidad con el RE.
- Nucleolos asociados a organizadores nucleolares.
- Cromosomas (cromatina), formados por ADN y proteínas nucleolares.

6. Actividades

1. ¿Por qué se dice que la membrana plasmática tiene estructura de mosaico fluido?
2. ¿Qué tipo de células contendrá mayor número de ribosomas: una que almacena grasa u otra que almacena nuevas células, como las epidérmicas?
3. ¿Es posible que en una célula coexista un Retículo Endoplasmático liso y un aparato de Golgi, ambos muy desarrollados? ¿Por qué?
4. El hialoplasma y el citoplasma, ¿constituyen la misma estructura?
5. La célula Eucariótica, señale las principales estructuras y orgánulos celulares, qué características tiene cada uno y qué función desempeñan.
6. Explique las diferencias y semejanzas entre la célula Procariota y la célula Eucariota.
7. Explique las semejanzas y diferencias entre las células animales y vegetal.

EL CICLO CELULAR

1. Reproducción de la célula procariota
2. Reproducción de la célula eucariota
3. Significado biológico de la Mitosis y la meiosis
4. Actividades

1. Reproducción de la célula procariota

La reproducción de las células procariotas es **asexual** por bipartición, es decir, la célula bacteriana comienza a estrangularse a nivel del ecuador de la célula, hasta que llega un momento en que se tocan las membranas y se separan las dos células hijas.

Las células procariotas tienen una dotación **haploide (n)** y presentan unos mecanismos de transferencia genética de tipo **parasexual**, con importantes diferencias respecto a la reproducción sexual de eucariotas (con dotación diploide, $2n$, en la mayoría de las células). Generalmente sólo se transfieren fragmentos del ADN cromosómico y siempre en un único sentido: *del donante al receptor*.

Contienen el ADN en un cromosoma, al igual de eucariotas, pero además, pueden poseer diversos plásmidos extracromosómicos circulares o lineales que se replican y transcriben independientes del ADN cromosómico, éstos últimos más fácilmente transmisibles de unas células a otras.

⇒ **Transformación**

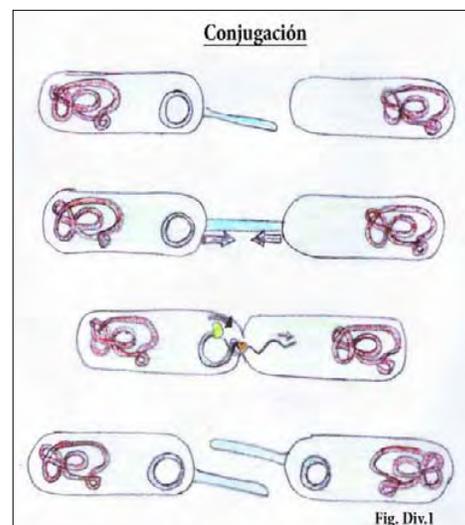
Proceso mediante el cual una bacteria modifica su genoma por la incorporación de un **ADN libre en el entorno**, liberado por la lisis espontánea de otra bacteria. El ADN transformante se incorpora irreversiblemente al genoma bacteriano. Cuando una bacteria se encuentra en el estado fisiológico que permite captar ADN externo para ser transformada, se dice que es competente.

⇒ **Conjugación**

Proceso mediante el cual una **bacteria contacta físicamente con otra** y le transfiere una pequeña cantidad de ADN. (Fig. Div.1)

Existen tres tipos de bacterias:

- **Bacterias F⁺**: presentan una pequeña porción de ADN independiente del cromosoma llamada plásmido F (plásmido conjugativo).
- **Bacterias F⁻**: no presentan el plásmido F



- **Bacterias Hfr (High frequency recombination):** presentan el plásmido F integrado en el cromosoma bacteriano y, por ello, recibe el nombre de *episoma*.

Según lo anterior, el proceso tiene variaciones en función del tipo de bacterias que contacten:

- **F+ / F- →** El contacto físico se produce mediante pelos sexuales huecos o Pili y se requiere que exista síntesis de ADN para que se produzca la conjugación. La replicación se realiza al mismo tiempo que la transferencia. A medida que se va replicando el plásmido F, se va transfiriendo a la célula receptora a través del pelo. Cuando el proceso termina, la bacteria F- se convierte en F+.

- **Hfr / F- →** El proceso es básicamente el mismo pero en la transferencia puede ocurrir que se arrastre parte del cromosoma bacteriano.

⇒ *Transducción*

El vector de transferencia genética es un **virus bacteriófago** (virus que infecta bacterias). El virus comienza un ciclo lítico en el que incorpora ADN de una bacteria en su genoma (donante). Cuando esta bacteria se lisa (rompe), se libera el virus con fragmentos de ADN de la misma. Este virus puede volver a infectar otras bacterias, transfiriéndoles de esta manera el ADN de la primera bacteria.

2. Reproducción de la célula eucariota

⇒ *El ciclo celular*

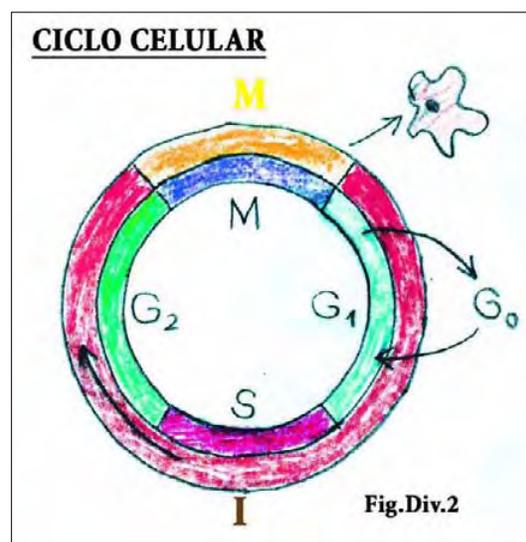
Las células que se pierden, tienen que ser sustituidas por otras; de ello se ocupa la división celular, que implica tres procesos: **duplicación del ADN** (interfase), **división del núcleo** (mitosis o meiosis) y **división del citoplasma** (citocinesis).

El ciclo celular es el conjunto de cambios que ocurren en una célula desde que se forma, a partir de otra anterior, hasta que se divide para dar lugar a dos células hijas. Se divide en dos fases:

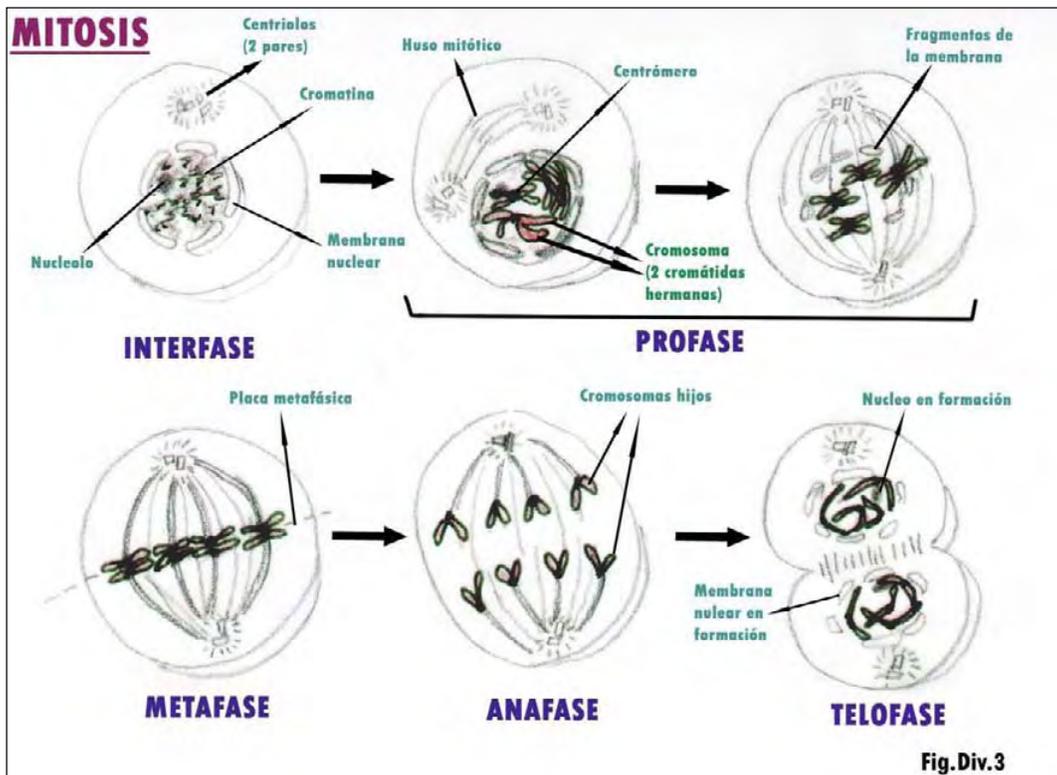
○ **Interfase:** la célula crece y sintetiza diversas sustancias. es el periodo que hay entre dos mitosis sucesivas (consecutivas, seguidas) y es la fase más larga del ciclo celular. Aumenta mucho el tamaño de la célula. En ella hay 3 periodos o fases:

- **Fase G₁:** la célula aumenta de volumen hasta alcanzar el tamaño de su forma celular típica, a la vez que se sintetizan las proteínas necesarias para la división celular. Comienza cuando termina la mitosis y dura hasta que empieza la duplicación del ADN.

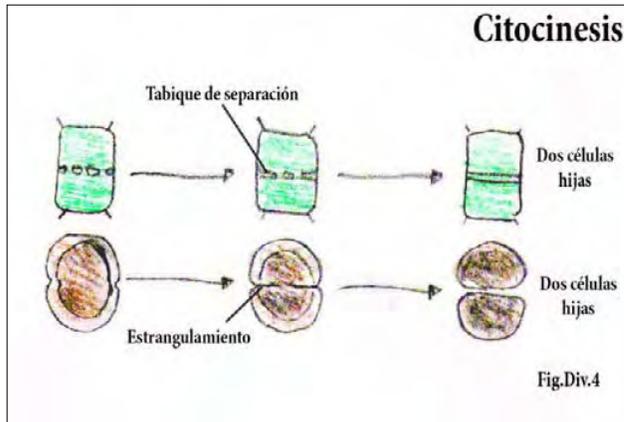
- **Fase G₀:** algunas células no entran nunca en mitosis y permanecen siempre en esta fase. Ocurre en células que están muy especializadas en una función determinada.



- **Fase S:** se produce la duplicación del ADN. Por tanto, cada cromosoma está formado por dos cromátidas iguales.
 - **Fase G₂:** es el periodo que ocurre desde que termina la duplicación del ADN hasta que empieza la mitosis. Es muy corta y la célula aumenta muy poco de tamaño, se sintetizan las proteínas que faltan necesarias para la división celular y se duplican los centriolos. Termina cuando se empiezan a condensar (organizar) los cromosomas.
- **Fase M (mitosis y citocinesis):** es el proceso de división del núcleo por el cual una célula madre forma dos células hijas, iguales entre sí y con el mismo número de cromosomas que la madre. En ella se distinguen 4 fases:



- **Profase:** Los cromosomas se empiezan a organizar y se pueden observar al microscopio. Cada cromosoma está formado por dos cromátidas iguales (que se duplicaron en la fase S del ciclo). Los centriolos (que se duplicaron en la fase G₂ del ciclo) se separan y van hacia lados (polos) opuestos de la célula. Se forma el huso mitótico entre ellos. Desaparecen la envoltura nuclear y el nucleolo, dejando los cromosomas libres en el citoplasma.
- **Metafase:** Los cromosomas están totalmente condensados (organizados, es cuando mejor se ven). El huso mitótico está entre los lados opuestos de la célula. Se forma la **placa metafásica** que es el conjunto de los cromosomas en el ecuador de la célula (en la parte central). Cada cromátida de cada cromosoma queda orientada hacia un polo de la célula.
- **Anafase:** Las dos cromátidas de cada cromosoma van hacia polos opuestos (contrarios) de la célula. Termina cuando las cromátidas (ya cromosomas) llegan a los polos.
- **Telofase:** Los nucleolos vuelven a aparecer y los cromosomas se desorganizan por lo que ya no se ven. Aparecen dos nucleolos y dos envolturas nucleares que rodean a los dos nuevos grupos de cromosomas, una en cada polo de la célula.



La **citocinesis** (Fig.Div.4) es la división del citoplasma y el reparto del contenido de la célula entre las dos células hijas. Es distinto en animales que en vegetales:

En las **células animales**, la célula madre se divide en dos porque se estrecha la parte central hasta que se tocan las membranas.

En las **células vegetales**, se empieza a formar la pared en el centro de la célula separando las dos células hijas.

⇒ *Meiosis*

Es un tipo de división celular en el que se producen 4 células hijas con la mitad de cromosomas que la célula madre. Sólo puede ocurrir en células diploides ($2n$) que son las células germinales y su objetivo es producir **células haploides (n)** que son los gametos de los organismos que se reproducen sexualmente.

Las características básicas son:

A partir de **una célula $2n$ se obtienen 4 células n** genéticamente diferentes entre sí y de la célula madre. El número de cromosomas se reduce a la mitad.

Se produce el fenómeno de **recombinación genética** o intercambio de material genético entre cromátidas de cromosomas homólogos.

Consta de dos divisiones sucesivas, **Meiosis I y Meiosis II**. La primera se denomina meiosis reduccional y la segunda ecuacional.

○ Meiosis I

Se trata de una división **reduccional** porque los núcleos de las células hijas tienen ya la mitad de cromosomas que la célula madre. En esta primera división meiótica se aparean los cromosomas homólogos y se produce el intercambio de material genético.

→ **Profase I** : Es la etapa más compleja del proceso y se divide en **5 subetapas**:

- **Leptoteno**: los cromosomas se empiezan a condensar y a hacerse visibles. Cada uno está formado por dos cromátidas estrechamente unidas y ancladas por sus extremos a la envoltura nuclear.
- **Zigoteno**: los cromosomas homólogos se aparean punto por punto en toda su longitud. Este apareamiento se llama sinapsis y forma una estructura de 4 cromátidas que se llama **tétrada** o bivalente.
- **Paquíteno**: se produce el sobrecruzamiento (crossing-over) o intercambio de material genético entre las cromátidas de los cromosomas homólogos. La consecuencia es la **recombinación génica** (intercambio de genes).

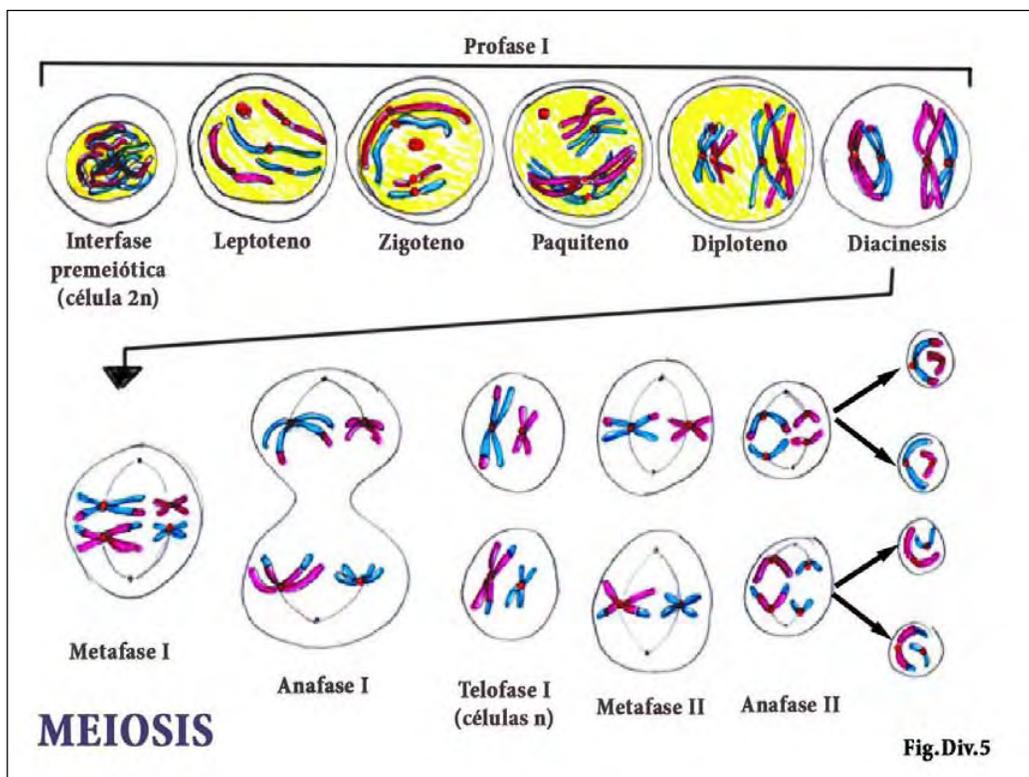
- **Diploteno:** los cromosomas homólogos comienzan a separarse aunque permanecen unidos por los puntos donde ha tenido lugar el sobrecruzamiento, denominados **quiasmas**.

- **Diacinesis:** los cromosomas se condensan al máximo y sus dos cromátidas ya son visibles. Las cromátidas hermanas están unidas por sus centrómeros y los cromosomas homólogos por los quiasmas. Desaparece la membrana nuclear, nucleolo y se forma el huso mitótico.

→ **Metafase I:** Similar a la de mitosis con la diferencia que en la zona ecuatorial se disponen las **tetradas unidas por los quiasmas**. Los cinetocoros (estructura proteica donde se anclan los microtúbulos del huso mitótico) de las cromátidas hermanas están fusionados y se orientan hacia el mismo polo.

→ **Anafase I:** Se separan los pares de cromosomas homólogos hacia polos opuestos de la célula. Por tanto, no se separan cromátidas (como en la anafase mitótica) sino cromosomas completos, en los que ha habido recombinación genética.

→ **Telofase I:** Se vuelven a formar las membranas nucleares y los nucleolos y los cromosomas se descondensan levemente. Se obtienen dos células hijas con la mitad de cromosomas que la célula madre, y con dos cromátidas por cromosoma.



○ Meiosis II

Se trata de una división ecuacional igual que la de una mitosis normal. Esta segunda división mitótica ocurre simultáneamente en las dos células hijas. Antes de empezar, puede existir un periodo corto de interfase en el que no hay duplicación de ADN.

→ **Profase II:** Desaparece la membrana nuclear, los cromosomas se condensan y se forma el huso acromático o mitótico.

→ **Metafase II:** Los cromosomas forman la placa ecuatorial o metafásica. Cada uno está formado por dos cromátidas unidas por el centrómero.

→ **Anafase II:** Se separan los centrómeros y cada cromátida migra hacia polos opuestos.

→ **Telofase II:** Se forma la envoltura nuclear alrededor de los cromosomas, que se descondensan. Se producen cuatro células hijas con la mitad de cromosomas. Son, por tanto, células haploides y genéticamente distintas.

3. Significado biológico de la mitosis y la meiosis

La mitosis es el proceso por el cual los organismos eucariotas unicelulares se reproducen asexualmente. En el caso de los pluricelulares, se utiliza para crecer y desarrollarse a partir del cigoto o para regenerar células, tejidos y órganos.

La meiosis permite la conservación del número de cromosomas de cada individuo, generación tras generación y, por tanto, del número cromosómico de cada especie. Además, aumenta la variabilidad genética de los individuos y las especies que, junto con las mutaciones, son los mecanismos sobre los que actúa la evolución mediante selección natural.

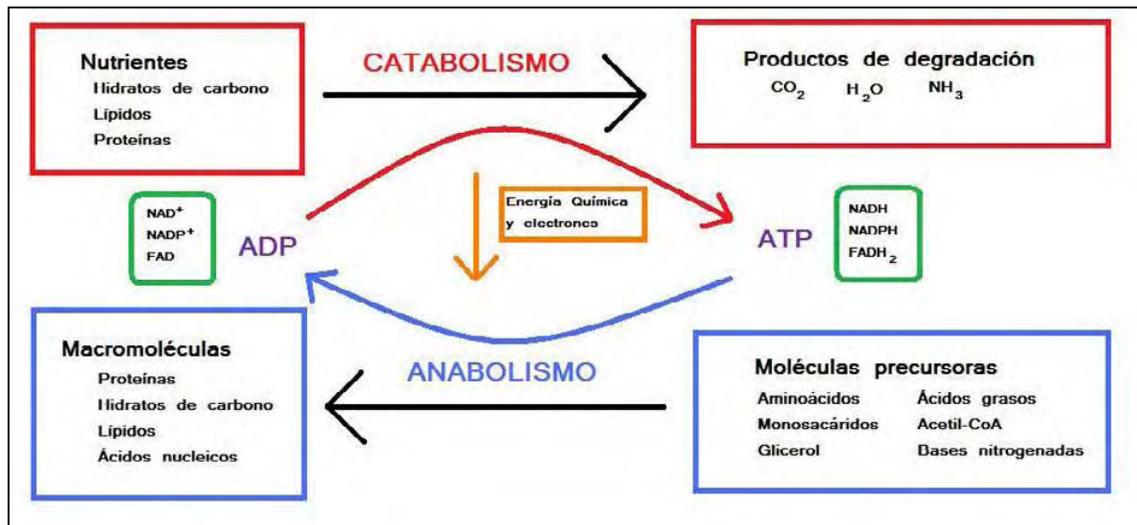
4. Actividades

1. Las células procariotas:
 - a) ¿Qué tipo de reproducción tienen?
 - b) Describe sus técnicas de transferencia de ADN.
2. Define el ciclo celular y enumera sus fases, indicando los sucesos más importantes que ocurren en cada una de ellas, así como la variación de ADN.
3. Enumera las diferentes fases de la Mitosis, resaltando lo más importante que sucede con los cromosomas en cada una de ellas.
4. En la meiosis:
 - c) ¿Cuáles son las tres etapas que consideras más representativas?
 - d) ¿Cuál es su función en la variabilidad genética de las especies?
 - e) ¿Es imprescindible en la formación de los gametos? ¿Por qué?
5. Describe las diferencias entre mitosis y meiosis en cuanto a:
 - f) Tipos de células implicadas
 - g) Anafase de mitosis y anafase de meiosis I
 - h) Resultado del proceso

EL METABOLISMO CELULAR

1. Concepto de metabolismo: anabolismo y catabolismo.
2. Tipos de metabolismo: organismos autótrofos y heterótrofos
3. Reacciones de oxidación y reducción en la célula
4. Transporte de energía
5. Regulación del metabolismo. Las enzimas
6. Concepto de catabolismo
7. Concepto de anabolismo
8. Actividades

1. Concepto de metabolismo: anabolismo y catabolismo



El metabolismo es el conjunto de reacciones químicas que tienen lugar en el interior de las células de los seres vivos (para satisfacer sus necesidades de materia y energía).

La célula realiza intercambios de materia y energía con su entorno:

- Sintetizando todas las sustancias necesarias para mantener sus estructuras celulares en buen estado.
- Realizando sus funciones vitales.

Todas las reacciones metabólicas están relacionadas en las rutas o vías metabólicas. Son muy parecidas en todos los seres vivos.

En las reacciones metabólicas intervienen varias enzimas, al menos una en cada paso, constituyendo una ruta metabólica en la que el producto de cada una es el reactivo de la siguiente, hasta obtener el producto final.

En el metabolismo celular se distinguen dos fases (dos grupos de rutas metabólicas):

El catabolismo: es el conjunto de reacciones que tienen como objetivo la obtención de energía y moléculas precursoras a partir de otras más complejas. Los procesos catabólicos son de degradación, y producen energía química, por tanto son reacciones exergónicas.

El anabolismo: es el conjunto de reacciones que tienen por objetivo la síntesis de moléculas precursoras sencillas y energía. Los procesos anabólicos son sintéticos y consumen energía, por tanto son reacciones endergónicas.

Ambas fases están relacionadas, ya que la energía que se produce durante el catabolismo, así como las moléculas precursoras que se obtienen, son necesarias para el desarrollo de las reacciones del anabolismo.

Las **funciones del metabolismo** son:

- La obtención de energía química a partir de la degradación de las biomoléculas (glúcidos, lípidos y proteínas).
- La obtención de moléculas precursoras, imprescindibles para la síntesis de las biomoléculas, como monosacáridos, ácidos grasos, aminoácidos...
- La síntesis de biomoléculas como glúcidos, lípidos, proteínas..., por la unión de moléculas más sencillas.

Los seres vivos son capaces de almacenar como ATP hasta un 40% de la energía obtenida en la oxidación de la glucosa.

2. Tipos de metabolismo: organismos autótrofos y heterótrofos

Todos los seres vivos utilizan energía para realizar sus funciones, dependiendo de donde proceda esta energía clasificaríamos a los seres vivos como:

- **Los seres vivos heterótrofos** obtienen esta energía de sustancias elaboradas por otros seres vivos.
- **Los seres vivos autótrofos** obtienen esta energía de sustancias inorgánicas.

Para que se produzcan las reacciones metabólicas se necesita la materia y la energía que proporciona la **nutrición**.

Tabla 1. Clasificación de los organismos según su fuente de energía y de materia

Tipo de organismo	Fuente de energía	Fuente de materia
Fotoautótrofo	Luz	Inorgánica (CO ₂ , H ₂ S, S, H ₂ , NH ₃)
Fotoheterótrofo	Luz	Orgánica (glúcidos)
Quimioautótrofo	Compuestos inorgánicos	Inorgánica (CO ₂ , H ₂ S, S, H ₂ , NH ₃)
Quimioheterótrofo	Compuestos orgánicos	Orgánica

3. Reacciones de oxidación y reducción en la célula

Las reacciones químicas son **transformaciones energéticas**. La energía que contienen unos enlaces se transfiere a otros nuevos en moléculas diferentes.

Cuando en esas reacciones se produce una transferencia de electrones (e^-) se conocen como reacciones de oxidación-reducción. Estos son muy importantes en los sistemas biológicos.

Una oxidación es la pérdida de algún e^- . Su nombre procede del oxígeno, que es un gran aceptor de e^- . Las sustancias se oxidan:

- Cuando se forman enlaces nuevos con oxígenos.
- Cuando se rompen enlaces con hidrógenos.

Una reducción es la ganancia de algún e^- . Las sustancias se reducen:

- Cuando se rompen enlaces nuevos con oxígenos.
- Cuando se forman enlaces con hidrógenos.

La oxidación y la reducción son simultáneas, siempre que una sustancia se oxida la otra se reduce. Reacciones de oxidación-reducción en los seres vivos:

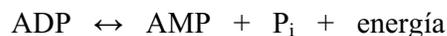
- Las reacciones endergónicas son las reacciones de obtención de energía; retienen energía. Ejemplos: la fotosíntesis y la quimiosíntesis.
- Las reacciones exergónicas son las reacciones de extracción de energía de los compuestos; liberan energía. Ejemplos: la glucólisis y la respiración celular.

4. Transporte de energía

Se puede llevar a cabo en forma de **ATP** (Adenosín Trifosfato), transporta grupos fosfato; o forma de coenzimas transportadoras de e^- , en ambos casos moléculas ricas en energía.

⇒ *Adenosín trifosfato (ATP)*

El ATP es la molécula transportadora de energía más abundante de las células vivas. Las enzimas acoplan las reacciones exergónicas (que liberan energía) a la producción de ATP.



En el ATP los dos grupos fosfato terminales están unidos al resto de la molécula por enlaces tipo anhidro denominados enlaces de alta energía, mientras que el enlace entre el fosfato y el adenosín monofosfato (AMP) es un enlace éster (de menor energía). La hidrólisis del ATP libera fosfato inorgánico (P_i), y ocurre con facilidad. El fosfato terminal se separa, produciendo entre 11 y 13 Kcal/mol de energía útil, según las condiciones intracelulares.

Transportadores de electrones: NAD^+ (Nicotinamida Adenina Dinucleótido), NADP^+ (Nicotinamida Adenina Dinucleótido Fosfato), FAD (Flavin Adenín Dinucleótido) y FMN (Flavín Mononucleótido)

En algunas reacciones exergónicas, como en el metabolismo de la glucosa (glucólisis), la energía es transportada mediante e^- . Los electrones energéticos (a veces, forman parte de un átomo de hidrógeno) pueden ser capturados por transportadores de e^- , que pueden donarlos junto con su energía a otras moléculas. Por ejemplo: el enlace que se establece entre el hidrógeno y el anillo de nicotinamida del NAD^+ , originando el NADH , es un enlace de alta energía: $\text{NAD}^+ + \text{H}^+ + e^- \rightarrow \text{NADH}$

5. Regulación del metabolismo. Las enzimas

Las enzimas son grandes moléculas de proteínas formadas por una o varias cadenas polipeptídicas, que catalizan de forma específica determinadas reacciones bioquímicas uniéndose a la molécula o metabolito que se va a transformar, llamado sustrato, dando lugar a una nueva sustancia, el producto.

El centro activo es el lugar específico de una enzima donde se une el sustrato.

La energía de activación (E_a) es la energía que necesitan algunas reacciones para iniciarse, permiten romper los enlaces de las moléculas que están reaccionando y formar otros nuevos en los productos.

En las células, esta energía de activación se consigue disminuir en el metabolismo por la acción de las enzimas.

Las enzimas son **biocatalizadores**, disminuyen esta energía de activación facilitando que la reacción se produzca e impidiendo que la célula se vea afectada.

6. Concepto de catabolismo

El catabolismo es el conjunto de reacciones del metabolismo que permiten la degradación de moléculas como glúcidos, lípidos y proteínas, para transformarse en productos finales más simples y liberando energía (degradación oxidativa).

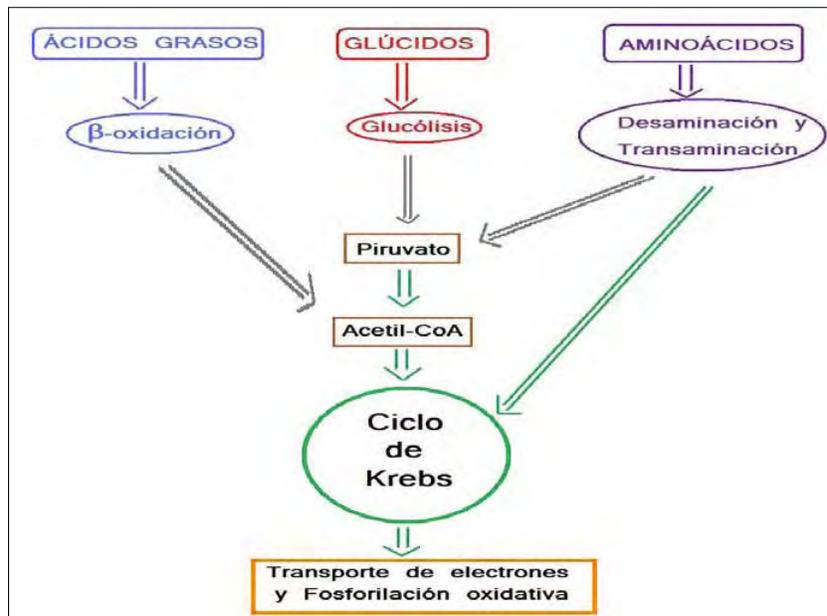
⇒ *Rutas catabólicas más importantes*

La glucólisis: es el proceso en el que una molécula de glucosa se degrada hasta obtener dos moléculas de ácido pirúvico (en forma de piruvato), de tres átomos de carbono.

La β -oxidación: es el conjunto de reacciones en el que se produce la oxidación de los ácidos grasos para dar un compuesto de dos átomos de carbono, el acetilcoenzima A (acetil-CoA).

La transaminación y desaminación: es el conjunto de procesos que tienen lugar en la degradación de los aminoácidos mediante la separación del grupo amina del esqueleto carbonado.

En general estas rutas convergen hacia la formación de un compuesto de dos átomos de carbono, el **acetilcoenzima A** (acetil-CoA). Este producto se incorpora al **ciclo del ácido cítrico o de Krebs**.



⇒ *Catabolismo de los glúcidos*

Los **glúcidos** son los principales nutrientes (biomoléculas) de las que se obtiene energía en la mayoría de los organismos. Los polisacáridos de reserva (glucógeno y almidón) entran en la vía glucolítica por la interacción de dos enzimas: la glucógeno fosforilasa en los animales y la fosforilasa del almidón en los vegetales. Ambas separan glucosa-1-fosfato de las cadenas de polisacáridos.

A partir de la glucosa obtenida en estas reacciones tiene lugar la **glucólisis**, que produce **ácido pirúvico** (en forma de piruvato).

Según el tipo de célula y las circunstancias metabólicas, el piruvato se puede degradar por dos vías:

- En **las células aerobias** se degrada mediante **la respiración celular** (aerobia). Se produce la oxidación del piruvato a acetil-CoA, que entra en el ciclo de Krebs.
- En **las células anaerobias** (o células con falta de oxígeno). El piruvato se transforma en etanol y CO₂, o un lactato, por reacciones de **fermentación**. Son necesarias para regenerar el NAD⁺ consumido en la glucólisis a partir del NADH+H⁺.

○ Glucólisis

Es el proceso metabólico por el cual una molécula de glucosa se degrada en dos de piruvato (ácido pirúvico), mediante una secuencia de diez reacciones. La glucólisis se divide en **dos etapas**, una en la que se **consume energía**, y otra en la que se **obtiene**.

Ambas se realizan en el **citosol**, de esta manera:

1) La glucosa se activa por fosforilación, y al final resultan dos moléculas de gliceraldehído-3-fosfato. En esta etapa pueden entrar otros azúcares si se fosforilan previamente con ATP. Se consumen ATP, por lo que se consume energía.

2) En esta etapa se produce la energía contenida en dos moléculas de gliceraldehído-3-fosfato, mediante reacciones de oxido-reducción y fosforilaciones. Al final se forman dos moléculas de piruvato. Produciendo energía.

Balance energético de la glucólisis:

En la 1ª etapa se consumen 2 ATP, y en la 2ª etapa se producen 4 ATP y 2 NADH.



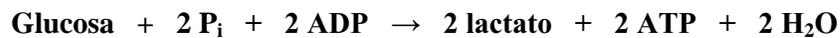
⇒ **Respiración anaerobia. Fermentación láctica y alcohólica**

Las fermentaciones producen mucho menos ATP que la respiración aerobia, a causa de que tanto el lactato como el etanol retienen gran parte de la energía libre original de la glucosa. En las fermentaciones, el **aceptor final** no es el oxígeno, sino una **molécula orgánica**, distinta según la fermentación:

- Piruvato en la fermentación láctica.
- Acetaldehído en la fermentación alcohólica.

○ Fermentación láctica

En microorganismos y en células de organismos superiores (como el tejido muscular), en condiciones anaeróbicas, el piruvato se transforma en lactato, en una reacción catalizada por la enzima lactato deshidrogenasa.



Algunas bacterias como *Lactobacillus* y *Streptococcus* hacen el proceso, transformando la lactosa (disacárido) de la leche en glucosa, y luego en ácido láctico (yogurt, queso, etc.).

La acumulación de ácido láctico en las células musculares, durante el ejercicio intenso, viaja por la sangre al hígado, donde se convierte de nuevo en ácido pirúvico.

○ Fermentación alcohólica

En levaduras y microorganismos anaerobios, el piruvato se descarboxila y origina acetaldehído que luego se reduce a etanol.



La levadura *Saccharomyces cerevisiae* es la base de la fabricación de la cerveza, el vino y el pan. Es anaeróbica facultativa, sólo realiza la fermentación en ausencia de oxígeno.

⇒ *Respiración aeróbica celular*

Las células aerobias obtienen la mayor parte de la energía de la respiración, es decir, mediante la transferencia de electrones desde las moléculas orgánicas combustibles hasta el oxígeno molecular. Se transforma el piruvato (ácido pirúvico) formado durante la glucólisis, se oxida en CO₂ y H₂O, en presencia de oxígeno. Sucede en las **mitocondrias** en los organismos eucariotas, y en el citosol, y la membrana citoplasmática en los organismos procariotas.

La respiración celular se realiza en tres fases:

1. Formación del **acetil-CoA** por oxidación del piruvato, también desde los ácidos grasos y de los aminoácidos.
2. Degradación de los restos de acetilo en el **ciclo de Krebs**, con producción de **CO₂** y de **átomos de hidrógeno**.
3. **Transporte electrónico**, equivalente a los átomos de hidrógeno, hasta el oxígeno molecular, que va acoplado a la **fosforilación del ADP a ATP**.

⇒ *Oxidación de ácido pirúvico a acetil-CoA*

Es un proceso de degradación del piruvato (ácido pirúvico) hasta acetil-CoA, en presencia de oxígeno. Este proceso ocurre en la **matriz mitocondria**. En este proceso:

- NAD y CoA son activadores.
- NADH, ATP y acetil-CoA son inhibidores.

La molécula de piruvato pierde un grupo carboxilo en forma de CO₂ y da lugar a acetil-CoA y a NADH. La reacción está catalizada por un complejo enzimático (de tres enzimas), el complejo piruvato deshidrogenasa. Se considera la degradación de las dos moléculas de piruvato obtenidas en la glucólisis:



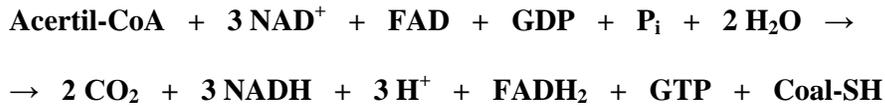
El lactato o el etanol no se degradan más, mientras que el acetil-CoA continúa degradándose, ya que se incorpora al ciclo del ácido cítrico.

⇒ *Ciclo de Krebs o del ácido cítrico*

El ciclo de Krebs es una secuencia de reacciones en las que el **acetil-CoA** se oxida a **CO₂** y **H₂O**. Las reacciones tienen lugar en la **matriz mitocondrial**. También se denomina ciclo de los ácidos tricarbónicos, porque algunos compuestos que participan en él están formados por tres grupos carboxilo.

Es una ruta o vía anfibólica. Esto quiere decir que se utiliza tanto en procesos catabólicos como en anabólicos, ya que algunos de los compuestos intermedios del ciclo son precursores en las rutas de síntesis de biomoléculas. Se producen dos descarboxilaciones y los acetilos iniciales se oxidan hasta CO₂ y se expulsan fuera de la célula. Cada molécula de **glucosa** produce **dos vueltas al ciclo de Krebs**, por dar lugar a dos moléculas de piruvato en la glucólisis. En el ciclo de Krebs se obtiene un **GTP** (equivalente a un ATP). La mayor parte

de la energía se encuentra en los portadores de electrones: **NADH y FADH₂**. La oxidación completa de los grupos acetilo sigue el balance:



⇒ *Fosforilación oxidativa*

La cadena transportadora de electrones aprovecha los electrones del **NADH y FADH₂** para crear un gradiente electroquímico, generando una fuerza protón-motriz. El transporte de electrones se produce a través de los complejos en la membrana mitocondrial:

- Complejo I: NADH-ubiquinona reductasa.
- Complejo II: Succinato-ubiquinona reductasa.
- Complejo III: Ubiquinona-citocromo c reductasa.
- Complejo IV: Citocromo c oxidasa.

Cada uno acepta electrones a un nivel de energía menor, con un potencial de reducción menos negativo.

○ *Teoría quimiosmótica de acoplamiento de Peter Mitchell*

La síntesis de ATP está acoplada al transporte de electrones mitocondrial y se basa en:

- Los complejos transportadores de electrones logran pasar protones al espacio intermembrana en contra de gradiente, creando un gradiente eléctrico y un gradiente de protones a través de la membrana interna. Este gradiente electroquímico se denomina fuerza protón-motriz.
- El potencial electroquímico de este gradiente o fuerza protón-motriz lo aprovecha la **ATP sintetasa**, acoplando el transporte de protones a la matriz mitocondrial a favor de gradiente con la síntesis de ATP.

⇒ *Balance energético de la respiración aerobia*

El balance energético supone simplemente un recuento de las moléculas de ATP que se forman en el proceso de degradación de la glucosa a CO₂ y H₂O.

Deberemos tener en cuenta, no sólo las moléculas de ATP que se forman directamente en las reacciones de este proceso, sino también las moléculas de NADH y FADH₂, que al ser oxidadas en la cadena respiratoria dan lugar a tres y a dos moléculas de ATP, respectivamente. Las moléculas de ATP una vez formadas se exportan a través de las membranas de las mitocondrias para que sean utilizadas en toda la célula.



7. Concepto de anabolismo

El **anabolismo** es el conjunto de reacciones que tienen por objetivo la **síntesis** de moléculas precursoras sencillas y energía.

Los organismos **autótrofos** son los que sintetizan compuestos orgánicos (hidratos de carbono, lípidos, proteínas) a partir de compuestos inorgánicos. Para ello, necesitan energía que pueden obtener de dos formas:

- **Fotosíntesis:** es el proceso de obtención de energía a partir de la luz del sol.
- **Quimiosíntesis:** es el proceso de obtención de energía a partir de reacciones de oxidación-reducción.

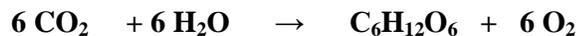
Tras estos procesos ocurre el **ciclo de Calvin**, en el cual se forman compuestos orgánicos a partir de CO₂.

⇒ **Fotosíntesis**

La fotosíntesis es el proceso por el cual las células de organismos como las plantas, algas y algunas bacterias, captan la **luz del sol**, y la transforman en **energía química** para la obtención de compuestos orgánicos. En las células eucarióticas ocurre en los **cloroplastos**. En los **tilacoides** de los cloroplastos se encuentran unos pigmentos, que contienen un **cromatóforo**, grupo químico capaz de absorber la luz de distintas longitudes de onda del espectro visible. Los **pigmentos** más comunes son: la **clorofila a y b**, las **xantofilas**, y los **carotenoides**.

Reacción de fotosíntesis:

Luz

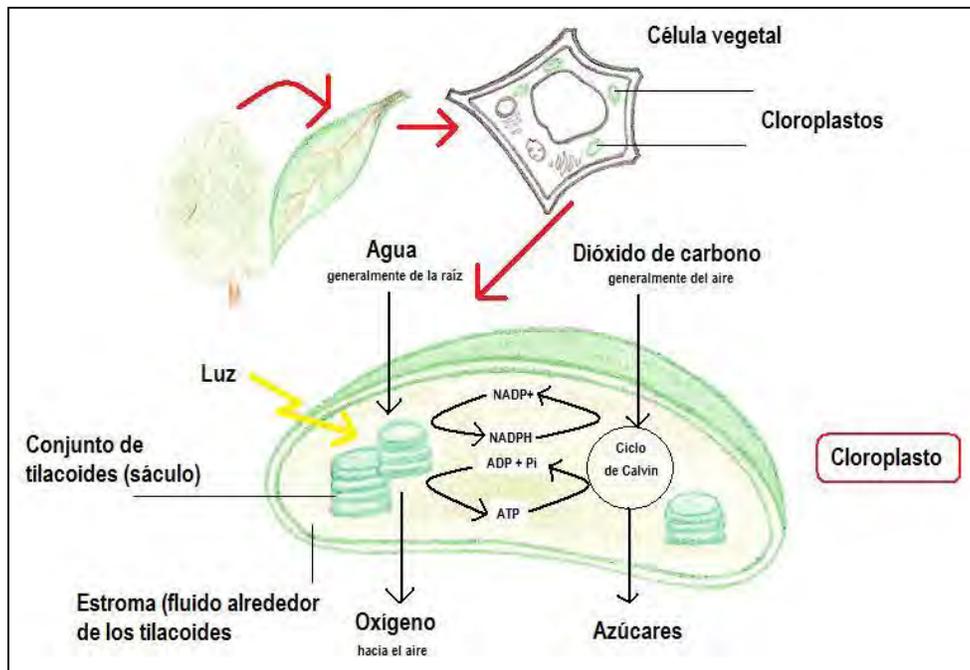


El oxígeno desprendido proviene de la molécula de agua (H₂O), no del dióxido de carbono (CO₂). La fotosíntesis consta de **dos fases**:

○ Fase lumínica

- Se produce la conversión de **energía de la luz en energía química**.
- Se rompe la molécula de agua con **desprendimiento de oxígeno**, por fotólisis.
- Los **pigmentos fotosintéticos** absorben la luz y se excitan, emitiendo electrones que son captados por una cadena de transporte electrónico que los lleva hasta la molécula transportadora de electrones, el **NADP⁺** (nicotinamida adenín dinucleótido fosfato). Éste se reduce al tomar los electrones a su forma **NADPH**.
 - En la **cadena transportadora de electrones** la energía de esos electrones se usa para sintetizar **ATP**.

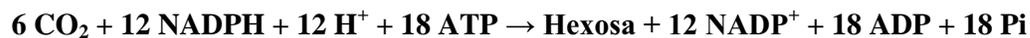
En las células eucarióticas de las hojas de las plantas esta fase ocurre en las **membranas de los tilacoides** de los cloroplastos, en las cuales se localizan las moléculas de **clorofila**, agrupadas formando los **fotosistemas**, y el resto de complejos de proteínas que participan en la captación de la energía de la luz.



○ Fase oscura

- Es **independiente de la luz**, es decir, ocurre tanto si hay luz como si no la hay.
- Se utiliza la energía obtenida en la fase luminosa (**NADPH y ATP**) para **fijar el dióxido de carbono (CO₂)** y obtener **moléculas orgánicas** (como la glucosa). Este proceso es denominado **fijación de CO₂**, y ocurre por medio de las reacciones que constituyen el **Ciclo de Calvin**.
- Se realiza en el **estroma** del cloroplasto.
- La **enzima rubisco** fija la molécula de CO₂ y se activa con la luz del sol.
- El compuesto inicial del ciclo es la ribulosa 1,5 bifosfato (RuBP), glúcido de cinco carbonos que se une al CO₂ y se rompe en dos moléculas de ácido 3-fosfoglicérico (PGA). En el siguiente paso el PGA se reduce a gliceraldehído 3-fosfato (GAP).
- Por cada **tres moléculas de CO₂** fijadas se producen **seis moléculas de GAP**.
- Finalmente, el **GAP** puede formar **glucosa o fructosa** en una ruta metabólica (de una forma inversa a la glucólisis).

La fotosíntesis completa sigue el **balance**:



Se necesitan dos vueltas del ciclo para producir una molécula de glucosa ya que la fijación de tres moléculas de dióxido de carbono (CO₂) para producir una de GAP requiere el gasto de nueve ATP y seis NADPH.

⇒ **Quimiosíntesis**

La quimiosíntesis es el proceso de **obtención de energía a partir de reacciones de oxidación-reducción** para sintetizar compuestos orgánicos.

Es llevada a cabo por algunas **bacterias**, como por ejemplo las bacterias **nitrificantes** que oxidan el amoníaco a nitritos, y estos a su vez a nitratos. Estas bacterias son muy importantes, debido a que transforman sales inorgánicas, que forman parte de los ciclos biogeoquímicos de muchos elementos fundamentales para la vida, como el nitrógeno, fósforo y carbono.

Reacción de **reducción del ión amonio** que forma parte de determinadas sales inorgánicas, obteniendo iones nitrito:



También se puede dividir en **dos fases**:

1. La obtención de **energía por medio de reacciones inorgánicas** en las que se produce una oxidación que desprende energía en forma de **ATP** y **NADH**.
2. La producción de materia orgánica por medio del **ciclo de Calvin**, utilizando la energía obtenida en forma de ATP y NADH en la fase anterior.

8. Actividades

1. Define los siguientes conceptos: catabolismo y reacciones exergónicas.
2. Indica cuales son las tres rutas catabólicas importantes, y que sustancias se degradan en ellas.
3. Escribe la reacción del balance energético de la glucólisis, e indica en que lugar de la célula ocurre.
4. ¿Qué etapa ocurre tras la glucólisis en condiciones aerobias? ¿Su producto en qué ciclo participa?
5. En condiciones anaerobias qué proceso ocurre tras la glucólisis. Indica los dos tipos que conoces y los productos que se obtienen.
6. Describe en qué consiste el ciclo de Krebs, e indica en que lugar de la célula ocurre.
7. Escribe los postulados de la teoría quimiosmótica de Peter Mitchell. ¿Qué explica?
8. Define los siguientes conceptos: anabolismo y reacciones endergónicas.
9. Explica de qué formas pueden obtener la energía los organismos autótrofos para sintetizar compuestos orgánicos.

LOS MICROORGANISMOS

1. *Hitos históricos en microbiología*
2. *La diversidad de los microorganismos*
3. *Microorganismos procariotas: Bacterias*
4. *Microorganismos eucariotas: Protistas y hongos*
5. *Microorganismos sin organización celular: Virus y otros*
6. *Importancia de los microorganismos para la biosfera y para la humanidad*
7. *Biotecnología*
8. *Actividades*

1. Hitos históricos en microbiología

- *A. Leweenhoek (1664)*

Primeras descripciones de microorganismos. (μ .org). Microscopio rudimentario.

- *L. Pasteur (1859)*

Demuestra la invalidez de la generación espontánea.

Las fermentaciones las realizan μ .org

Fabricación de las primeras vacunas (rabia: 1885)

- *R. Koch (1876)*

Teoría microbiana de las enfermedades infecciosas

Descubre el μ .org de la tuberculosis y del cólera

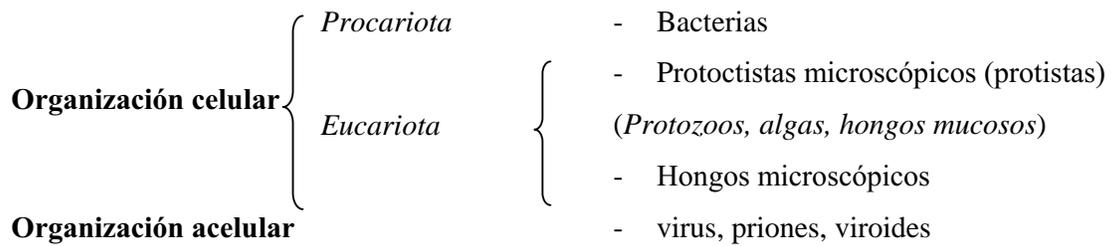
- *A. Fleming (1929)*

Descubrimiento de la Penicilina

- *Equipos de investigación (2000)*

Enormes avances

2. La diversidad de los microorganismos



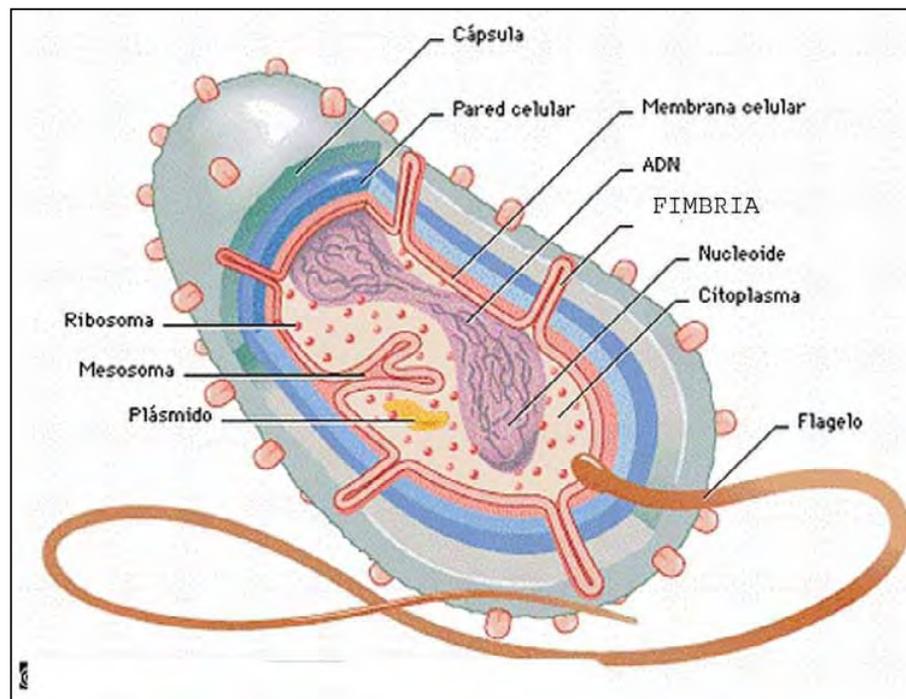
3. Microorganismos procariotas: Bacterias

- Grupo de organismos más antiguo y más abundante del Planeta (grupo de mayor biomasa)
- Unas 3000 especies conocidas
- Éxito biológico: simplicidad, gran diversidad metabólica y elevada tasa de mutación y reproducción.

Han colonizado todo tipo de ambientes

- Muy utilizadas en investigación biológica (biología molecular)
- Principales tipos morfológicos: cocos, bacilos, espirilos, vibrios

⇒ *Estructura bacteriana*



- Membrana plasmática:
 - Bicapa lipídica similar a la eucariota. Sin colesterol.
 - *Mesosomas*: Invaginaciones en la membrana
 - Incrementan su superficie.
 - Puntos de anclaje del ADN bacteriano y de gran cantidad de enzimas (replicación, respiración, fotosíntesis)

- Pared celular bacteriana:
 - Exterior a la membrana, proporciona protección mecánica y frente a alteraciones osmóticas.
 - Composición: malla de *peptidoglicano* (=mureína) glucopéptido exclusivamente bacteriano:
 - 2 tipos: Según la tinción de la pared. (Tinción *Gram*)
 - *Gram +* Se tiñen bien. Gruesa capa de *peptidoglicano*
 - *Gram -* Se tiñen poco. Fina capa de *peptidoglicano* rodeada de una capa de *lipopolisacáridos* (LPS)
 - Algunas enzimas (*lisozima*) dañan su estructura.
 - Algunos antibióticos (*penicilinas*) inhiben su síntesis.

- Cápsula:
 - Capa gelatinosa de compuestos glucídicos exterior a la pared
 - Facilita la adhesión (frecuente en patógenos)
 - Proporciona protección frente a desecaciones
 - Barrera defensiva frente a anticuerpos, virus, ...

- Citoplasma:
 - Similar al de eucariotas.
 - Sin orgánulos membranosos. Inclusiones abundantes.
 - Ribosomas 70S

- Material genético:
 - Una sola molécula de ADN de doble cadena (ADN 2c) circular, plegada, sin histonas (“*cromosoma bacteriano*”)
 - *Plásmidos*: pequeñas moléculas de ADN doble cadena y circular, independientes del cromosoma bacteriano. (una o varias)
 - Suelen ser portadores de genes peculiares (de resistencia a antibióticos, de producción de toxinas, ...)
 - A veces pueden integrarse en el cromosoma bacteriano.

⇒ **Otras estructuras:**

- *Flagelos*: Estructuras de locomoción. Largos y escasos.

Naturaleza proteica (*flagelina*). Estructura distinta a la eucariota

Energía para el movimiento: proviene de un transporte de H^+ en la membrana (no ATP)

- *Pilus (pili)*: Filamentos proteicos (*pilina*) relacionados con mecanismos de intercambio genético entre bacterias (*conjugación*)
- *Fimbrias*: Filamentos proteicos (*fimbrina*) cortos y numerosos. Adhesión

⇒ **Fisiología bacteriana**

Nutrición, Relación y Reproducción.

Tabla 1. Nutrición bacteriana

Fuente de carbono	Fuente de energía	Organismos	Ejemplo
CO ₂ Autótrofos	Luz	Foto- autótrofos (Foto-sintéticos)	Bacterias fotosintéticas
	Energía química Oxidación de comp inorg reducidos (H ₂ S, H ₂ , NH ₄ ⁺ , Fe ²⁺)	Quimio- autótrofos (Quimio-sintéticos) (Quimio-litotrofos)	Bacterias edáficas de ciclos biogeoquímicos (importancia ecológica)
Compuestos orgánicos Heterótrofos	Luz	Foto- heterótrofos	Algunos grupos de bacterias
	Energía química Ox. de comp org reducidos. (<i>glucosa</i>)	Quimio- heterótrofos	muchos grupos bacterianos

○ Nutrición

- Grupo muy heterogéneo. Presenta todas las formas posibles de metabolismo
- Algunas pueden optar *facultativamente* por un tipo u otro de metabolismo según las condiciones del medio.

Utilización de O₂ en los procesos de nutrición

Bacterias con respiración: Utilizan una sustancia inorgánica para oxidar materia orgánica y producir energía. Su producto de desecho es CO₂

- *Aerobias*: utilizan O₂
- *Anaerobias*: utilizan NO₃⁻, SO₄²⁻ (O₂ tóxico)

Bacterias anaerobias fermentativas: No utilizan O₂ sino una sustancia orgánica (*pirívico*) para oxidar materia orgánica y producir energía.

Se forma un producto de fermentación como desecho.

- *Anaerobias aerotolerantes*: metabolismo fermentativo toleran la presencia de O₂
- *Anaerobias estrictas*: metabolismo fermentativo no toleran la presencia de O₂
- *Anaerobias facultativas*: según las condiciones del medio pueden optar por un metabolismo fermentativo o aerobio

○ Relación

Respuestas a estímulos ambientales:

- Movimiento (*fototactismos, Quimiotactismos...*)
- Cambios metabólicos
- Formación de *esporas de resistencia*

○ Reproducción

- Asexual por bipartición. (previa duplicación del ADN)
- A veces hay casos de intercambio de material genético entre 2 bacterias (incluso de especies distintas)

- **Transformación:**

Una bacteria incorpora desde el exterior un fragmento de ADN que procede de los restos de otra bacteria.

Raro en la naturaleza, útil en laboratorio.

- **Transducción:**

Un virus (*fago*) introduce en la bacteria un fragmento de ADN procedente de la última bacteria parasitada (escisión imprecisa de un *fago* en *ciclo lisogénico*)

- **Conjugación:**

Una bacteria se une a otra a través de un *pili* o *punte de conjugación* a través del cual transmite una copia de un plásmido. (La transmisión puede ser total o parcial)

⇒ **Clasificación de Bacterias**

Los grandes grupos:

1. *Arqueobacterias*: primitivas.
2. *Eubacterias*: evolucionadas

○ Arqueobacterias

- Muy diferentes químicamente de *eubacterias*
 - Pared celular sin *peptidoglicano*
 - Membrana celular con lípidos específicos
 - No siguen ciclo de *Calvin*

- *ARNt* y *ARNr* distintos
 - Primer aminoácido en la traducción *Met* (no *f-Met*)
 - Coenzimas distintos a NAD^+ y FAD^+
- Sobreviven en ambientes muy extremos (*extremófilas*)
 - Se las supone los primeros seres vivos en la historia de la Tierra
- Halobacterias: (*Halobacterium*): en ambientes hipersalinos (lagunas salinas)
 - Metanógenas: (*Metanobacterium*): en ciénagas y aparatos digestivos de animales



- Termoacidófilas: (*Thermus aquaticus*): en fuentes hidrotermales

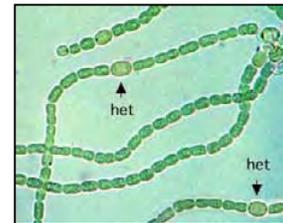
ADN polimerasa utilizada en *PCR* (*Taq pol*)

○ Eubacterias

Grupo más amplio y evolucionado Ejemplo: *Nitrosomonas**, *Nitrosococcus*, *E.coli**, *Salmonella**, *Vibrio*

Cianobacterias

- Mal llamadas “algas verde azules”.
- Forman colonias filamentosas. En lagunas de agua dulce y suelos húmedos.
- Realizan fotosíntesis
- Fijan N_2 atmosférico (importancia agrícola y ecológica)
- Son los seres más autosuficientes (viven del aire y agua)
- En ocasiones establecen simbiosis con otros organismos (líquenes)

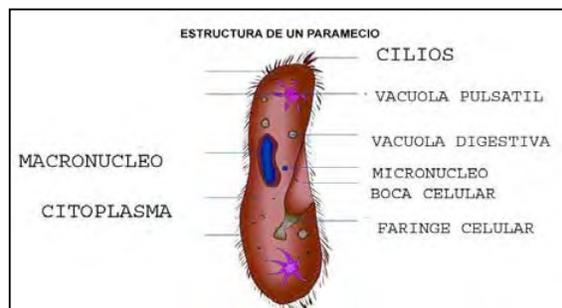


4. Microorganismos eucariotas: Protistas y hongos

⇒ *Protoctistas microscópicos (protistas)*

○ Protozoos:

- Unicelulares (algunos pluricelulares)
- Heterótrofos de vida libre (aguas dulces y marinas, o edáficos) simbiotes (intestino de termitas) o parásitos*
- Mastigophora (flagelados): *Trypanosoma**, *Leishmania**
- Ciliophora (ciliados): *Paramecium*, *Vorticela*



- Sarcodina (rizópodos, Amebas): *Entamoeba histolítica**
- Radiolarios y Heliozoos (SiO_2), Foraminíferos ($CaCO_3$)
- Esporozoa (apicomplexa) *Plasmodium**, *Toxoplasma**

- Algas microscópicas:
 - Fotoautótrofas. Fitoplancton marino y dulceacuícola.
 - También edáficos (algunos simbioses)
 - Dinoflagelados, Crisófitos, Euglenófitos (*Euglena*) Diatomeas, Algas filamentosas (*Spirogyra*)
 - Clorófitas, Feófitas y Rodófitas (grupos macroscópicos)
- Hongos inferiores (mucosos)
 - Mixomicetos: *Dyctiostellium* (saprofitos)
 - Oomicetos: *Phytophthora*, *Saprolegnia* (parásitos)

⇒ **Hongos**

- Heterótrofos, unicelulares o pluricelulares. Pared quitinosa.
- Reproducción asexual por esporas (pueden tener ciclo sexual)
- Parásitos, saprofitos, o simbioses.
 - Zigomicetos: *Mucor*, *Rhizopus* (Mohos)
 - Ascomicetos: *Saccharomyces* (levaduras) *Claviceps*, [*Tuber*]
 - Basidiomicetos: “royas y tizones”, “setas”
 - Deuteromicetos (hongos imperfectos) *Aspergillus*, *Penicillium*, *Candida*, *Microsporium*.

5. Microorganismos sin organización celular: Virus y otros

⇒ **Virus**

- Pequeñas moléculas de ácidos nucleicos encapsulados en una cubierta de proteínas. Tienen *carácter infectivo*.
- No poseen estructura celular ni metabolismo propio
- Son parásitos intracelulares obligatorios
 1. Penetran en las células
 2. El ácido nucleico del virus dirige la síntesis de sus componentes utilizando la maquinaria bioquímica de la célula.
 3. Los componentes se ensamblan para formar nuevos virus.
- Pueden aportar caracteres nuevos a las células, o provocar trastornos que degeneran en enfermedades
- *Viroides*
 - Pequeñas moléculas de ARN monocatenario circular, sin cápsida.
 - De carácter infectivo en plantas. Transmisión por insectos o material vegetal infectado.

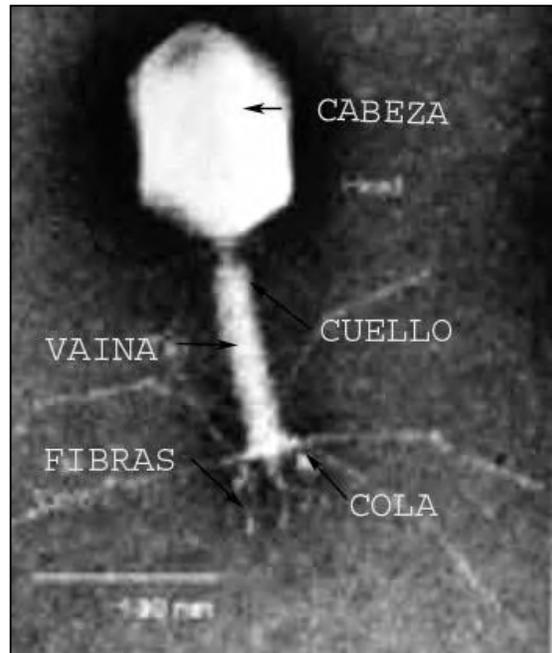
○ Composición y estructura de los virus

Material genético:

- Una pequeña molécula de ADN o ARN, nunca los 2 a la vez
- ADN (lineal o circular) monocatenario o de doble cadena
- ARN lineal. monocatenario o de doble cadena
- Puede haber solapamiento de genes

Cápsida:

- Cubierta proteica que rodea el ácido nucleico.
- Formada por subunidades o *capsómeros*
- Determina la morfología externa del virus: *Poliédricos, Tubulares y Complejos (bacteriófagos o fagos)*



Envoltura lipídica:

- Solo en algunos virus, rodeando la cápsida (*virus envueltos*)
- Procede de la última célula parasitada
- Presenta proteínas celulares y víricas.

Algunos tipos de virus

Tabla 2. Tipos de virus

ADN/ARN	Grupo	Hospedador	Ejemplo
ARN 1c	<i>Tobamovirus</i>	Plantas	VMT mosaico del tabaco
	<i>Myxovirus</i>	Animales	Gripe, Sarampión
	<i>Retrovirus</i>	Animales	Cáncer sida
ADN 2c	<i>Myovirus</i>	Bacterias	Serie T par (fago T2)
	<i>Adenovirus</i>	Vertebrados	Conjuntivitis Adenomas
	<i>Herpesvirus</i>	Vertebrados	Herpes hepatitis

Ciclos vitales de los virus

- Ciclos *lítico y lisogénico* de Bacteriófagos (*fago lambda, T2, ...*)
- Ciclos de Retrovirus (*VIH-SIDA, Gripe...*)

○ Ciclo lítico

1. Fijación (adsorción) del virus a la superficie de la célula hospedadora (receptores específicos)
2. Penetración del virus por diversos mecanismos.

- *Endocitosis* mediada por receptor. Fusión de membranas.
- Inyección de su ácido nucleico en la célula
- A través de heridas en la pared celular (virus vegetales)

3. Replicación del virus utilizando de la maquinaria bioquímica de la célula. El virus crea múltiples copias de sí mismo rápidamente.

Distintas modalidades de replicación según el tipo de genoma vírico. ADN_{1C}; ADN_{2C}; ARN_{1C}; ARN_{2C}

4. Expresión de los genes de virus y síntesis de sus componentes:

- Los genes de los virus cuentan con promotores muy fuertes, y su expresión es muy intensa. Los productos de expresión (proteínas del virus) se fabrican en gran cantidad.
- A menudo se produce alteración del metabolismo celular.

5. Ensamblaje espontáneo de los componentes y formación de nuevos virus.

6. Liberación de virus maduros por diversos mecanismos (exocitosis, gemación, lisis celular)

La infección vírica se propaga.

o Ciclo lisogénico : *Virus no lítico, lisogénico, atenuado o atemperado*

1. Entrada del virus. (*ver ciclo lítico*)

2. Integración en el cromosoma bacteriano (*profago*).

- El *profago integrado* permanece en *estado de latencia*.
- Las bacterias con profagos pueden presentar nuevas propiedades: La bacteria de la difteria produce una toxina.

3. El virus se replica con el cromosoma bacteriano. Todas las células hijas son portadoras del profago.

4. Las condiciones ambientales pueden activar el ciclo lítico.

- La escisión del fago a veces es imprecisa y los fagos liberados pueden contener ADN bacteriano.

Estos fagos pueden transferir ese material genético al infectar otra célula. (*Transducción bacteriana por fagos*)

- Tienen gran aplicación en ingeniería genética, para “cortar” el ADN en zonas o secuencias concretas y conocidas.

Virus y cáncer

- La inserción de un virus en el ADN de una célula puede alterar algún gen de control del ciclo de división celular y transformar la célula normal en tumoral.

- Los virus a veces portan genes que pueden inducir tumores (*oncogenes*, *virus oncogénicos*)
 - Todas las células cancerosas portan secuencias de ADN homólogas a las de *oncogenes víricos*
 - Muchas células normales llevan secuencias similares *oncogenes víricos* (*protooncogenes*)
 - Muchos cánceres humanos parecen deberse a la activación de *protooncogenes*.

Origen y evolución de los virus

- Los virus están más relacionados con sus células huésped que entre ellos. (*Margulis*)
- Los virus son productos evolutivamente posteriores a las células y se originaron a partir de ellas.
 - Fragmentos del material genético aislados del genoma celular que salieron de las células y se replicaron independientemente en otras células a las que usurparon su maquinaria metabólica en su propio beneficio.

⇒ *Priones*

- Partículas proteínicas infecciosas (mamíferos)
- Producen *encefalopatías espongiformes transmisibles* (suelen ser mortales)
 - *Prurito lumbar, scrapie o tembladera ovina*
 - *Encefalopatía espongiforme bovina* (mal de las vacas locas)
 - *Enfermedad de Creutzfeldt Jakob* (“C.J.”; humanos)
- Se trata de una proteína normal de la membrana neuronal con una pequeña modificación que la transforma en patógena.
 1. Algunos individuos presentan una mutación puntual en el gen de esta proteína.
 2. La mutación provoca un cambio anormal en su estructura.

(La proteína mutada puede permanecer sin alterar las células durante años, y sin ser reconocida como extraña)
 3. La proteína mutada puede interaccionar con la proteína normal e inducir un cambio de conformación que la transforma en anormal (efecto dominó)
 4. La proteína anormal produce lesiones neurodegenerativas
- Contagio por ingestión de tejidos afectados.

El mecanismo por el que los priones ingeridos alcanzan e infectan las células nerviosas es aun desconocido.

6. Importancia de los microorganismos para la biosfera y para la humanidad

⇒ *Los microorganismos en los ciclos biogeoquímicos*

- *Flujo de energía y ciclos de materiales* en el ecosistema.
 - Los ciclos biogeoquímicos son *procesos de transformación*, de los elementos químicos en el ecosistema.
 - Estos procesos *intercambian* dichos elementos químicos entre los componentes bióticos y abióticos del ecosistema.
 - Los elementos sufren *cambios en su estado de oxidación*.
 - *Los microorganismos tienen un papel destacado* y en ciertos casos vital (son los únicos capaces de reciclar formas de ciertos bioelementos, cerrando su ciclo)
- Relaciones ecológicas: Simbiosis.

Algunos microorganismos establecen relaciones de simbiosis con otras formas de vida.

- Plantas + *hongos (Micorrizas)*
- Plantas + *bacterias (Bacteriorrizas; ej. Rhizobium)*
- Hongos + *algas fotosintéticas (Líquenes)*
- Invertebrados acuáticos + *algas fotosintéticas (zooxantelas)*

(*Poríferos, cnidarios, Platelmintos, Moluscos*)

- Animales + *μ.org no fotosintéticos*

Bacterias y protozoos en intestino de insectos xilófagos y rumiantes.

⇒ *Microorganismos beneficiosos y perjudiciales para la salud*

La mayor parte son inocuos. Algunos son *patógenos*.

Biota normal:

- Las superficies corporales externas ofrecen un ambiente adecuado a muchos *μ.org*. (Piel, cavidad oral, tracto respiratorio y genitourinario) acné (*Propionibacterium*) caries (*Streptococcus*)

Microorganismos patógenos

- Algunos *μ.org* viven a expensas de otros organismos hospedadores (*parasitismo*).
- Cuando su crecimiento produce daños en el hospedador se consideran *patógenos*.
- El éxito de la invasión depende de la capacidad del *μ.org* para multiplicarse dentro del tejido infectado, resistiendo el ataque del sistema inmune del huésped.

Tabla 3. Enfermedades producidas por bacterias

Enfermedad y patógeno	Tejido afectado	Contagio
Botulismo <i>Chlostridium botulinum</i>	Sistema nervioso y muscular (neurotoxina)	Alimentaria
Brucelosis (fiebre de Malta) <i>Brucella sp</i>	Infección de ganglios linfáticos, bazo, hígado	Contacto con secreciones y excreciones animales
Carbunco (Antrax) <i>Bacillus anthracis</i>	Pústulas y edemas cutáneos	Contacto e inhalación con esporas
Cólera <i>Vibrio colerae</i>	Diarreas intestinales y deshidratación (enterotoxina)	Aguas contaminadas
Difteria <i>Corynebacterium difteriae</i>	Infección de garganta complicaciones internas (exotoxina)	Inhalación
Faringitis <i>Streptococcus sp</i>	Infección de garganta	Inhalación
Gangrena <i>Chlostridium perfringens</i>	Necrosis de tejidos (exotoxina)	Heridas
Gonorrea <i>Neisseria gonorrhoeae</i>	Infección de mucosas vaginal y uretral	Contacto sexual
Lepra <i>Mycobacterium leprae</i>	Lesiones cutáneas y necrosis	Contacto (desarrollo muy lento)
Meningitis <i>Meningococcus</i> <i>Streptococcus</i>	Infección de las meninges	Contacto
Neumonía <i>Streptococcus pneumoniae</i>	Infección pulmonar	Inhalación
Peste <i>Yersinia pestis</i>	Inflamación de ganglios linfáticos	Picaduras de insectos (Pulga de rata)
Sífilis <i>Treponema pallidum</i>	Ulceración de mucosas sexuales	Contacto sexual
Tétanos <i>Chlostridium tetani</i>	Contracción muscular violenta e involuntaria (neurotoxina)	Heridas abiertas
Tifus (fiebre tifoidea) <i>Salmonella paratypi</i>	Infección abdominal fiebres y anemia	Aguas contaminadas
Tosferina <i>Bordetella pertusis</i>	Vías respiratorias Fiebre, tos y neumonía	Secreciones respiratorias
Tuberculosis <i>Mycobacterium tuberculosis</i>	Infección pulmonar	inhalación

⇒ **Enfermedades producidas por hongos**

Tabla 4. Enfermedades producidas por hongos

Enfermedad y patógeno	Tejido afectado	Contagio
Candidiasis <i>Candida albicans</i>	Grietas y pústulas cutáneas, bucales, vaginales o dérmicas. Prurito intenso	Contacto sexual (Comensal de mucosas bucal vaginal y anal)
Tiñas <i>Microsporum</i> <i>Epidermophyton</i> <i>Trichophyton</i>	Pústulas epidérmicas	Contacto

⇒ **Enfermedades producidas por virus**

Tabla 5. Enfermedades producidas por virus

Enfermedad y patógeno	Tejido afectado	Contagio
Fiebre amarilla <i>Flavovirus</i>	Infección hepática	Picadura del mosquito <i>Aedes aegypti</i>
Gripe <i>Ortomixovirus</i>	Infección de vías respiratorias y fiebres	Inhalación
Hepatitis A <i>Picornavirus</i>	Infección hepática Fiebre y debilidad	Transmisión directa fecal-oral (indirecta por agua y comida contaminada)
Hepatitis B <i>Hepadnavirus</i>	Infección hepática Fiebre y debilidad	Vía sexual, saliva, transfusiones, jeringuillas
Paperas <i>Paramixovirus</i>	Inflamación de parótidas, (testículos páncreas y cerebro)	Inhalación
Rabia <i>Rabdovirus</i>	Alteración del sistema nervioso Hidrofobia, alucinaciones desorientación	Mordedura de vertebrados infectados
Rubéola <i>Adenovirus</i>	Infección de ganglios linfáticos Catarro leve, erupciones rojizas	Inhalación
Sarampión <i>Paramixovirus</i>	Infección del tracto respiratorio fiebre erupciones rojizas	Inhalación
Varicela <i>Herpesvirus</i>	Infección del tracto respiratorio y ganglios linfáticos fiebre erupciones rojizas	Inhalación
SIDA <i>Retrovirus VIH</i>	Trastornos del sistema inmune	Fluidos corporales contaminados

⇒ **Enfermedades producidas por protoctistas**

Tabla 6. Enfermedades producidas por protoctistas

Enfermedad y patógeno	Tejido afectado	Contagio
Amabiiasis intestinal <i>Entamoeba histolítica</i>	Hemorragias intestinales	Aguas y comida contaminadas
Gigardiasis <i>Giardia lamblia</i>	Diarrea intestinal y dolor abdominal. (Frecuente en niños)	Transmisión directa fecal-oral (indirecta por agua y comida contaminada)
Malaria (Paludismo) <i>Plasmodium sp</i>	Fiebres cíclicas graves	Picadura del mosquito <i>Anopheles</i>
Triconomiasis <i>Trichomonas vaginalis</i>	Vaginitis y uretritis	Contacto sexual
Tripanosomiasis <i>Tripanosoma sp</i>	Cefaleas intensas, sueño profundo	Picadura de la mosca Tsé-tsé (<i>Glossina palpalis</i>)

Agentes antimicrobianos y quimioterapéuticos

Matan o inhiben el crecimiento de microorganismos en objetos (Desinfectantes) o seres vivos (Antisépticos)

⇒ **Antibióticos**

Antimicrobianos producidos por algunos microorganismos

- Penicilinas y cefalosporinas: inhiben la síntesis de la pared celular bacteriana
- Tetraciclinas y Eritromicina: inhiben la síntesis de proteínas (Alteran ribosomas bacterianos)
- Sulfamidas: (sintéticos): inhiben la síntesis del *Ac fólico* (vit B₉) en bacterias

⇒ **Antivíricos**

Difícil encontrar compuestos eficaces y no tóxicos (Estructura acelular: los antibióticos no afectan a los virus).

Ej.: AZT Inhibe las ADN y ARN polimerasas víricas

⇒ **Antifúngicos y antiparasitarios**

Difícil encontrar compuestos eficaces y no tóxicos (son eucariotas)

Nistatina: inhibidor de la síntesis de *ergosterol* (*colesterol*)

7. Biotecnología

Utilización de los seres vivos o sus componentes para realizar determinados procesos químicos con finalidad industrial.

- Industrias alimentarias: fabricación de pan, vino y cerveza, quesos y fermentos lácticos
- Industrias farmacéuticas: obtención de vacunas, antibióticos y nuevos fármacos
- Industrias agropecuarias:
 - Producción de proteínas para piensos e insecticidas biológicos.
 - Obtención de *OGM* (animales y plantas transgénicos)
- Microbiología de los alimentos:
 - Conservación de los alimentos de las alteraciones microbianas.
 - Prevención de infecciones e intoxicaciones alimentarias
- Biotecnología y medicina
 - Clonación de genes y aplicaciones de la pcr
 - Obtención de vacunas y proteínas
 - Diagnóstico clínico y terapia génica
 - Secuenciación del adn (proyecto genoma humano)
- Biotecnología y medio ambiente
 - Eliminación de residuos humanos
 - Producción microbiana de compuestos biodegradables

8. Actividades

1. ¿Qué es la mureina? ¿Dónde se encuentra? ¿Cuales son las moléculas que lo forman?
2. ¿Qué son los mesosomas?
3. ¿Qué diferencia hay entre bacterias GRAM+ y GRAM-?
4. ¿En qué consiste el proceso de transducción bacteriano?
5. ¿Qué son los priones?
6. Cita al menos tres bacterias causantes de enfermedades y comenta sus efectos sobre la salud.
7. ¿Qué es un antibiótico y cual es su utilidad en medicina?
8. ¿Qué relación tienen los virus con el cáncer?

GENÉTICA MENDELIANA

1. *Introducción*
2. *Conceptos fundamentales*
3. *Leyes de Mendel*
4. *Mendelismo complejo*
5. *Mutaciones*
6. *Actividades*

1. Introducción

La genética es el campo de la biología que estudia la herencia biológica que se transmite de generación en generación. Dentro de ella, la genética mendeliana estudia los modelos de transmisión de la información independientemente de la naturaleza química del gen.

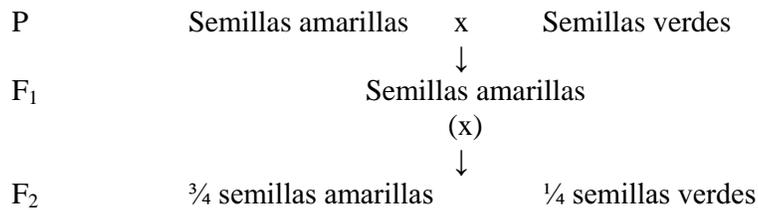
2. Conceptos fundamentales

- **Gen.** Unidad de la herencia que produce la expresión característica observable en un ser vivo o en sus descendientes. Los genes se disponen a lo largo de las cromátidas de los cromosomas ocupando una posición determinada llamada locus.
- **Carácter.** Cada uno de los rasgos que se usan en la descripción de los seres vivos. Por ejemplo: color del iris de los ojos, color del pelo, altura,... Algunos de ellos vienen determinados genéticamente.
- **Alelo.** Cada una de las variantes génicas que determinan un carácter. Se les representa con letras mayúsculas o minúsculas, por ejemplo: A o a
- **Alelo dominante.** Aquel que transmite un carácter que se manifiesta siempre. Se le representa con una letra mayúscula, por ejemplo: A (carácter color amarillo).
- **Alelo recesivo.** Aquel que transmite un carácter que solamente se manifiesta si no está presente el alelo dominante. Se le representa con una letra minúscula correspondiente a la del dominante, por ejemplo: a (carácter color verde).
- **Genotipo.** Dotación genética del individuo para un determinado carácter o conjunto total de genes que tiene un individuo. Por ejemplo: AA, Aa, aa
- **Fenotipo.** Expresión observable determinada por el genotipo, es decir, cada una de las formas posibles del carácter, “lo que se ve”. Por ejemplo: semilla amarilla (genotipos AA y Aa), semilla verde (genotipo aa).
- **Homocigótico.** Individuo que porta en el genotipo dos alelos idénticos para un determinado carácter. Por ejemplo: AA o aa
- **Heterocigótico.** Individuo que porta en el genotipo dos alelos distintos para un determinado carácter. Por ejemplo: Aa
- **Genoma.** Conjunto de genes de una especie, y por lo tanto, de los cromosomas que lo componen.

- Color amarillo predomina sobre color verde ($A > a$)
- Genotipo: 100 % Aa
- Fenotipo: 100 % color amarillo

⇒ **Segunda ley de Mendel: ley de la segregación**

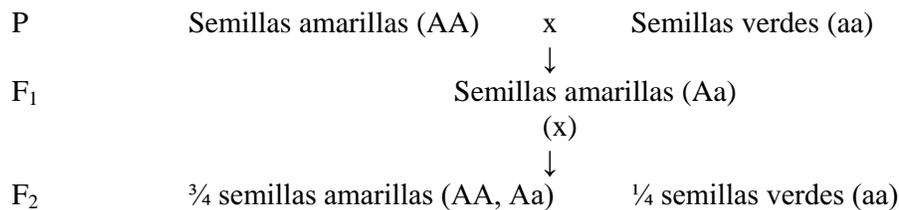
A continuación Mendel autofecundó plantas de la F_1 y observó que la descendencia, la segunda generación filial (F_2), no era uniforme, y que la variante del carácter que no aparecía en la primera generación (el recesivo parental: color verde) reaparecía en la segunda; y siempre en una relación numérica sencilla: un individuo recesivo (color verde) por cada tres individuos dominantes (color amarillo).



Y enunció la segunda ley de Mendel o ley de la segregación independiente de los caracteres:

“Los factores que se transmiten de generación en generación se separan (segregan) en los parentales y se unen al azar en los descendientes para definir las características de los nuevos individuos”.

Nuevamente:



	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

- Color amarillo predomina sobre color verde ($A > a$)
- Genotipo 3:1 (¾ semillas amarillas: ¼ semillas verdes)
- Fenotipo 1:2:1 (AA, Aa, Aa, aa)

⇒ **Retrocruzamiento o cruzamiento prueba**

Si el gen dominante impide la expresión del recesivo ¿cómo se podrá averiguar por medio de cruzamientos si un individuo cuyo fenotipo corresponde al gen dominante es homocigótico o heterocigótico? Es decir ¿cómo sabremos si una planta de guisantes amarillos es AA o Aa?

Para ello se realiza un cruce entre un homocigótico recesivo (aa) con el individuo a desenmascarar (A_). Si aparecen fenotipos determinados por genes recesivos el individuo problema es heterocigótico. En caso contrario, es homocigótico.

A_ x aa

- Resultado 1: 50 % Aa y 50 % aa, el individuo es Aa (heterocigótico).
- Resultado 2: 100 % Aa, el individuo es AA (homocigótico dominante).

⇒ **Tercera ley de Mendel: ley de la segregación independiente**

Mendel había estudiado como se transmite un carácter y se preguntó si la herencia de uno influiría en la de otro carácter. Cruzó dihíbridos, es decir, progenitores que se diferenciaban en dos caracteres: semillas amarillas y lisas (AABB) con semillas verdes y rugosas (aabb) y obtuvo los siguientes resultados.

P	Amarillas y lisas (AABB)	x	Verdes y rugosas (aabb)	
		↓		
F ₁	Amarillas y lisas (AaBb)			
		(x)		
		↓		
F ₂	Amarillas y lisas	Amarillas y rugosas	Verdes y lisas	Verdes y rugosas
- Fenotipo:	A_B_	A_bb	aaB_	aabb
- Proporción total:	9 / 16	3 / 16	3 / 16	1 / 16
- Proporción fenotípica	9:3:3:1			

	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB	aaBB	aabb	aaBB	aaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

Al sumar las proporciones de los caracteres por separado se mantenía la segregación fenotípica para un solo carácter (3:1)

Semillas amarillas: $9 / 16 + 3 / 16 = 12 / 16 = 3 / 4$

Semillas verdes: $3 / 16 + 1 / 16 = 4 / 16 = 1 / 4$

Semillas lisas: $9 / 16 + 3 / 16 = 12 / 16 = 3 / 4$

Semillas rugosas: $3 / 16 + 1 / 16 = 4 / 16 = 1 / 4$

Por lo que Mendel concluyó que no hay interferencias entre la herencia de ambos y enunció la tercera ley de Mendel o ley de la segregación independiente:

“Si se consideran dos caracteres simultáneamente, las segregaciones de los factores genéticos no interfieren entre sí; es decir, los factores que determinan un carácter se heredan independientemente de los que determinan el otro”.

4. Mendelismo complejo

La herencia de muchos caracteres es muy compleja y no es posible explicarla con la aplicación directa del principio “un gen, un carácter”. En muchos casos existe una interacción génica en virtud de la cual ciertos genes interfieren o afectan la expresión de otros, alterando las proporciones fenotípicas esperadas según las leyes de Mendel. Al conjunto de variaciones del modelo mendeliano, pero que se basan en él, se le denomina mendelismo complejo.

⇒ **Herencia intermedia (dominancia intermedia)**

Los individuos heterocigóticos presentan un fenotipo intermedio de los fenotipos parentales. Por ejemplo, el cruzamiento de una planta que presente dos líneas puras de flores rojas y flores blancas con herencia intermedia dará lugar a una descendencia F_1 de flores rosas. En la F_2 la proporción fenotípica será 1:2:1 (rojas, rosas y blancas, respectivamente).

⇒ **Codominancia**

Los dos alelos se manifiestan puesto que ninguno es dominante sobre el otro. El fenotipo del heterocigótico presenta características de ambos parentales. Por ejemplo, en el grupo sanguíneo AB0 existen 3 alelos distintos: I^A , I^B e i . Los individuos del grupo AB son $I^A I^B$ ya que ambos alelos son codominantes.

⇒ **Alelismo múltiple**

En la población de una especie existen más de 2 variantes alélicas para un determinado *locus* de un gen. Al conjunto de alelos se le denomina serie alélica. Por ejemplo, nuevamente, el grupo sanguíneo AB0. Existen 3 alelos distintos: I^A , I^B e i . Los individuos del grupo A son homocigóticos $I^A I^A$ o heterocigóticos $I^A i$; los individuos del grupo B son homocigóticos $I^B I^B$ o heterocigóticos $I^B i$; los individuos AB son heterocigóticos $I^A I^B$ y los individuos 0 son homocigóticos ii .

⇒ **Letalidad**

Un alelo es letal cuando su presencia en el genotipo provoca la muerte del individuo antes de la madurez sexual, o sea, antes de la posibilidad de reproducción y consiguiente transmisión genética. Un ejemplo es el alelo que determina el color del pelo amarillo (A) en los ratones. Este alelo es dominante sobre el que determina el color oscuro (a). Al cruzar dos ratones heterocigóticos amarillos (Aa) las proporciones fenotípicas de F_1 son 2:1 (amarillos y oscuros, respectivamente). Se debe a que el alelo A es letal en homocigosis (AA) y estos individuos mueren, alterando la proporción fenotípica mendeliana 3:1 esperada.

⇒ **Epistasia**

Consiste en el enmascaramiento del fenotipo correspondiente a un gen, llamado gen hipostático, por el fenotipo de otro, no alelo del primero, llamado gen epistático. Por ejemplo, una planta contiene un gen que determina la ausencia de pétalos, cuyo alelo P domina sobre p , que determina su presencia ($P > p$). Otro gen determina el color, con un alelo dominante (R), rojo, y otro alelo recesivo (r), blanco. La proporción fenotípica del cruzamiento $PpRr$ será 12:3:1, alterando las proporciones del principio de combinación independiente (9:3:3:1) de la

tercera ley de Mendel dado que no hay pétalos sobre los que pueda actuar el gen del color. El gen epistático (Pp) enmascara al gen hipostático (Rr).

⇒ **Ligamiento y recombinación**

Dos genes están ligados cuando se sitúan en el mismo cromosoma. En este caso tienden a heredarse juntos, no segregan independientemente (no se cumple la tercera ley de Mendel). Por ejemplo, si en un cromosoma se sitúan los alelos AB y en su cromosoma homólogo los alelos ab , se formarán gametos AB y gametos ab como resultado de la meiosis (los dos genes están ligados y se heredan juntos). Sólo se formarán gametos Ab y aB si se produce entrecruzamiento (intercambio de fragmentos de cromosomas homólogos). El resultado del entrecruzamiento es la recombinación genética, es decir, la formación de nuevas combinaciones de alelos (Ab y aB). Los gametos que llevan estas nuevas combinaciones se llaman gametos recombinantes.

⇒ **Herencia ligada al sexo**

Los genes de determinación sexual se localizan en unos cromosomas especiales llamados cromosomas sexuales. En la especie humana, las hembras tienen 2 cromosomas X (XX: sexo homogamético) y los varones un cromosoma X y otro Y (XY: sexo heterogamético). En la hembra, los cromosomas X son homólogos. En el varón, solamente un pequeño fragmento del Y tiene homología con una parte del X (segmento homólogo) y el resto carece de ella (segmento diferencial). Los genes situados en el segmento diferencial de los cromosomas X o Y son genes ligados al sexo (no presentan homólogos).

Estos genes representan una variación del modelo mendeliano, ya que, en el varón, se expresarán siempre, aunque su alelo sea recesivo. Existen varios tipos de herencia ligada al sexo:

○ Herencia dominante ligada al cromosoma X.

Todos los portadores del gen con el alelo dominante expresarán dicho fenotipo. Las diferencias se perciben en la descendencia según el transmisor de dicha variante alélica sea el padre o la madre. Un padre enfermo con una enfermedad ligada al cromosoma X transmitirá su enfermedad a todas sus hijas pero no a sus hijos.

Padre enfermo $X^A Y$	x	Madre sana $X^a X^a$
	↓	
$X^a Y$ Hijos sanos		$X^A X^a$ Hijas enfermas

Una madre enferma con una enfermedad ligada al cromosoma X transmitirá su enfermedad al 50 % de sus hijas y al 50 % de sus hijos.

	Padre sano $X^a Y$	x	Madre enferma $X^A X^a$	
		↓		
$X^A Y$ Hijos enfermos	$X^a Y$ Hijos sanos		$X^A X^a$ Hijas enfermas	$X^a X^a$ Hijas sanas

○ Herencia recesiva ligada al cromosoma X

Los hombres expresarán la variante alélica recesiva del gen siempre que lo tengan puesto que sólo poseen un cromosoma X. Las mujeres solo lo harán en caso de homocigosis. Es el caso del daltonismo y de la hemofilia.

Las mujeres sólo lo harán en caso de homocigosis.

	Padre sano		Madre sana (portadora)	
	$X^A Y$	x	$X^A X^a$	
		↓		
$X^A Y$	$X^a Y$		$X^A X^a$	$X^a X^a$
Hijos sanos	Hijos enfermos		Hijas sanas	Hijas enfermas

○ Herencia ligada al cromosoma Y

Los caracteres cuyos genes se encuentren situados en el cromosoma Y sólo se transmiten de varón a varón, es decir, la herencia es holándrica. Es el caso de la ictiosis (enfermedad cutánea en que la piel se vuelve seca y escamosa) y de la presencia de pelos en las orejas.

○ Herencia influida por el sexo

La expresión fenotípica de los genes depende del sexo del portador. En el caso de la calvicie en el ser humano, el gen actúa como dominante en el varón y como recesivo en la hembra, es decir, la calvicie está determinada por un par de alelos con variación en la dominancia.

5. Mutaciones

El material genético puede sufrir cambios de todo tipo, desde la modificación de un solo eslabón de la cadena de ADN hasta variaciones en el número de juegos cromosómicos. Se llama mutación, en un sentido amplio, a cualquier cambio genético. Las mutaciones constituyen la fuente primaria de variabilidad genética que es la base de la evolución. Según el material genético afectado, las mutaciones se pueden clasificar en dos grupos:

⇒ **Mutación génica**

Un gen cambia por la aparición de un nuevo alelo. Las variantes alélicas han aparecido precisamente por mutación y afectan como mínimo a un par de nucleótidos (bases nitrogenadas). Se suelen denominar mutaciones puntuales.

⇒ **Mutación cromosómica**

El cambio se produce en el cromosoma. Si los cromosomas afectados son sexuales, se llaman mutaciones gonosómicas, y si afectan a resto, mutaciones autosómicas. Existen dos tipos de mutaciones cromosómicas:

- Mutaciones cromosómicas estructurales. El cambio se produce en la estructura del cromosoma
 - Deleción: pérdida de un trozo de cromosoma.
 - Duplicación: repetición extra de un segmento.
 - Inversión: un fragmento cambia de sentido dentro del cromosoma (gira 180°).
 - Translocación: intercambio de fragmentos entre cromosomas no homólogos.
- Mutaciones cromosómicas numéricas. El cambio se produce en el número de cromosomas

El número de cromosomas de un juego se denomina número monoploide (n). Un organismo diploide dispone de 2 juegos cromosómicos ($2n$). La euploidía es una variación que afecta a todo el juego cromosómico. Un individuo que en lugar de tener $2n$ cromosomas (diploide) tiene $3n$ cromosomas es triploide y sufre de euploidía (poliploidía). Existen casos de tetraploidía ($4n$).

Los organismos diploides disponen de un par de cromosomas homólogos, cada uno procedente de uno de los dos progenitores. La aneuploidía es una variación que afecta al número de cromosomas. La eliminación de un par de cromosomas homólogos produce nulisomía ($2n-2$); si desaparece sólo uno de los cromosomas homólogos produce monosomía ($2n-1$), y si aparece un cromosoma extra produce trisomía ($2n+1$). Existen casos de tetrasomía ($2n+2$) y pentasomía ($2n+3$).

6. Actividades

1. El daltonismo es una enfermedad hereditaria ligada a un alelo recesivo del cromosoma X. Una mujer de vista normal se empareja con un hombre de vista normal y tienen una hija de vista normal y un hijo varón daltónico. ¿Cuál es el genotipo posible de todos ellos?
2. La talasemia es una enfermedad hereditaria de la sangre que produce anemia. La anemia severa (talasemia mayor) se localiza en los homocigóticos (TMTM) y un tipo más benigno de anemia (talasemia menor) en los heterocigóticos (TMTN). Los individuos que no poseen la enfermedad son homocigóticos (TNTN). Si todos los individuos con talasemia mayor mueren antes de la madurez sexual, ¿qué proporción de adultos anémicos se espera entre los hijos de un matrimonio ambos talasémicos menores?
3. Un hombre de grupo sanguíneo A, cuyo padre es del grupo 0, se casa con una mujer del grupo B, hija de padres AB, y tienen una hija B. ¿Cómo son los genotipos probables de todas estas personas?
4. Sabiendo que en la especie humana la sordomudez es una enfermedad hereditaria recesiva, averigua la descendencia masculina de una pareja en la que uno de ellos es sordomudo y el otro normal heterocigótico.

GENÉTICA MOLECULAR

1. *Introducción*
2. *La replicación del ADN*
3. *La transcripción*
4. *El código genético*
5. *La traducción*
6. *Actividades*

1. Introducción

La genética molecular estudia la naturaleza de los genes y su expresión (expresión génica).

Los genes son secuencias de nucleótidos que codifican un polipéptido, es decir, fragmentos de ADN que se expresan cuando la información que contienen se traduce a proteínas. Éstas tienen a su vez una función biológica específica.

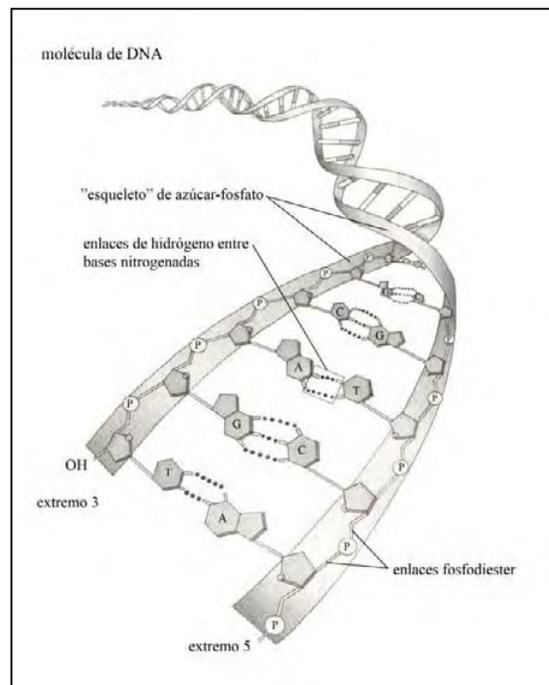
El flujo de información genética es el siguiente:

ADN → ARN → Proteínas

2. La replicación del ADN

La replicación consiste en la síntesis de una copia idéntica del ADN de una célula para que las células hijas posean la misma información genética tras la división celular.

Tiene lugar en el núcleo, durante la fase S del ciclo celular, y se debe a la complementariedad de bases (Adenina-Timina: A=T; Guanina-Citosina: G=C) de las dos cadenas antiparalelas; y es semiconservativa, es decir, cada hebra de la doble hélice parental sirve de molde para la síntesis de una nueva hebra.



⇒ **Replicación en procariotas**

Las células procariotas presentan un único origen de replicación en su cromosoma circular, a partir del cual se copian las dos hebras de todo el cromosoma en las dos direcciones (replicación bidireccional). En todo el proceso intervienen diferentes enzimas.

- Las helicasas se encargan de separar las dos cadenas de la doble hélice rompiendo los puentes de hidrógeno que unen las bases de los nucleótidos de las cadenas complementarias. Se forma la horquilla de replicación.

- Las proteínas de unión a cadena simple (SSBP) impiden que el ADN se renaturalice, estabilizando las cadenas sencillas del ADN desdoblado.

- Las topoisomerasas relajan la tensión en los extremos de la horquilla de replicación, impidiendo su enrollamiento.

- La primasa (una ARN polimerasa) sintetiza el cebador (entre 5 y 10 nucleótidos), un fragmento de ARN que aporta el extremo 3'OH libre al que se irán uniendo los nucleótidos de la nueva cadena sintetizada. Este cebador se une al segmento oriC, unos nucleótidos específicos que constituyen el punto de origen de la replicación.

- La síntesis está catalizada por ADN polimerasas (I y III) que “leen” la cadena molde en sentido 3'→5' y sintetizan la nueva cadena en sentido 5'→3'. Las ADN polimerasas sintetizan la nueva cadena añadiendo nucleótidos desde el cebador a medida que se desenrolla la doble hélice parental en la horquilla de replicación. Pero si las cadenas son antiparalelas ¿cómo es posible sintetizar las dos hebras? En una de las dos hebras la síntesis es continua (hebra adelantada), en sentido 5'→3', mientras que en la otra hebra la síntesis es discontinua (hebra retrasada), formándose los fragmentos de Okazaki, también en sentido 5'→3', precedidos cada uno de un cebador, que aporta el extremo 3'OH.

- La ADN polimerasa I sustituye los cebadores.

- Posteriormente la ADN ligasa se encarga de unir los fragmentos de Okazaki una vez eliminados los cebadores. Por lo tanto, las dos cadenas hijas son sintetizadas a la vez gracias al bucle que se forma en la hebra retrasada.

- Durante la replicación se produce la corrección de errores cometidos en la incorporación de nucleótidos con bases incorrectamente apareadas gracias a la actividad exonucleasa de las ADN polimerasas.

Existe una reparación por escisión de los errores de apareamiento cometidos en la replicación. Una nucleasa corta y elimina los nucleótidos erróneos, la ADN polimerasa realiza la síntesis de los nuevos y correctos nucleótidos y la ADN ligasa los une al resto de la cadena de nuevo.

⇒ **Replicación en eucariotas**

El mecanismo es similar al de procariotas aunque se conoce menos. Además existen dos diferencias básicas:

- Las células eucariotas inician la replicación en cientos de puntos de sus cromosomas lineales.

- Participan 11 ADN polimerasas diferentes.

- Existe además la enzima telomerasa que completa los extremos 5' que quedan huecos al eliminarse el cebador debido a que la molécula de ADN no es circular. La telomerasa, no

obstante, sólo está activa en células embrionarias o germinales y tumorales, por lo que en el resto de las células se produce un acortamiento de los telómeros en las sucesivas replications. Este acortamiento está asociado al envejecimiento celular.

3. La transcripción

La transcripción consiste en la síntesis de una molécula de ARN monocatenaria, complementaria de un fragmento de una de las cadenas del ADN que componen la doble hélice. Ésta nueva cadena (ARNm) servirá a su vez de molde para la síntesis de proteínas en el citoplasma.

⇒ *Transcripción en procariotas*

En la transcripción interviene una sola enzima (ARN polimerasa) y consta de tres fases:

1. **Iniciación.** La ARN polimerasa reconoce los centros promotores que son secuencias de nucleótidos del ADN que se va a transcribir y que señalan el punto de inicio de la transcripción. Una vez reconocidos los centros promotores, las dos cadenas del ADN se separan formando una “burbuja”.

2. **Elongación.** La ARN polimerasa recorre el ADN en la dirección de lectura de la hebra patrón (3'→5'). Comienza la síntesis del ARN incorporando nucleótidos a la hebra de ARN siguiendo la complementariedad de bases (Adenina-Uracilo: A=U; Guanina-Citosina: G=C) en sentido 5'→3'.

3. **Terminación.** La ARN polimerasa reconoce las señales de terminación (el terminador) que son secuencias de nucleótidos que desencadenan la separación de la enzima, del ADN y el ARN transcrito.

La transcripción y la traducción tienen lugar en el mismo compartimento celular y casi simultáneamente. Los genes son continuos por lo que no hay maduración del ARN transcrito. Además el ARNm contiene información para sintetizar varias proteínas diferentes (policistrónico).

⇒ *Transcripción en eucariotas*

En la transcripción intervienen:

- ARN polimerasa II: sintetiza ARN mensajero (ARNm).
- Factores de transcripción: proteínas que activan los centros promotores.

La transcripción consta de cuatro fases:

1. **Iniciación.** Los factores de transcripción activan los centros promotores. La ARN polimerasa II reconoce los centros promotores (caja TATA) que señalan el punto de inicio de la transcripción. Una vez reconocidos los centros promotores las dos cadenas del ADN se separan formando una “burbuja” llamada complejo de iniciación de la transcripción.

2. **Elongación.** La ARN polimerasa II recorre el ADN en la dirección de lectura de la cadena molde (3'→5'). Comienza la síntesis del ARNm incorporando nucleótidos a la hebra de ARN y siguiendo la complementariedad de bases (Adenina-Uracilo: A=U; Guanina-Citosina: G=C) en sentido 5'→3' (se incorporan 60 nucleótidos por segundo). Se transcriben

exones (secuencias codificadoras de genes) e intrones (secuencias no codificadoras de genes). Al extremo 5' del ARN transcrito primario se le une una caperuza de protección de metilguanosa trifosfato.

3. **Terminación.** La ARN polimerasa II reconoce las señales de terminación y desencadena la separación de la enzima, del ADN y el ARN transcrito primario. Al extremo 3' se le une una cola de 200 unidades de adenosina (poli-A).

4. **Maduración.** Los intrones del ARN transcrito primario son eliminados y los exones se empalman formando el ARN mensajero (ARNm) que una vez ya maduro migra al citoplasma.

La transcripción tiene lugar en el núcleo, mientras que la traducción ocurre en el citoplasma. Los genes son discontinuos (intrones y exones) por lo que hay maduración del ARN transcrito. Además, el ARNm contiene únicamente información para sintetizar una sola cadena polipeptídica (monocistrónico).

4. El código genético

El código genético es la relación de correspondencia entre los nucleótidos (bases) de un polinucleótido y los aminoácidos de una cadena polipeptídica. El código genético presenta una serie de características:

- Tres bases nitrogenadas codifican un aminoácido. Como existen cuatro bases nitrogenadas, entonces hay 64 combinaciones posibles ($4^3=64$).
- Cada triplete o codón (3 bases) codifica un único aminoácido. Pero un mismo aminoácido puede estar codificado por varios tripletes (tripletes sinónimos), es decir, el código genético es degenerado.
- No está solapado, es decir, tres bases nitrogenadas sucesivas se corresponden con un solo aminoácido.
- Existe un codón de inicio (AUG) que codifica la N-formil metionina (procariontes) o a la metionina (eucariontes).
- Existen codones de terminación (UAA, UAG y UGA) que provocan la finalización de la síntesis de la cadena polipeptídica.
- Es universal, es decir, común a todos los organismos vivos e incluso virus (aunque existen algunas excepciones en la expresión del ADN mitocondrial).

5. La traducción

La traducción consiste en la síntesis de un polipéptido a partir de una cadena monocatenaria de ARN mensajero (ARNm).

Dos enzimas nuevas participan:

- ARN polimerasa III: sintetiza ARN transferente (ARNt).
- ARN polimerasa I: sintetiza ARN ribosómico (ARNr).

Para que se produzca la traducción es necesario que se establezca la correspondencia entre nucleótidos y aminoácidos que determina el código genético. Esto ocurre a través de moléculas traductoras: los ARN transferentes (ARNt). Los ARNt se caracterizan por su forma de trébol. En uno de sus bucles se sitúa el anticodón, tres bases de nucleótidos, complementario al codón de un ARNm. Además, en el extremo 3' presentan una secuencia 3'

ACC- a la que se une un aminoácido para constituir un aminoacil-ARNt. Existe un ARNt específico para cada uno de los codones.

La traducción tiene lugar en el ribosoma. Este consta de dos subunidades que se unen en la traducción. Presenta un sitio A, que acoge a los aminoacil-ARNt, un sitio P, lugar de unión de los peptidil-ARNt, y un sitio E desde donde los ARNt descargados abandonan el ribosoma.

⇒ **Traducción en procariotas**

Consta de tres fases:

1. **Iniciación.** El ARNm se une a la subunidad pequeña del ribosoma y al ARNt iniciador (Met). El codón de iniciación (5'AUG 3') se encuentra cerca del extremo 5' del ARNm. A este codón de iniciación se une un ARNt con el anticodón (3'UAC 5') que porta el aminoácido N-formil-metionina en el sitio P. Se une la subunidad grande del ribosoma y el ARNt iniciador se sitúa en el sitio P.

2. **Elongación.** Al sitio A se une el aminoacil-ARNt correspondiente al siguiente codón, gracias a los factores de elongación (proteínas). Se produce un enlace peptídico entre la N-formil-metionina y el aminoácido unido al aminoacil-ARNt que ha llegado al sitio A. Se produce la translocación: el ARNt sin aminoácido pasa al sitio E y abandona el ribosoma, el ribosoma se desplaza un codón en dirección 5'→3' y el peptidil-ARNt (el ARNt con la cadena polipeptídica) ocupa el sitio P liberando el sitio A, con lo que el proceso puede continuar en un nuevo ciclo de elongación. La repetición de sucesivos ciclos de elongación genera la cadena polipeptídica. El ARNm se lee de 5' a 3'.

3. **Terminación.** Cuando alguno de los codones de terminación (UAA, UGA y UAG) alcanza el sitio A, se une un factor de liberación (proteína) que hidroliza el enlace entre el ARNt y el último aminoácido de la cadena polipeptídica. El polipéptido se libera y el ARNm y el último ARNt abandonan el ribosoma, que se disocia en sus dos subunidades hasta un nuevo comienzo de síntesis.

La traducción de una molécula de ARNm se puede llevar a cabo por varios ribosomas simultáneamente (polirribosomas).

⇒ **Traducción en eucariotas**

Se observan las siguientes diferencias:

- los ribosomas eucariontes son de mayor tamaño.
- el aminoácido de iniciación es la metionina (no la N-formil-metionina).
- el codón de iniciación puede variar (AUG o GUG).
- el ARNm sólo presenta un lugar de iniciación (en procariotas hay varios).

6. Actividades

1. Disponemos del siguiente fragmento de ADN bicatenario:

5' GCTCAC 3'

3' CGAGTG 5'

Además sabemos que los siguientes codones del ARNm codifican los aminoácidos:

GUG: valina

GGU: glicina

GCG: alanina

AGC: serina

AUG: metionina

- a) ¿Como será la cadena complementaria de la primera cadena de ADN en la replicación?
- b) ¿Como será la cadena de ARNm de la primera cadena de ADN en la transcripción?
- c) ¿Qué aminoácidos tendrá la proteína traducida y en que orden?

2. Explica qué es y qué características tiene el código genético.

HISTOLOGÍA VEGETAL

1. *Los tejidos vegetales*
2. *Tejidos embrionarios o meristemos*
3. *Tejidos adultos o definitivos*
4. *Relación en plantas: hormonas vegetales*
5. *Actividades*

1. Los tejidos vegetales

La histología es la ciencia que estudia los tejidos. Un tejido es un conjunto de células coordinadas entre sí para realizar una misma función. De todos los reinos de seres vivos solamente los más evolucionados, el Reino Vegetal y el Animal tienen tejidos, por lo tanto sólo encontramos tejidos vegetales y animales. En los vegetales los tejidos se asocian entre sí para formar órganos. En los animales forman órganos y éstos a su vez forman aparatos y sistemas.

Los tejidos vegetales son propios de plantas tanto cormofitas como talofitas (estas últimas sin tejidos vasculares). Los tejidos vegetales se clasifican atendiendo a su origen en tejidos **embrionarios** o **meristemos** y tejidos **adultos** o **definitivos**.

2. Tejidos embrionarios o meristemos

Son tejidos encargados del crecimiento ya que sus células presentan una permanente capacidad de división y diferenciación. Dan origen a todos los tejidos adultos. Existen dos tipos:

- ***Meristemos primarios o apicales.***

Encargados del crecimiento en longitud o crecimiento primario, proceden de células embrionarias y se sitúan en los ápices de raíces y tallos.

- ***Meristemos secundarios o laterales.***

Encargados del crecimiento en grosor o secundario de las plantas leñosas (las plantas herbáceas, no tienen crecimiento en grosor y sólo tienen meristemos primarios), proceden de células adultas que recuperan su capacidad de división y tienen posición lateral. Se distinguen dos tipos

- El **cambium**. Origina xilema secundario hacia el interior y floema secundario hacia el exterior.
- El **felógeno**. Se sitúa más superficialmente y origina parénquima cortical hacia el interior y **suber** o **corcho** hacia el exterior.

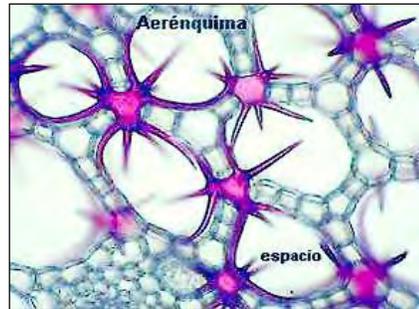
3. Tejidos adultos o definitivos

Son tejidos de células diferenciadas. Son cinco: parénquimas, tejidos secretores, tejidos protectores, tejidos mecánicos y tejidos conductores.

⇒ *Parénquimas*

Son tejidos de relleno fundamental de la planta e intervienen en la cicatrización de heridas ya que sus células conservan su capacidad de división. Se distinguen cinco tipos:

1. **Clorofílico.** Con abundantes cloroplastos y función fotosintética. Se da en tallos verdes y en el mesófilo de las hojas donde se encuentran dos variedades: **parénquima en empalizada** y **parénquima lagunar**.
2. **De reserva.** Almacena sustancias de reserva (especialmente almidón)
3. **Aerífero.** Almacena aire en sus espacios intercelulares, propio de plantas acuáticas donde favorecen la flotación e intercambio de gases.
4. **Acuífero.** Almacena agua en tallos y hojas de climas secos.
5. **Vascular.** Acompaña a los vasos conductores.



⇒ *Tejidos secretores, excretores, glandulares*

Son grupos de células dispersas en otros tejidos que elaboran sustancias que pueden ser expulsadas al exterior (tejidos glandulares) o al interior en vacuolas internas (tejidos secretores y excretores). Los más importantes son los siguientes:

Entre los tejidos secretores y excretores destacan:

- Los tubos laticíferos son células asociadas en tubos que presentan vacuolas llenas de un látex blanquecino compuesto de agua, gomas, alcaloides y resinas (caucho).
- Los conductos resiníferos son tubos que acumulan resina cuya función es de defensa contra insectos fitófagos y hongos. Son típicos de muchas coníferas.
- Las bolsas o cavidades lisígenas son espacios intercelulares llenos de aceites esenciales. Abundan en la cáscara de los cítricos.

Entre los tejidos glandulares destacan:

- Los nectarios de las flores secretan néctar que es una sustancia azucarada que atrae insectos.
- Los hidatodos del ápice de las hojas secretan agua.
- Los pelos urticantes de las ortigas secretan una sustancia irritante con función defensiva.

⇒ *Tejidos protectores*

Recubren la superficie externa de la planta y la protegen contra la desecación y agentes externos o separan unos tejidos de otros en el interior de ella. Distinguimos cuatro tipos:

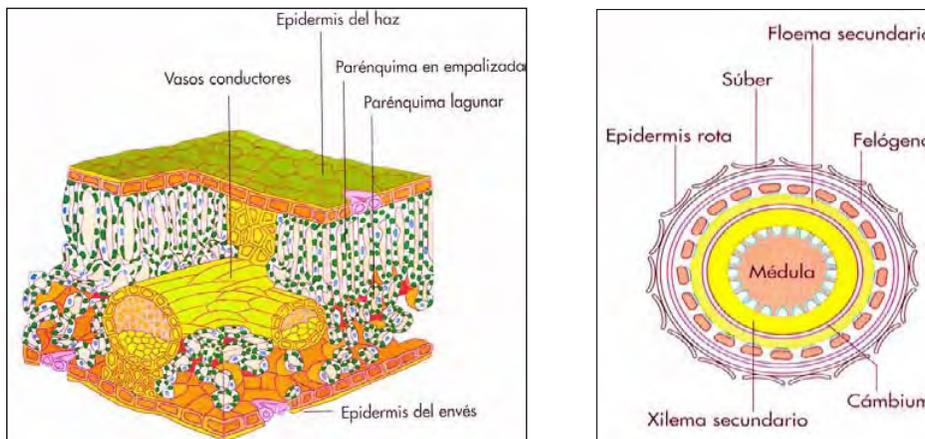
1. La **epidermis** es una capa única y continúa (sin espacios intercelulares) de células que recubre las partes jóvenes de la planta. Está impregnada (salvo en raíces) de una sustancia lipídica impermeable llamada **cutina** que forma una película externa llamada **cutícula**. La cutícula hace impermeable la epidermis al agua y los gases.

La epidermis proporciona protección frente a agentes externos y regula el intercambio de gases y agua por medio de estructuras epidérmicas especializadas, **estomas** y **pelos radicales**.

2. La **exodermis** es un tejido propio de raíces adultas de angiospermas y gimnospermas.

3. El **súber** sustituye a la epidermis en troncos y raíces leñosas (con crecimiento secundario en grosor). Es un tejido secundario originado por el felógeno. Está formado por células muertas y llenas de aire con depósitos de suberina (sustancia lipídica que impermeabiliza del agua y los gases). Es también un tejido de cicatrización.

El súber contiene unos poros llamados **lenticelas** llenas de células parenquimáticas para posibilitar el intercambio gaseoso y la transpiración.



La **endodermis**, único tejido protector interno, está formada por una sola capa de células que forma un cilindro en las raíces donde separa los haces vasculares del parénquima cortical. Su función es regular la entrada de agua e iones desde el exterior gracias a la lignificación y suberificación de las paredes de sus células formando la **banda de Caspary** que es impermeable y obliga a pasar al agua y sales minerales a través del citoplasma de las células endodérmicas.

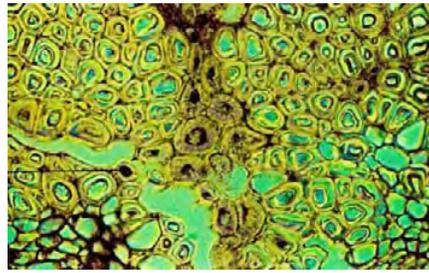
⇒ **Tejidos mecánicos**

Proporcionan sostén y resistencia a los órganos adultos. Se distinguen dos tipos:

1. El **colénquima** está constituido por células **vivas** y aparece en las plantas herbáceas y en las partes jóvenes de las plantas leñosas. Sus paredes celulares contienen un engrosamiento de celulosa mayor en unas zonas que en otras. En función de la localización de estos engrosamientos distinguimos tres tipos: anular, lagunar y el **angular**

que es el más común. El colénquima angular confiere resistencia y elasticidad frente a flexiones y aplastamientos, tiene engrosamientos en los ángulos de confluencia de varias células.

2. El **esclerénquima** está formado por células **muertas** debido a la fuerte lignificación y engrosamiento que sufren sus paredes celulares, esto lo hace mucho más resistente que el colénquima. Aparece en órganos adultos que han dejado de crecer. El esclerénquima presenta dos tipos celulares: las fibras, que son alargadas y las células pétreas o esclereidas, menos alargadas y que abundan en semillas y cubiertas de frutos.

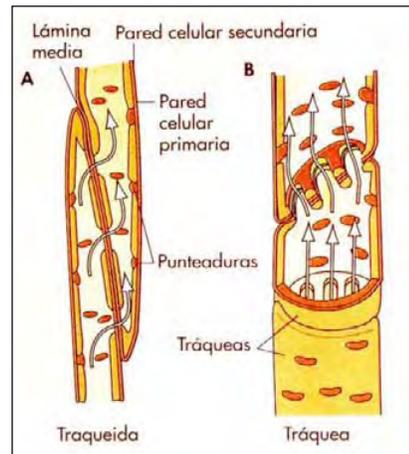


⇒ **Tejidos conductores.**

Son los tejidos más complejos y evolucionados de las plantas y solamente lo presentan las Cormofitas (es el criterio usado para clasificar las plantas en dos grupos: Talofitas o plantas no vasculares, que no tienen tejidos conductores, y Cormofitas o plantas vasculares que sí los tienen). Están especializados en el transporte de sustancias por toda la planta. Existen dos tipos: **xilema** y **floema**.

1. El **xilema** o tejido leñoso transporta la savia bruta (agua y sales minerales) desde la raíz hasta las hojas donde se realiza la fotosíntesis. Hay un **xilema primario**, originado durante el crecimiento primario por los meristemos apicales. En plantas leñosas con crecimiento secundario el cambium forma el **xilema secundario**. Las células que forman el xilema son de dos tipos: elementos vasculares y elementos no vasculares.

- **Elementos vasculares.** Son células con sus paredes reforzadas con depósitos de lignina. Mueren en la madurez quedando únicamente sus paredes. Son de dos tipos: traqueidas y tráqueas.
 - **Traqueidas.** Son largas y delgadas con extremos puntiagudos. Son menos evolucionadas y eficaces que las tráqueas ya que sus tabiques transversales son oblicuos y no están perforados sino provistos de punteaduras (zonas donde la pared es más delgada).
 - **Tráqueas.** Son más cortas y anchas que las traqueidas. Son más eficaces ya que sus tabiques de unión están perforados o bien desaparecen, en cuyo caso dan lugar a un vaso continuo muy eficaz.



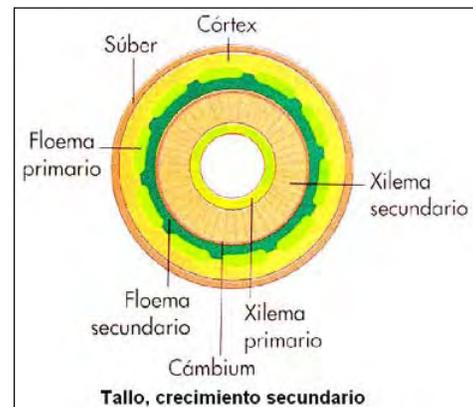
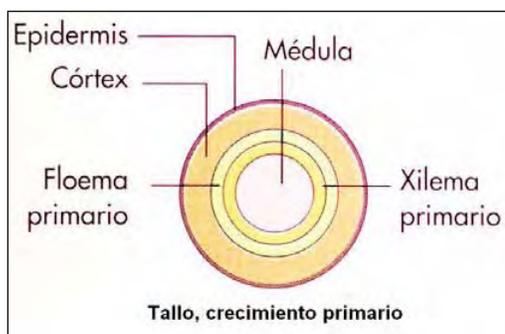
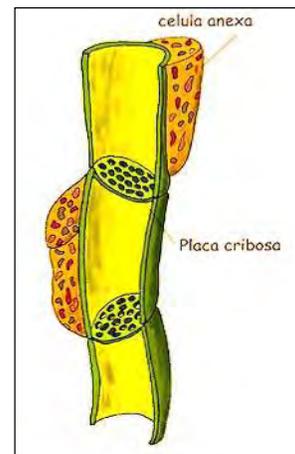
Las plantas menos evolucionadas (cormofitas sin semillas y gimnospermas tienen sólo tráqueas), la mayoría de las angiospermas (más evolucionadas) tienen traqueidas y tráqueas.

- **Elementos no vasculares.** Son el parénquima acompañante que ayudan a la nutrición de los elementos vasculares cuando estos están aún vivos y las fibras del xilema que proporcionan sostén.

El xilema viejo en los vegetales leñosos deja de servir para el transporte y forma la **madera** con función de sostén. En zonas templadas con un período frío al año de poco crecimiento secundario y un período anual de mayor crecimiento (primavera y verano), el número de anillos de la madera indica la edad del árbol.

2. El **floema** o tejido liberiano transporta la savia elaborada (sustancias sintetizadas en la fotosíntesis) por toda la planta. Se distingue también un floema primario y uno secundario, cada uno con el mismo origen que en el caso de los dos tipos de xilema. También tiene las células de los dos mismos tipos: elementos vasculares y elementos no vasculares.

- **Elementos vasculares.** Son de dos tipos: **Tubos y células cribosas.** Están formados por células cilíndricas dispuestas formando tubos con sus tabiques de unión perforados originando las llamadas **placas cribosas**.
- **Elementos no vasculares.** Se sitúan entre los vasos y son de tres tipos:
 - **Células acompañantes.** En comunicación por plasmodesmos con los elementos vasculares controlan el metabolismo de estos.
 - **Parénquima del floema** almacena sustancias de reserva.
 - **Las fibras del floema proporcionan sostén.**



La disposición de los haces vasculares varía en los distintos órganos de la planta (tallo, raíz y hojas) y también de unas especies a otras. En una sección de un tallo podemos ver que en angiospermas monocotiledóneas los haces vasculares se encuentran esparcidos por todo el tallo mientras que en angiospermas dicotiledóneas lo normal es encontrarlos formando un cilindro continuo o bien discontinuo.

4. Relación en plantas: hormonas vegetales

La relación es la capacidad de los seres vivos para responder a estímulos, tanto externos como internos, para adaptarse al medio en el que viven. Las plantas no tienen sistema nervioso pero presentan **hormonas** que les proporcionan una gran capacidad de adaptación al ambiente. Pueden responder a diversos factores ambientales (luz, temperatura, viento, agua, gravedad, cambios de estación) mediante dos tipos de movimiento: tropismos y nastias.

Las hormonas actúan en cantidades muy pequeñas y no tienen efectos específicos. Son sintetizadas en determinados tejidos y pueden ejercer su acción en zonas cercanas o lejanas del lugar donde se formaron, transportándose por el floema. Tipos:

a) Auxinas
b) Giberelinas
c) Citoquininas

} Estimulan la división y crecimiento celular (**Estimuladoras**)

d) Ácido abscísico
e) Etileno

} Inhiben el crecimiento (**Inhibidoras**)

- Auxinas:** se sintetizan en los **meristemos** de la raíz y el tallo, en flores y frutos, embriones y hojas nuevas, desplazándose hacia las partes inferiores de las plantas. Su función principal es estimular el crecimiento del vegetal activando la división y el alargamiento de las células. Además, inhiben el desarrollo de las yemas axilares y retardan la caída de las hojas y los frutos.
- Giberelinas:** están distribuidas por toda la planta aunque en mayor concentración en las **semillas** inmaduras. Su función principal es producir el alargamiento de los tallos jóvenes pero también estimulan la floración y germinación de las semillas.
- Citoquininas:** están en las **semillas, frutos y raíces**. Estimulan la división celular de los tallos e inhiben la de la raíz. También intervienen en la floración y germinación y en el retraso del envejecimiento de hojas y frutos.
- Ácido abscísico:** se sintetiza en las partes basales de los *frutos*. Inhibe la división y el alargamiento celular. Induce el letargo de las yemas axilares de las hojas y la caída de los frutos.
- Etileno:** es un gas que liberan los *frutos* durante su maduración. También se encuentra en *tallos, hojas, raíces y flores*. Induce la maduración de otros frutos, estimula la caída de las hojas y marchita las flores.

Tropismo: Es una respuesta de la planta en forma de crecimiento direccional de algún órgano a un estímulo externo que viene de una dirección concreta. Si la planta se acerca al estímulo, es positivo, y negativo si se aleja de él.

- **Fototropismo:** movimiento de respuesta a la luz. Las raíces presentan fototropismo negativo mientras que el tallo lo tiene positivo. Se debe a la acción de las **auxinas** que se acumulan en la parte de la planta que no recibe luz y aceleran su crecimiento.
- **Geotropismo:** respuesta a la gravedad terrestre. Se debe también a las **auxinas**. Al germinar una semilla, las raíces tienen geotropismo positivo y el tallo negativo.

Nastia: Es un cambio pasajero y rápido que se produce en algunos órganos de las plantas en respuesta a estímulos que envuelven al órgano afectado o, si son unidireccionales, cuando la respuesta no depende de la dirección del estímulo.

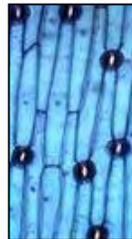
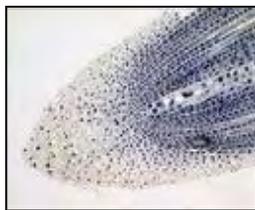
- **Movimiento fotonástico:** apertura y cierre de los pétalos de las flores como respuesta a la luz, en relación con la alternancia día/noche.

5. Actividades

1. Asigna cada elemento de la primera columna con el correspondiente de la segunda

- | | | |
|----|---------------|---------------------------------------|
| a. | Cambium | 1. Súber y parénquima cortical |
| b. | Esclereidas | 2. Epidermis |
| c. | Felógeno | 3. Parénquima en empalizada y lagunar |
| d. | Fotosíntesis | 4. Súber |
| e. | Estomas | 5. Esclerénquima |
| f. | Cicatrización | 6. Floema |
| g. | Placa cribosa | 7. Xilema y floema secundarios |

- El súber también se denomina corcho. Investiga cuál es la planta de la flora mediterránea cuya corteza recibe el nombre de corcho por el gran desarrollo que adquiere el tejido suberoso (de ahí el nombre científico que recibe esta planta) y explica que ventaja supone éste para la planta. Cita en qué áreas de España podemos encontrar este árbol.
- El súber es un tejido impermeable, ¿cómo se realizan entonces los intercambios gaseosos y la transpiración de todos los órganos que éste recubre?
- Cita el tipo de tejido que forma la madera de los árboles e indica si sus células están vivas o muertas.
- ¿Qué indican los anillos que se pueden observar en la madera de un corte de un tronco de un árbol? Explica cómo se originan estos anillos.
- Cita el tipo de tejido en cada caso



ORGANOLOGÍA VEGETAL

1. *Definición de órgano vegetal*
2. *El tallo*
3. *La raíz*
4. *La hoja*
5. *La flor*
6. *El fruto*
7. *Actividades*

1. Definición de órgano vegetal

Se puede definir **órgano vegetal** como la parte de una planta que agrupa distintos tejidos vegetales con el objetivo de cumplir una determinada función. De este modo, por ejemplo, el tallo es un órgano vegetal, ya que está compuesto por diferentes tejidos que, en conjunto, se encargan de realizar las funciones típicas del tallo, tal como la sujeción de la planta o el transporte de materiales. Asimismo, la hoja consiste normalmente en una serie de tejidos especializados en realizar la fotosíntesis y la flor está constituida por tejidos vegetales cuya función final es la reproducción sexual. Los órganos vegetales más importantes en las plantas son el tallo, la raíz, la hoja, la flor y el fruto.

2. El tallo

Normalmente las partes aéreas de las plantas consisten en un eje denominado **tallo**, que sirve, entre otras cosas, de soporte a los diferentes órganos. Además, éste órgano contiene en su interior xilema y floema por lo que es esencial para distribuir los diferentes materiales por los distintos tejidos del individuo vegetal. Sin embargo, al contemplar la gran diversidad vegetal del planeta es fácil encontrar organismos cuyos tallos desempeñan algunas otras funciones, como pueden ser los cactus, en los cuales los tallos realizan la fotosíntesis. También existen especies vegetales que han modificado sus tallos con el fin de servir como estructuras de reserva alimenticia o incluso para la realización de la reproducción asexual.

El desarrollo del tallo depende del lugar de la planta que consideremos. Frecuentemente en los ápices y extremos el tallo presenta un crecimiento en longitud, que tiene lugar gracias a los **meristemos apicales primarios**, mientras que en lugares intermedios es característico un crecimiento en grosor, debido a los **meristemos laterales secundarios**. En cualquiera de los casos, las células meristemáticas originan nuevas células por mitosis, haciendo que el órgano experimente un aumento de tamaño.

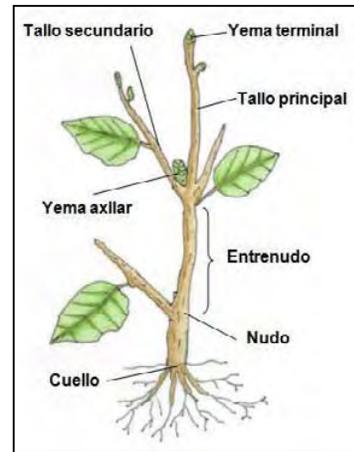
⇒ **Estructura externa del tallo**

En una planta típica, la zona donde se unen el tallo y la raíz se denomina **cuello**. Los ejes principales que nacen del cuello y se dirigen a las partes aéreas de la planta son los **tallos principales**, desde donde surgen los **tallos secundarios**, que normalmente se disponen lateralmente. El lugar dónde se unen los tallos principales y los tallos secundarios, llamado

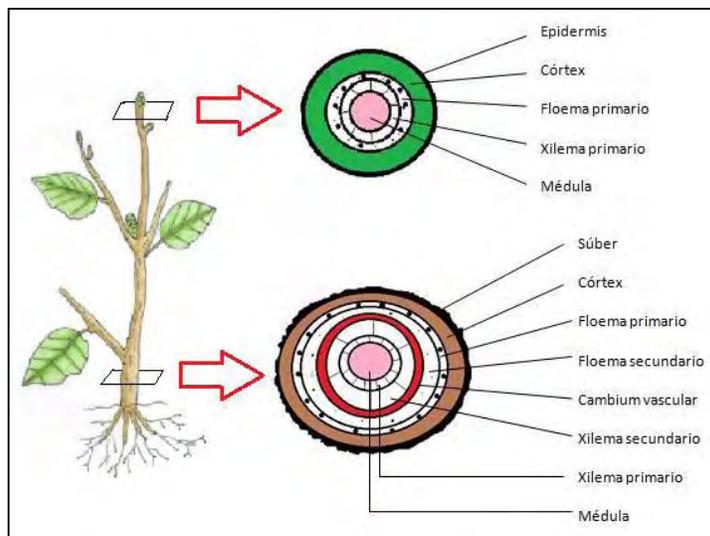
nudo, es también la parte del tallo que conecta con el peciolo de las hojas. El espacio entre dos nudos tiene el nombre de **entrenudo**.

Además, en un tallo se pueden encontrar pequeños brotes que nacen desde éste, las yemas. Si éstas se sitúan en los ápices se llaman **yemas terminales** mientras que si se sitúan en el vértice que forma el tallo con el peciolo de las hojas se denominan **yemas axilares**. Estas últimas dan lugar a ramas laterales, hojas, flores y frutos.

⇒ *Estructura interna del tallo*



Para realizar un estudio de la estructura interna del tallo hay que tener en cuenta que la disposición de los tejidos en los tallos es diferente en función de si éste está experimentando



un crecimiento primario en longitud o un crecimiento secundario en grosor. Así, al realizar un corte transversal en una zona de la planta que experimente un **crecimiento primario** se puede observar una capa externa, llamada **epidermis**, cuya función es proteger los tejidos internos del órgano. La siguiente capa, el **córTEX**, está constituida principalmente por **parénquima**, que habitualmente es fotosintético y, por tanto, con numerosos cloroplastos. En una posición más interna se sitúan

los tejidos conductores, el **xilema primario** y el **floema primario**, que se encargan del transporte de la savia bruta y la savia elaborada respectivamente. Por último, en el centro del cilindro está la **médula**, que constituye la masa central del órgano y está formada por tejidos parenquimáticos, generalmente de reserva.

Por otra parte, la realización de un corte transversal en una zona del tallo que experimente **crecimiento secundario** pone en evidencia algunas diferencias. La capa más externa, que en este caso se llama **súber**, es dura y rígida y, al igual que la epidermis, tiene función de protección. Además, aparecen nuevas capas de tejidos transportadores, el **xilema secundario** y el **floema secundario**, ambos originados por la acción del cambium vascular. Asimismo, algunos tallos con crecimiento secundario presentan también colénquima y esclerénquima contiguos al córtex.

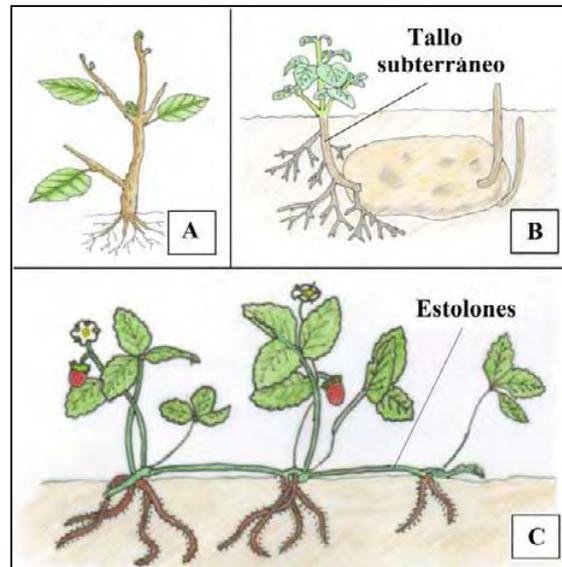
⇒ *Tipos de tallos*

Existe una gran inmensidad de tipos de tallos atendiendo a diferentes clasificaciones, por lo que es muy difícil presentar una tipología completa de éste órgano. Sin embargo, según la posición en la que se encuentren, se pueden distinguir claramente tres tipos de tallos:

- **Tallos aéreos:** Tal y como su nombre indica son aquellos tallos que se sitúan en las zonas aéreas de la planta. Son los más habituales y se encuentran prácticamente en todos los vegetales superiores.

- **Tallos rastreros:** Son aquellos tallos que se extienden de manera lateral a la planta, siempre en contacto con el suelo. Un bonito ejemplo de estos tallos se encuentra en la planta de la fresa. Ésta emite unos tallos rastreros, llamados **estolones**, que tienen la función de generar nuevos individuos de forma asexual.

- **Tallos subterráneos:** Son tallos que tienen la característica de crecer por debajo de la tierra. Algunos de ellos tienen función reproductora, como la planta de la patata, que genera tallos subterráneos que engrosan formando las patatas. Estas últimas, pueden reproducirse de un modo asexual en el caso, por ejemplo, de que un ambiente desfavorable no permita al organismo realizar la reproducción sexual.



3. La raíz

Habitualmente la parte subterránea de las plantas está constituida por un órgano vegetal denominado **raíz**. Al igual que el tallo, este órgano está constituido, entre otros, por xilema y floema, por lo que ayuda a distribuir los distintos materiales por los tejidos de la planta. De hecho, una de las funciones principales de la raíz es absorber agua y sustancias disueltas del suelo (sales minerales e iones principalmente), que son transportadas por el xilema hacia el resto del organismo. Asimismo, esta estructura es la encargada de fijar la planta al sustrato y en algunos casos puede servir también como órgano de reserva energética.

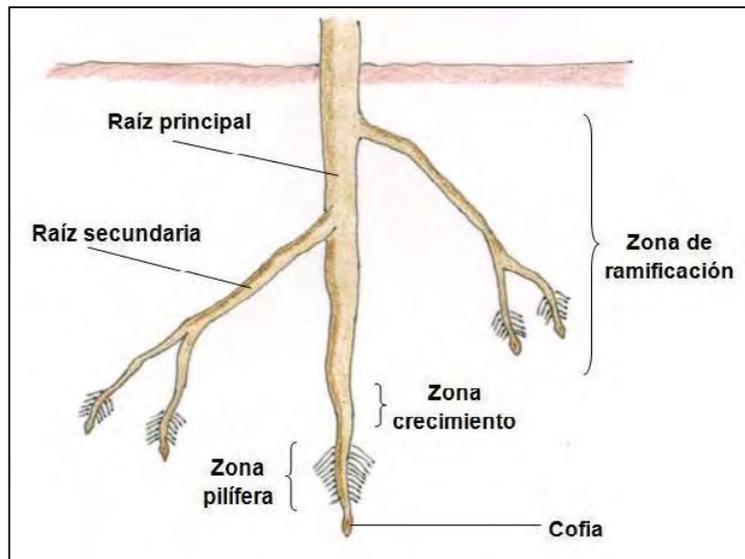
De forma similar a los que ocurre en el tallo, el crecimiento de la raíz depende de la zona del órgano que consideremos. De esta manera, en las zonas terminales la raíz experimenta un crecimiento en longitud, debido a la acción de **meristemos apicales primarios**, mientras que en el resto del órgano predomina un crecimiento en grosor, en que están implicados los **meristemos laterales secundarios**.

⇒ **Estructura externa de la raíz**

Normalmente, al observar a simple vista una raíz se hace evidente la existencia de una **zona de ramificación**, que es el lugar donde la **raíz principal** se divide dando lugar a las **raíces secundarias**. Cada una de estas raíces, a su vez, presenta una región con múltiples pelos absorbentes muy finos, llamada **zona pilífera**. Éste es el lugar donde se produce la absorción del agua, las sales minerales y los iones del sustrato.

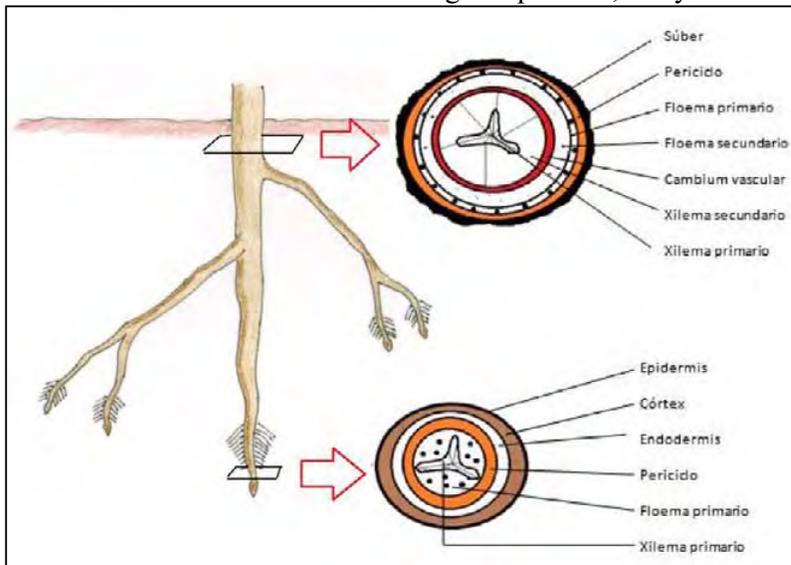
Contigua a dicho lugar y más próxima al extremo de la raíz, está la **zona de crecimiento**, la cual experimenta un crecimiento primario en longitud debido a un meristemo apical primario. En la punta de cada raíz, llamada zona terminal, hay una cobertura cónica que recibe el nombre de **cofia**, que recubre, protegiéndolo, al tejido meristemático. Así, la

función de la cofia es protección mecánica de las células meristemáticas contra la fricción, cuando la raíz crece y se extiende a través del suelo.



⇒ Estructura interna de la raíz

La estructura interna de la raíz presenta algunas similitudes y algunas diferencias con la estructura interna del tallo. Al igual que éste, tal y como se ha mencionado, las raíces pueden presentar un crecimiento primario, en longitud, y un crecimiento secundario, en grosor.



De este modo, al realizar un corte transversal en una zona de la raíz que experimente crecimiento primario se observa que la capa más externa es la **epidermis**, cuya función es proteger al resto de los tejidos. La siguiente capa hacia el interior del

cilindro es el **córtex**, que en este caso está formado por **parénquima de reserva**, a la cual sigue la **endodermis**, que desempeña un importante papel en la absorción del agua.

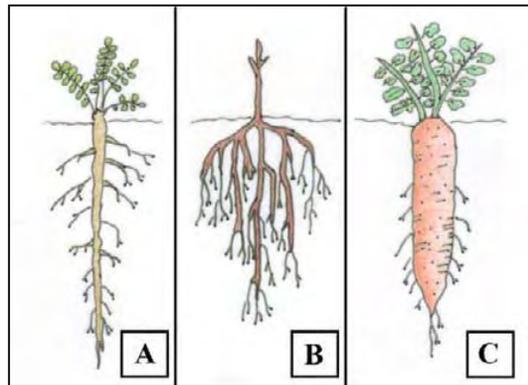
A continuación se observa el **periciclo**, que es el tejido parenquimático que da lugar a los primordios de las raíces laterales. En el interior del cilindro, encontramos el **floema primario** y el **xilema primario** respectivamente. Éste último constituye el centro del cilindro radical.

Las zonas de la raíz que manifiestan un crecimiento secundario presentan algunas diferencias. En este caso, la capa más externa protectora es el **súber**, y está originada gracias a un meristemo lateral secundario. Hacia el interior se encuentra el **periciclo**, ya que en las zonas con crecimiento secundario el córtex y la endodermis desaparecen o quedan muy reducidos. El centro del cilindro vascular lo constituyen los tejidos conductores, es decir el **floema primario** y el **floema secundario**, separados por el **cambium vascular**, del **xilema secundario** y el **xilema primario**.

⇒ *Tipos de raíces*

La clasificación de las raíces se puede realizar según la morfología éstas, pudiéndose distinguir los siguientes tipos:

- **Raíz axonomorfa:** Formada por una raíz principal más gruesa y otras raíces secundarias más delgadas.
- **Raíz fasciculada:** No se puede distinguir una raíz principal, ya que todas sus ramificaciones presentan aproximadamente el mismo grosor.
- **Raíz napiforme:** Sus raíz principal es extremadamente gruesa, debido a que acumula sustancias de reserva (por ejemplo la zanahoria).

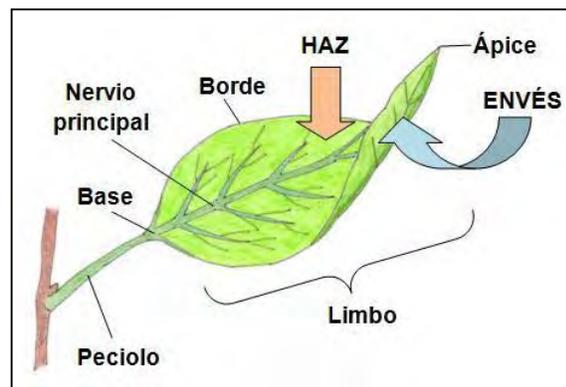


4. La hoja

Las **hojas** son expansiones de gran importancia funcional que se presentan en el tallo. Generalmente, su principal función es realizar la fotosíntesis, para la cual se encuentran muy especializadas, tanto en su estructura como en su fisiología. De hecho, las células que constituyen este órgano suelen tener una inmensa cantidad de cloroplastos. Sin embargo, las hojas están también implicadas de forma directa en fenómenos como la transpiración, ya que la pérdida de vapor de agua a través de los estomas suele ocurrir en la superficie foliar. Además, muchas especies vegetales han adaptado sus hojas a otras funciones. Un ejemplo son los cactus, cuyas hojas han quedado reducidas a espinas, evitando así la pérdida innecesaria de agua por transpiración y sirviendo al mismo tiempo de protección al organismo. La formación, el desarrollo y el crecimiento de la hoja es resultado de la complicada actividad de varios meristemos, entre los que destacan varios **meristemos apicales**.

⇒ *Estructura externa de la hoja*

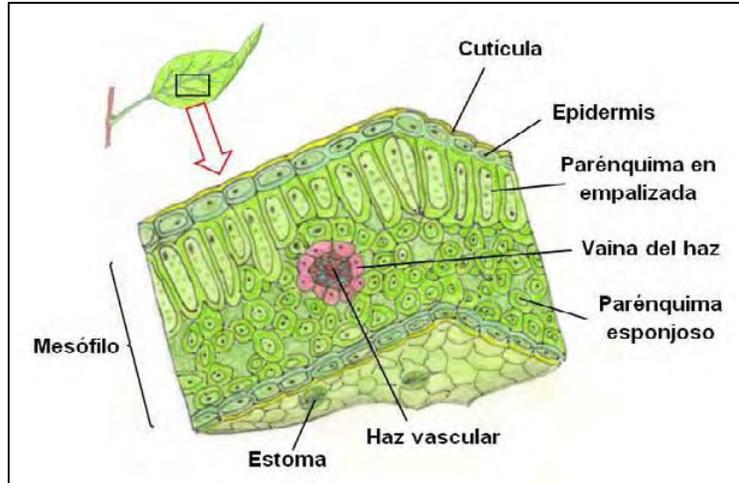
Desde algunos de los nudos del tallo surge una prolongación llamada **peciolo**, la cual sujeta al **limbo** de la hoja, que es la región laminar del órgano. La zona de conexión entre el peciolo y el limbo se denomina **base**. En el limbo están marcados los **nervios**, entre los cuales destaca el **nervio principal**, que habitualmente termina en el **ápice**. La cara de la hoja orientada



hacia el suelo se llama **envés**, mientras que la cara orientada hacia arriba recibe el nombre de **haz**. Por último, el contorno de la hoja se denomina **borde**.

⇒ *Estructura interna de la hoja*

Un corte transversal de una hoja pone de manifiesto los diferentes tejidos que componen su estructura interna. Así, tanto en el haz como en el envés la capa más externa de una hoja se denomina **cutícula**, que es una delgada lámina compuesta por ceras que protege al órgano frente a la desecación y algunos agentes infecciosos. Contigua a la cutícula está la **epidermis**, que también sirve de protección de la estructura foliar.



El resto del cuerpo de la hoja está principalmente formado por el **mesófilo**, constituido por el tejido parenquimático fotosintético principal de la hoja. De este modo, en el mesófilo se pueden distinguir dos regiones. La zona más cercana al haz, llamada **parénquima en empalizada**, está formada por células alargadas con numerosos cloroplastos, ya que están muy especializadas en la realización de la fotosíntesis.

Por otro lado, la zona más próxima al envés, denominada **parénquima esponjoso**, está constituida por células irregulares que contienen menos cloroplastos y, por tanto, están menos especializadas en los procesos fotosintéticos. Asimismo, en el mesófilo también se pueden distinguir grupos celulares que corresponden a los nervios de las hojas y que forman **haz vascular**. Éste consiste en células del xilema y del floema rodeadas de una capa celular que tienen el nombre de **vaina del haz**. Por último, en la superficie de la hoja situada en el envés frecuentemente se hallan los **estomas**.

⇒ *Los estomas*

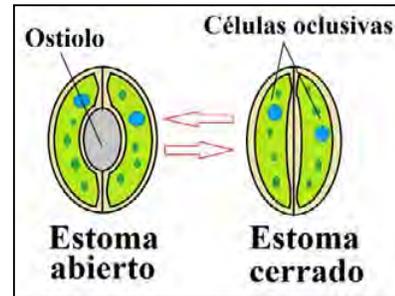
Tal y como se ha mencionado, los **estomas** son aberturas en la epidermis que normalmente se sitúan en el envés de las hojas, aunque dependiendo de la planta se pueden encontrar en otras zonas, como por ejemplo en el haz de la hoja, en tallos o en algunas partes de las flores. En general hay estomas en aquellos lugares donde hay clorofila. Esta estructura es muy abundante en las plantas superiores, pudiendo llegar a haber entre cien y trescientos estomas por milímetro cuadrado de la superficie del envés de una hoja. Se forman gracias a la acción de la capa más externa del **meristemo apical del brote** y tienen la particularidad de que pueden abrirse o cerrarse según las circunstancias. De este modo, las principales funciones de los estomas son el control de la transpiración y el intercambio de gases (CO_2 y O_2) con el medio.

- **Control de la transpiración:** A las hojas de la planta llega gran cantidad de agua absorbida por las raíces, pero de la misma, sólo una pequeña parte se utiliza en la fotosíntesis.

El resto pasa al exterior en forma de vapor, proceso conocido como **transpiración**. Así, la apertura y cierre de los estomas sirve para controlar la salida de agua de la planta en función de las condiciones ambientales.

- **Intercambio de gases:** Para poder realizar la **fotosíntesis** las plantas captan CO_2 de la atmósfera y generan O_2 , el cual es expulsado al medio. Por otro lado, la **respiración celular** implica un intercambio de gases en sentido contrario, es decir, se necesita captar O_2 y expulsan CO_2 a la atmósfera para que puedan ocurrir los procesos respiratorios. Todo este intercambio gaseoso se regula gracias a la apertura y el cierre de los estomas.

Teniendo en cuenta su estructura, los estomas consisten en dos células con forma de riñón llamadas **células oclusivas**, que contienen numerosos cloroplastos en su citoplasma. Cuando el estoma está abierto, entre estas células existe una apertura, el **ostiolo**, que conduce al interior de un amplio espacio intercelular, que recibe el nombre de **cámara subestomática**. Ésta última conecta con las células del mesófilo, de modo que, la existencia de las estructuras estomáticas implica que exista una conexión entre la atmósfera y los tejidos parenquimáticos fotosintéticos característicos de la hoja.



5. La flor

Las plantas superiores, gimnospermas y angiospermas, presentan en las épocas favorables un órgano destinado a la reproducción sexual que se denomina **flor**. Éste suele situarse en las zonas aéreas de los organismos y consiste en un grupo de hojas modificadas que constituyen una serie de piezas, las piezas florales, que en conjunto están destinadas maximizar la eficiencia de los procesos reproductivos. Aunque es habitual pensar en las flores como estructuras vistosas con mucho colorido, esta idea no tiene por qué ser cierta, ya que en muchos casos las plantas presentan flores muy discretas que pueden pasar desapercibidas.

En la flor se encuentran los gametos del organismo. En algunos casos, la flor solo presenta gametos masculinos mientras que en otros el órgano contiene los gametos femeninos. Sin embargo, la situación más habitual es el de las flores hermafroditas, es decir, aquellas flores que poseen ambos tipos de gametos.

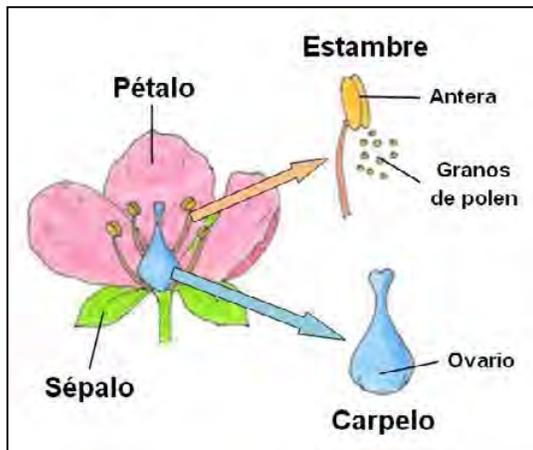
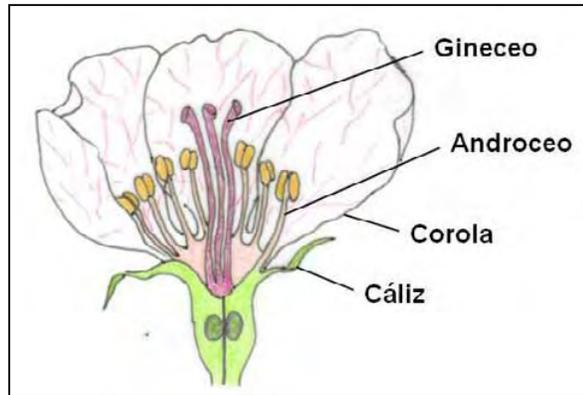
En cuanto a la formación y desarrollo de la flor hay que destacar que se debe a meristemos apicales de los brotes y yemas, y que a diferencia de otras partes de la planta, su crecimiento es limitado. Asimismo, es importante tener en cuenta que las células reproductoras que contiene este órgano se diferencian a partir de células somáticas y no a partir de una línea germinal, como ocurre con los animales.

⇒ Estructura de la flor

El estudio de la estructura de la flor es habitual hacerlo considerando una **flor hermafrodita**. En este tipo de flores se puede observar que las piezas que las componen se organizan en **cuatro verticilos distintos**, cada uno de ellos compuesto por piezas florales del mismo tipo. Los dos verticilos situados en la parte inferior, llamados cáliz y corola, se denominan **verticilos estériles**, ya que en ellos no hay gametos, mientras que los verticilos

que se sitúan en la parte superior, denominados **androceo** y **gineceo**, se denominan verticilos fértiles, ya que contienen los gametos.

Las piezas florales del **cáliz** reciben el nombre de **sépalos**, los cuales suelen ser de color verde y sirven para proteger la flor así como servir de sujeción para el resto de las piezas florales. La **corola**, por su parte, está compuesta por los **pétalos**, que son piezas florales a veces muy llamativas y coloridas y que pueden tener la función, entre otras, de atraer insectos hacia la flor para que se dé el proceso de polinización. Los pétalos generalmente rodean al **androceo**, que es el verticilo reproductor constituido por los **estambres**, lugar donde se forman los granos de polen con los gametos masculinos en su interior. Por último, en la parte central de la flor se sitúa el **gineceo**, cuyas piezas florales, los **carpelos**, contienen los gametos femeninos.



Para poder entender bien la estructura de una flor hay que tener en cuenta que todas las plantas que presentan este órgano realizan ciclos biológicos diplohaplontes, que se caracterizan por tener una fase pluricelular diploide, el esporófito, y una fase pluricelular haploide, el gametófito. El esporófito de estos organismos está representado por casi todo el cuerpo de la planta, mientras que el gametófito queda reducido a unas pocas células que hay en los estambres y en los carpelos, por lo que estas dos últimas estructuras merecen un análisis con mayor atención.

Cada **estambre** consiste en un filamento fino y largo que termina ensanchándose en una estructura que recibe el nombre de **antera**. En esta zona de la pieza ocurre la meiosis y se forman los **granos de polen**, que al estar compuestos por unas pocas células haploides, constituyen el **gametófito masculino**. Así, en los granos de polen se encuentran los **gametos masculinos**. Por otro lado en los **carpelos** se sitúa el **ovario**, que es un lugar ensanchado donde, gracias a la meiosis, se forma el **gametófito femenino**, formado también por un pequeño grupo de células haploides. Una de estas células es el **gameto femenino**.

⇒ *El proceso de polinización*

La **polinización** se puede definir como el proceso de transferencia de los granos de polen desde las anteras de los estambres hasta los **estigmas** de los carpelos, que son las partes de estas piezas que se encargan de la recepción del grano de polen. Esta transferencia se puede realizar por medios físicos, por ejemplo el viento, o mediante un animal **polinizador**, que suele ser un insecto que se ve atraído por los



colores llamativos de las flores, y transporta así el polen entre las distintas plantas.

El grano de polen, al entrar en contacto con el estigma del carpelo, genera un tubo fino, el **tubo polínico**, que se introduce en el interior del carpelo llegando hasta el ovario, y conectando así con el gameto femenino. De este modo el gameto masculino viaja a través de la estructura tubular, llega al gameto femenino y se produce la **fecundación** con la consecuente formación del **zigoto** (figura 12). Una vez ocurrido esto, el zigoto comienza a experimentar una serie de divisiones mitóticas y la flor experimenta algunas importantes transformaciones que terminan con la formación del embrión, la semilla y el fruto.

6. El fruto

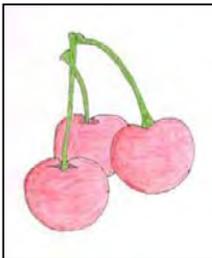
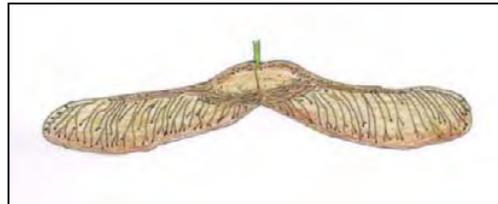
Tal y como se ha mencionado, después de la fecundación y formación del zigoto este realiza sucesivas mitosis que dan lugar a la **semilla**, la cual contiene en su interior al **embrión** del nuevo individuo vegetal. Al tiempo que ocurre esto, el carpelo, y en ocasiones otras piezas florales, modifican de manera muy evidente su estructura, generando un nuevo órgano vegetal que tiene el nombre de **fruto**, y cuya función principal es proteger a la semilla.

Asimismo es fruto es muy importante en la **dispersión de la semilla**, es decir, el mecanismo por el cual las semillas se alejan de sus plantas progenitoras para poder germinar y colonizar nuevos territorios con una mayor cantidad de recursos.

⇒ *Tipos de frutos*

De forma general se puede considerar que existen dos tipos de frutos: los frutos secos y los frutos carnosos.

- **Frutos secos:** Son aquellos frutos en los que los tejidos que protegen a la semilla están compuestos principalmente por células muertas que, por consiguiente, no tienen agua en su interior. Es interesante tener en cuenta los mecanismos por los cuáles algunos organismos vegetales dispersan sus semillas a través de este tipo de frutos. Un ejemplo son los **frutos alados**, cuya estructura les permite desplazarse por el aire y transportar la semilla hasta un lugar distante de la planta progenitora, donde tendrá más posibilidades de germinar y, por tanto, sobrevivir.



- **Frutos carnosos:** Son frutos cuyas células se mantienen vivas y con abundante agua en su interior, lo que da un aspecto succulento al órgano. En muchas ocasiones estos frutos sirven de alimento para algunos animales, que lo comen, digieren y posteriormente expulsan la semilla en otro lugar por vía fecal. Así el animal favorece a la dispersión de la semilla, que puede germinar y desarrollarse en un lugar alejado de la planta progenitora.

7. Actividades

1. Al hacer un corte transversal de un tallo secundario de ciertos árboles se pueden observar los anillos de crecimiento anuales, que representan la edad del árbol. Busca información sobre éste fenómeno y realiza un resumen de los motivos por los que esto ocurre.
2. Las plantas que viven en los desiertos suelen tener las hojas muy pequeñas mientras que las que viven en ambientes tropicales poseen hojas de tamaño muy grande. ¿A qué crees que se debe esta diferencia del tamaño de las hojas? ¿Qué relación tiene esto con el fenómeno de la transpiración?
3. Completa el siguiente párrafo:

“Generalmente la parte subterránea de una planta está constituida por un órgano que se llama Si realizamos un corte transversal de éste órgano en una zona de la planta que experimente crecimiento primario podemos observar una capa más externa, llamada, que sirve para proteger los tejidos del órgano. La siguiente capa hacia el interior es el, formado por parénquima de reserva, a la cual le sigue la, que es muy importante en la absorción del agua. De manera más interna está el, cuya función es formar los primordios laterales del órgano. El centro del cilindro lo ocupan el y el respectivamente.”

4. ¿Qué es la autofecundación de una flor hermafrodita? ¿Qué problema tiene éste fenómeno en el contexto de la evolución de las especies?
5. Realiza un dibujo de los siguientes frutos: drupa, sámara, pomo, núcula, eterio y cipsela. Clasifica dichos frutos en secos y carnosos. ¿Cuál crees que es la estrategia de dispersión de la semilla de cada uno de estos frutos?

SISTEMÁTICA VEGETAL (I)

1. *Características generales del reino Plantae*
2. *Clasificación del reino Plantae*
3. *Briófitos (División Bryophyta, musgos y hepáticas)*
4. *Plantas vasculares sin semillas*
5. *Actividades*

1. Características generales del reino Plantae

Todos los representantes del Reino Plantae reúnen las siguientes características:

- Organismos pluricelulares, eucariotas y fotoautótrofos.
- Sus células tienen cloroplastos los cuales poseen pigmentos tales como clorofilas, xantofilas o carotenoides (amarillos o anaranjados).
 - Como material de reserva almacenan almidón en los cloroplastos.
 - Presentan una pared celular primaria, formada principalmente por celulosa.
 - Plantas adaptadas a la vida terrestre, aunque algunas de ellas pasan una parte importante de su ciclo vital en el agua. En su adaptación terrestre, muchos presentan estomas, aberturas a través de las cuales intercambian gases con la atmósfera.

En el **ciclo celular** se pueden diferenciar dos fases:

- **Fase haploide (n)**, donde el **gametófito** produce los gametos, por mitosis.
- **Fase diploide (2n)**, donde el **esporófito** (formado a partir del cigoto) produce esporas haploides por meiosis.

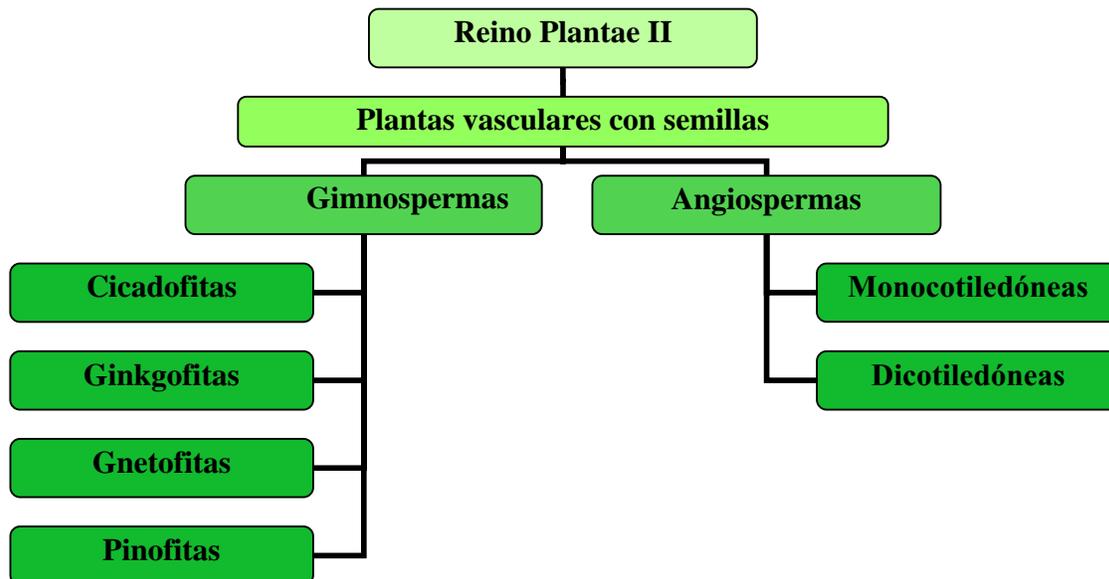
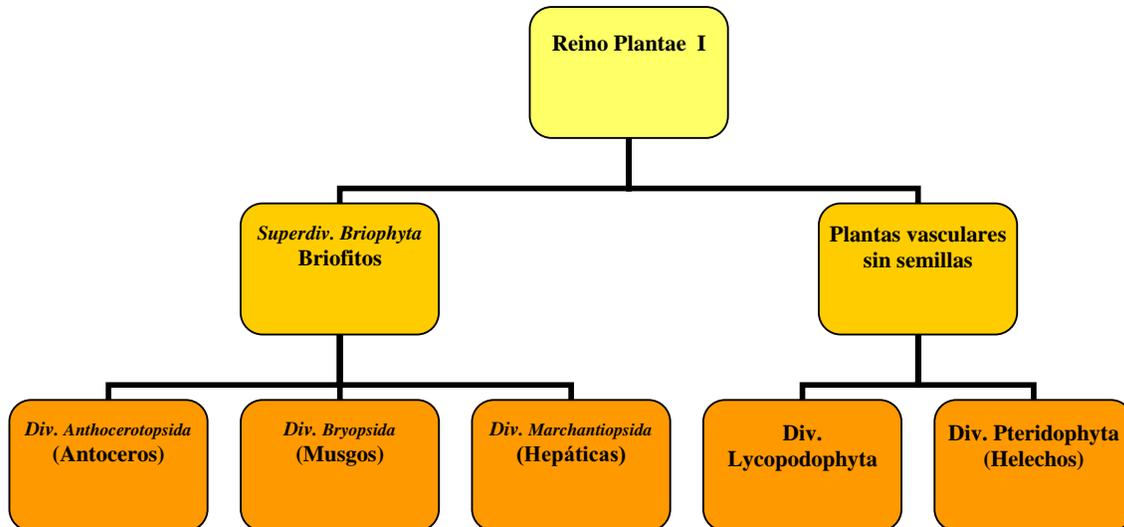
Los **órganos reproductores** están formados por: los **gametangios** y **esporangios**.

2. Clasificación del reino Plantae

Se distinguen varios grupos de plantas que pueden vivir en el medio aéreo:

- a) **Briófitas**: vegetales que abandonaron el medio acuático, aunque lo necesitan para su reproducción y necesitan mucha humedad para vivir. Poseen tejidos poco diferenciados.
- b) **Pteridofitas**: cormofitas con tejidos diferenciados que forman raíces, tallos y hojas sólo en una fase de su ciclo reproductor. Dependen del agua para su reproducción.
- c) **Cormofitas**: son las más evolucionadas y su ciclo vital ocurre totalmente fuera del agua. Son el grupo de las Espermafitas que comprende a Gimnospermas y Angiospermas.

Podemos dividir a reino Plantae en los siguientes grupos:



3. División Bryophyta (musgos y hepáticas)

⇒ *Características generales*

Son los primeros vegetales que conquistaron la tierra firme, con las siguientes características:

- Son plantas terrestres de pequeño tamaño.
- Son los primeros vegetales que abandonaron el medio acuático, aunque dependen de él para su reproducción. Abundan sobre todo en lugares húmedos y sombríos, aunque algunas están adaptadas a ambientes secos (sobre todo cubriendo rocas, troncos, tejados, etc.).
 - Carecen de vasos conductores (xilema y floema). Por esto, se denominan plantas no vasculares.
 - No tienen raíces, tallos y hojas. Su estructura es en forma de talo briofítico.

- Poseen tejidos poco diferenciados. Con estomas, tejidos clorofílicos y de reserva.
- Absorben agua y sales minerales en toda su superficie, a través de filidios y el caulidio, estructuras que se asemejan a las hojas y el tallo de las cormofitas.
- En lugar de raíces, tienen rizoides, que son células largas que sirven para su fijación (a veces absorben agua).
- Sus anterozoides (gametos masculinos) necesitan el agua para fecundar a las oosferas (gametos femeninos).

⇒ **Clasificación**

Los briófitos se dividen en tres grupos o clases:

a) Antoceros:

- Viven en suelos húmedos y sombríos de zonas templadas y tropicales de todo el mundo.
- Son un grupo heredero de los primeros vegetales terrestres.
- El esporofito tiene forma de cuerno.
- El gametófito suele tener forma laminada, redonda y verde, con el borde hacia arriba.

b) Hepáticas:

- El esporofito se abre en valvas para dispersar las esporas.
- El protonema está poco desarrollado y es de vida corta.
- El gametófito suele ser laminar, aplanado, en forma de cintas rastreras.
- Los rizoides se encuentran en la cara inferior.

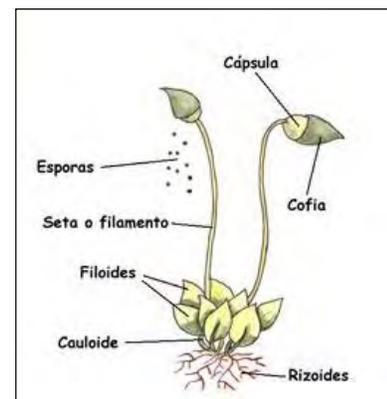
c) Musgos:

- Tienen a crecer de forma más abundante y con mayor variedad de especies en regiones lluviosas, forestales y humedales, aunque algunas especies son capaces de crecer en desiertos y en rocas, en un ambiente seco (en su cara norte, menos expuesta al sol).

⇒ **Partes de un musgo**

- Unas pocas especies son acuáticas, incluso algunas llegan a vivir en el fondo de lagos de agua dulce.
- El esporofito tiene estructuras en el esporangio para dispersar las esporas, en función de la humedad de su entorno.

- El gametófito es siempre folioso, constituido por el caulidio erecto o rastrero, los filidios y los rizoides pluricelulares, la mayoría de las veces ramificados y con tabiques transversales.



- Los filidios tienen forma espiral a lo largo del caulidio.

- Un grupo importante lo forman los del género *Sphagnum*, conocido como o musgo de turba que se

encuentran en las turberas y zonas pantanosas ácidas. Sus depósitos carbonizados constituyen de forma incompleta la turba.

⇒ **Ciclo vital**

Se llevan a cabo alternancia de generaciones.

- La **fase haploide (n) o gametófito** es la generación dominante. Por esto, se denomina ciclo *digenético heteromórfico con gametófito dominante*.

- La **fase diploide (2n) o esporofito** se reduce al esporofito, formado por el esporangio o cápsula, la seta y el pie. El esporofito se desarrolla y vive sobre el gametófito. Su periodo de vida es corto.

En el interior del esporofito está el arqueporio, en algunas de sus células se producen, por meiosis, las esporas. La germinación de las esporas da lugar al protonema (gametófito joven), a partir del cual se forman las plantas adultas (gametófito).

Para la reproducción sexual se encuentran: Los gametangios femeninos o arquegonios, tienen forma de botella y en su interior se encuentra la oosfera (gameto femenino); también los gametangios masculinos o anteridios, son formaciones globosas o alargadas. En su interior se forman los espermatozoides, con forma de espiral.

También pueden reproducirse de forma asexual por fragmentación del gametófito o por gemación. Tienen capacidad de independencia y dar lugar a nuevos individuos adultos.

El crecimiento de los briofitos se produce por células apicales. El gametófito puede desarrollar de dos formas:

- **Briófitos talosos:** en forma de talo aplanado, poco diferenciado y con rizoides en su parte inferior.
- **Briófitos foliosos:** en forma de caulidio con filidios y rizoides.

○ Ciclo vital de los musgos

A continuación de una forma más detallada, un ejemplo del ciclo vital de los musgos:

1) Cada **gametófito** se origina a partir de una espора que germina en condiciones adecuadas para convertirse en un **protonema**.

2) El **protonema** desarrolla una o más yemas, a partir de las cuales se origina la parte foliosa del gametófito.

3) En la parte terminal o lateral de un **gametófito**, según el tipo de musgo se pueden formar los **anteridios** (o gametangios masculinos, en forma alargada o esférica), los **arquegonios** (los gametangios femeninos, en forma de botella), o ambos.

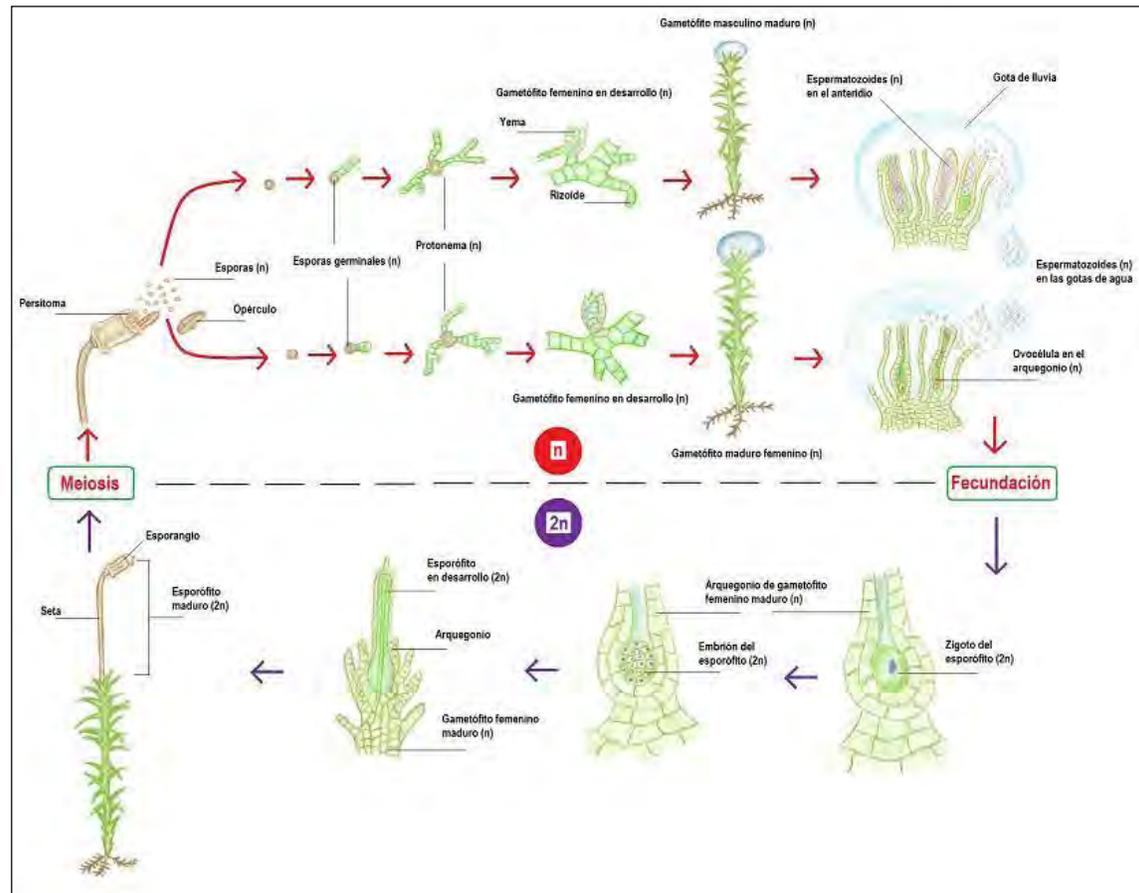
4) Cada anteridio contiene muchos espermatozoides (o anterozoides biflagelados) rodeados de células estériles; y cada arquegonio produce una ovocélula (u oosfera) en su base. Cuando hay una película de agua (gotas de agua), los espermatozoides aprovechan ese medio para penetrar por el cuello del arquegonio y producir la **fecundación**.

5) El **zigoto** se desarrolla en el arquegonio por sucesivas **mitosis**, y se convierte en un **esporofito** unido al gametófito. El esporofito depende parcial o totalmente del gametófito, según tenga o no clorofila. Generalmente, el esporofito de un musgo es fotosintético al

principio de su desarrollo; luego se vuelve marrón y depende del gametófito para su nutrición en las últimas fases del desarrollo.

6) En el **esporangio** del esporofito posee las células madres de las esporas que producen las esporas haploides por **meiosis**. Las esporas son liberadas cuando el opérculo (tapa del esporangio) se cae después de que un anillo de células en su base se seque.

Así seguiría el ciclo biológico.



4. Plantas vasculares sin semillas

⇒ *Características generales*

- Son cormofitas con **tejidos diferenciados** que forman raíces, tallos y hojas.
- Son vegetales que dependen todavía del medio acuático para producir la fecundación.
- En el siguiente punto se abordan las características de los grupos más destacados en los que se dividen

⇒ *Clasificación*

Las plantas vasculares sin semillas se pueden dividir en:

- Las más primitivas se caracterizan por ser plantas sin auténticas raíces. Ya extintas.
- Las más evolucionadas (*Lycopodiophyta*, *Pteridophyta*): son plantas ya con auténticas raíces. La estructura de sus tallos es muy variada.

○ Características del grupo *Pteridophyta*

a) Clase *Equisetopsida* (*Sphenopsida*):

- Son plantas herbáceas de regiones húmedas.
- Formaban parte de los bosques del pasado. La mayoría son plantas fósiles, ya extinguidas. Las únicas especies vivientes pertenecen al género *Equisetum*, conocidas como **equisetos** o **colas de caballo**.
- El esporofito es la planta adulta.
- Tiene tallos aéreos, huecos, fotosintéticos, articulados y con sílice en la epidermis, que le da una textura áspera y cortante. Salen de un rizoma y pueden ser estériles o fértiles.
- Los tallos estériles son ramificados y tienen en cada nudo una corona pequeña de hojas escamosas y de ramas.
- Los tallos fértiles no son ramificados y tienen en su extremo un cono o estróbilo que contiene ramas muy cortas, los esporangióforos, que contienen en su interior varios esporangios, que producen esporas por meiosis.
- Sus raíces son cortas y finas.

b) Clase *Pteridopsida* (*helechos*):

- También se denominan criptógamas vasculares o pteridofitas.
- Fueron los vegetales dominantes en los bosques del pasado, que han dado lugar a los depósitos de carbón actuales.
- Son plantas perennes, sin crecimiento secundario.
- Tienen porte herbáceo en el bosque templado-caducifolio del continente europeo, pero en las selvas tropicales pueden tener aspecto de palmeras.
- Habitan en lugares frescos, húmedos y sombríos.
- Algunos pueden ser epífitos (desarrollan su vida sobre otras plantas).
- El esporofito es la planta adulta, formada por raíz, tallo y hojas.
- El gametofito es un prótalo pequeño.
- Los tallos son subterráneos (como rizomas) o rastreros.
- Sus hojas erguidas, simples y compuestas se denominan frondes.
- Las raíces y las frondes nacen a partir del tallo.



⇒ **Ciclo vital**

Su ciclo vital ocurre con **alternancia de generaciones**, y como en el resto de cormofitas su generación dominante es el **esporofito diploide** (2n). En muchos de sus grupos el esporofito es la planta que presenta raíces, tallos y hojas.

- Se reproducen por **esporas**, no semillas.
- La generación del gametofito es independiente del esporofito, y se denomina **protalo**.

- El protalo generalmente es un talo verdoso, pequeño, de vida corta y su fijación se produce por **rizoides** unicelulares que salen de su cara ventral.
- En los protalos nacen los **anteridios** (gametangios masculinos) y los **arquegonios** (gametangios femeninos).
- Es necesaria la presencia de agua para que los espermatozoides puedan fecundar la oosfera. El embrión nace del cigoto, y se desarrolla para originar el esporófito.
- En los grupos más primitivos, el esporofito forma los esporangios directamente sobre el tallo.
- En los grupos más evolucionados, los esporangios se producen sobre hojas más o menos modificadas
- Los **gametofitos** producen espermatozoides y ovocélulas por mitosis; y los esporofitos producen esporas por meiosis.
- Varían en la producción de esporas. La mayoría son **homospóricas**, que producen un solo tipo de esporas (como en las briofitas). Cada espora al germinar origina un protalo sobre el cual se forman anteridios y arquegonios.
- No obstante, algunas pueden ser **heterospóricas**, que producen dos tipos de esporas: **megásporas** (de mayor tamaño), que producen protalos en los que se forman sólo arquegonios; y **micrósporas**, que producen protalos sólo con anteridios.

A continuación de una forma más detallada vemos el ejemplo del ciclo vital de un helecho típico, que es **homospórico** y produce **gametofitos bisexuales**.

o Ciclo vital de los helechos

1) La producción de esporas tiene lugar en los **frondes**. En la primavera, los esporangios ($2n$) aparecen en el envés de las frondes fértiles, agrupados en formas esféricas, los **soros**. Cada esporangio maduro tiene un pequeño recipiente, donde se forman las **meiosporas**. Este recipiente se abre de forma espontánea, facilitando la dispersión de las esporas. En el ambiente seco, se rompe la pared del los soros y se liberan esporas.

2) Las esporas germinan en condiciones de humedad adecuadas, desarrollándose un **prótalo (n) haploide** que es una lámina verde muy pequeña, con forma de corazón. Están aplicados contra el suelo en toda su superficie, fijándose por medio de rizoides de pequeño tamaño y corta vida.

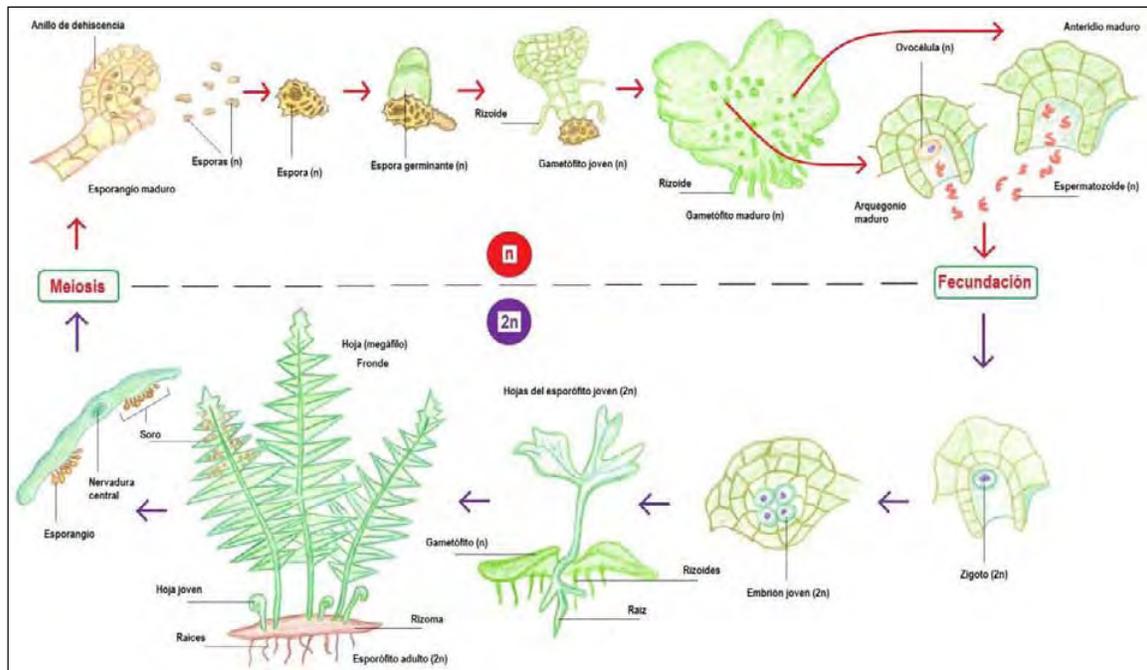
3) Cada prótalo produce en el envés, los **arquegonios** y los **anteridios**. Así, los órganos sexuales se protegen de la luz y están en contacto directo con el agua del suelo. Los anteridios son órganos esféricos que están situados próximos a los rizoides. En ellos se forman los **espermatozoides** o anterozoides **pluriflagelados**. Los **arquegonios** se desarrollan más tarde que los anteridios. En ellos se encuentra la **oosfera**.

4) En la primavera siguiente al nacimiento del prótalo, cuando los órganos sexuales están maduros, el agua en contacto con ellos provoca su apertura. Así los espermatozoides liberados por el anteridio, penetran por el cuello abierto del arquegonio, hasta que uno de ellos **fecunda** la oosfera.

5) Tras la fecundación, se origina un **zigoto (2n)**, que comienza a dividirse, dando lugar a un **embrión**, que crece en el interior del arquegonio.

6) Se desarrolla el **esporofito joven**, de forma dependiente al gametófito, del cual se nutre.

7) Cuando ya se ha desarrollado el esporofito, y puede realizar la **fotosíntesis**, se independiza del gametófito, mientras que éste se seca y muere.



5. Actividades

1. Describe las características generales del Reino plantae. ¿Cómo podrías organizarlo esquemáticamente?
2. Nombra las principales características de los briófitos, y los tres grupos en los cuales se clasifican.
3. Describe el ciclo vital de un musgo.
4. Nombra las principales características de las plantas vasculares sin semilla, e indica cuales son los dos grupos formados por las más evolucionadas.
5. Describe el ciclo vital de un helecho.

SISTEMÁTICA VEGETAL (II)

1. *Plantas vasculares con semillas*
2. *Gimnospermas*
3. *Angiospermas*
4. *Actividades*

1. Plantas vasculares con semillas

⇒ *Características generales*

Las plantas vasculares con semilla o **espermatofitos** son los vegetales más evolucionados y abundantes en el medio terrestre. Con las siguientes características:

- Han sido capaces de **colonizar** casi todos los hábitats.
- Su ciclo vital ocurre totalmente fuera del agua. No necesitan agua para su fecundación.
- Son **cormófitos**, tienen raíz, tallos y hojas (megafilos).
- Presentan **flores** visibles, y en ellas se basa su reproducción sexual. Los gametos femeninos se encuentran más protegidos que en otros vegetales, y la fecundación se realiza bajo una serie de envolturas.
- La **semilla** es el órgano de dispersión típico de los espermatofitos.

⇒ *Clasificación*

Las plantas vasculares con semillas son un conjunto muy diverso. Se pueden dividir en dos grandes grupos:

- **Gimnospermas**: son plantas con semillas desnudas.
- **Angiospermas**: son plantas con semillas protegidas, encerradas en el fruto.



⇒ **Ciclo vital**

Su ciclo vital es **digenético** (reproducción sexual y asexual), **heteromórfico** con esporofito dominante y **diplohaplofásico** (alternancia de fases haploide y diploide). A diferencia de las plantas vasculares sin semillas, en este caso el gametófito se desarrolla sobre el esporófito.

Los espermatofitos actuales son **heterospóreos**, generan dos tipos de esporas: **megasporas** y **microsporas**.

- La **megaspóra** es un saco embrional uninucleado, localizado en el megaesporangio, que está envuelto por una o dos capas de tejidos, que dejan una apertura apical. Todas estas estructuras forman en conjunto el **primordio seminal**. El **gametófito femenino** (saco embrional) se origina a partir de la megaspóra, y contiene la oosfera (gameto femenino).
- Las **microsporas** son los granos de polen pluricelulares, que tras ser liberados por los microsporangios, son transportados hasta el gametófito femenino, por diferentes mecanismos que constituyen el proceso de **polinización**.

El grano de polen forma el tubo polínico que lleva los gametos masculinos hasta la oosfera.

Tras la fecundación se origina el cigoto, que se desarrolla formando el embrión (espermatofito joven).

El esporofito se rodea de una cobertura derivada de los tegumentos transformados, acompañada de un tejido nutricional (endosperma), formando la semilla.

Los **megasporangios** (primordios seminales) y los **microsporangios** (sacos polínicos) se insertan aislados o agrupados, en soportes simples o ramificados denominados: **megasporofilos** (carpelos) y **microsporofilos** (estambres), respectivamente. Las flores están formadas de estos esporofilos, que crecen en ramas cortas.

2. Gimnospermas

⇒ **Características generales**

- Son plantas con **semillas desnudas**.
- Las semillas se forman en la superficie de las hojas o ramas modificadas de las piñas, y se encuentran expuestas. Se obtienen tras la fecundación entre los espermatozoides con la oosfera.
- El tejido del **megagametofito** nutre al embrión en desarrollo, en las semillas.

⇒ **Clasificación**

Se consideran a continuación las cuatro divisiones de gimnospermas supervivientes: **Pinophyta (Coniferophyta o “Coníferas”), Ginkgophyta, Cycadophyta y Gnetophyta**.

a) **División Pinophyta**

También denominada División **Coniferophytas o “Coníferas”**.

- Son plantas **leñosas**, muy ramificadas, presentan muchas ramas, y en muchos casos con ramas diferenciadas en **macroblastos** (tallos de crecimiento indefinido) y **braquiblastos** (tallos de crecimiento más o menos definido o limitado).
- Tienen una cutícula gruesa, y un parénquima clorofílico con canales resiníferos en la corteza y el leño.



- Sus **hojas** son relativamente pequeñas, simples, y muy numerosas. Se pueden diferenciar según su forma:
 - **Hojas escamosas**: como las de cipreses, tuyas y secuoyas.
 - **Hojas aciculares**: como las de pinos, cedros y enebros.
- Sus **hojas son perennes**, salvo algunas excepciones, como el alerce y el ciprés calvo. No obstante, las hojas más viejas caen gradualmente tras un periodo que puede oscilar de dos a cincuenta años.
- Los **estróbilos**, conos o “piñas”, son brotes en espiral compuestos por **hojas modificadas reproductoras**.
- Los conos o estróbilos son **unisexuales** (masculinas o femeninas), simples, y se disponen en un mismo pie de planta (**monoicas**), o en dos pies de planta diferentes (**dioicas**). Los **masculinos** se componen de ejes cortos sobre los que se insertan grupos de sacos polínicos (**microsporangios**); Los **femeninos** también denominados piñas.

b) **División Ginkgophyta**

- En este filo se engloban un gran número de especies **fósiles**.
- Sólo vive en la actualidad una especie, **Ginkgo biloba**, todo un superviviente, pues no parece haber cambiado con respecto a los fósiles de hace 150 millones de años.
- Son resistentes en ambientes contaminantes, y es frecuente encontrarlos en parques y jardines.
- **Ginkgo biloba** es un árbol **dioico**, con **macroblastos** y **braquiblastos**.
- Sus **hojas** tienen forma de **abanico**, con nerviación dicotómica y son caducas.

- El polen y los óvulos se asientan en los rudimentos parecidos a los de las coníferas.
- El aparato reproductor femenino recibe el polen transportado por el viento, para producir la fecundación de forma **anemógama**. El grano de polen germina y crece en el megasporangio, formando las semillas desnudas carnosas.
- Las semillas presentan un engrosamiento carnoso de su envoltura exterior, que al madurar desprende un intenso olor (debido a un ácido graso).
- Los árboles masculinos son más esbeltos que los femeninos.

c) *División Cycadophyta*

- Esta constituido por los **cicadófitos o cícadas**.
- Son plantas de regiones **tropicales, húmedas y desérticas**. Se asemeja su aspecto al de las palmeras.
- Se consideran fósiles vivientes, y una transición entre los helechos y las plantas con flores.
- Son plantas **dioicas**.
- Su tallo es grueso (tronco) sin ramificaciones, con una corona terminal de hojas pinnadas grandes y compuestas.
- Los órganos reproductores se agrupan en **cono** en las plantas masculinas y **hojas fértiles** en las plantas femeninas. Los estróbilos masculinos producen el polen en la superficie.
- La fecundación es **anemógama**, el polen es transportado a través del viento.
- La *Cycas revoluta* es un ejemplo claro de este filo



d) *División Gnetophyta*

- Sus miembros son conocidos como **gnetofitos**.
- Se consideran plantas transitorias entre coníferas y angiospermas.
- Sólo sobreviven en la actualidad tres familias: *Ephedraceae*, *Gnetaceae* y *Welwitschiaceae*.
- Cada especie de gnetófitos presenta individuos separados productores de polen y de semillas (salvo unas pocas especies de *Ephedra*).
- *Welwitschia* y *Gnetum* son similares a las plantas con flores porque no poseen arquegonios, y algunas especies de *Ephedra* y *Welwitschia* presentan fecundación doble como las angiospermas.
- El género *Ephedra* consta de más de 30 especies que crecen en desiertos y lugares áridos. Son arbustos, con ramas cortas de color verde, y hojas diminutas que se forman en los nudos y pronto se vuelven de color marrón.
- El género *Gnetum* consta de más de 30 especies de plantas tropicales. Pueden ser trepadoras, arbustos o árboles, y sus hojas son anchas.
- El género *Welwitschia* está formado por una sola especie *Welwitschia mirabilis*, cuyo hábitat es el desierto de la costa de Namibia (África). Es una especie de tallo muy corto y largas hojas perennes acintadas y rastreras, que sobrevive en una situación extrema de sequía.

⇒ *Ciclo vital*

La **reproducción sexual** es la más normal en la mayoría de gimnospermas, la **asexual** sólo se da en unas pocas especies, como es el caso de las secuoyas.

Se describen a continuación sólo las características del ciclo vital de las **coníferas**, dado que es el grupo más numeroso dentro de las gimnospermas, y en concreto, tomando como ejemplo el pino.

- Los **conos o estróbilos** son **unisexuales**, masculinos o femeninos. Normalmente los conos masculinos y femeninos se encuentran sobre la misma planta (especies **monoicas**), o más raramente, en plantas distintas (**dioicas**).
- Los conos **masculinos (microsporangios)** se agrupan en **pequeños conos** con muchos sacos polínicos (**microsporófilos**) en espiral. Los granos de polen son amarillos y pueden llevar dos vesículas llenas de aire que facilitan la polinización anemógama.
- Los conos **femeninos (megaspurangios)** se agrupan en **conos o estróbilos**, las típicas **piñas leñosas**, formados por **brácteas** con escamas, que llevan de uno a siete óvulos y que se disponen en espiral o alrededor del eje del cono.
- Desde la polinización a la fecundación auténtica pueden pasar uno o varios años. Las semillas presentan normalmente la cubierta leñosa.

o Ciclo vital del pino

1) Cada **microsporangio** contiene varios cientos de **microsporocitos (2n)**, los cuales experimentan meiosis y producen cada uno cuatro **microsporas haploides (n)**. Cada microspora (n) da origen a un **grano de polen** (gametófito masculino).

2) El **grano de polen** es transportado por el viento hasta el primordio seminal, germinando en la zona micropilar y se forma el tubo polínico que lentamente progresa hacia el gametófito femenino en desarrollo.

3) El grano de polen se divide dando lugar a cuatro células: **dos células** sin función conocida, la **tubular** (producirá el tubo polínico) y la **generativa** (continuará el ciclo).

4) Aproximadamente un **año después** de la llegada del grano de polen, la célula generativa se divide en dos anterozoides sin flagelos (gametos): uno es una célula estéril y otro una **célula espermatógena**. Ambos pasan al interior del tubo polínico formado.

5) La célula espermatógena antes de que el tubo polínico alcance el gametófito femenino, se divide para dar lugar a **dos gametos masculinos**.

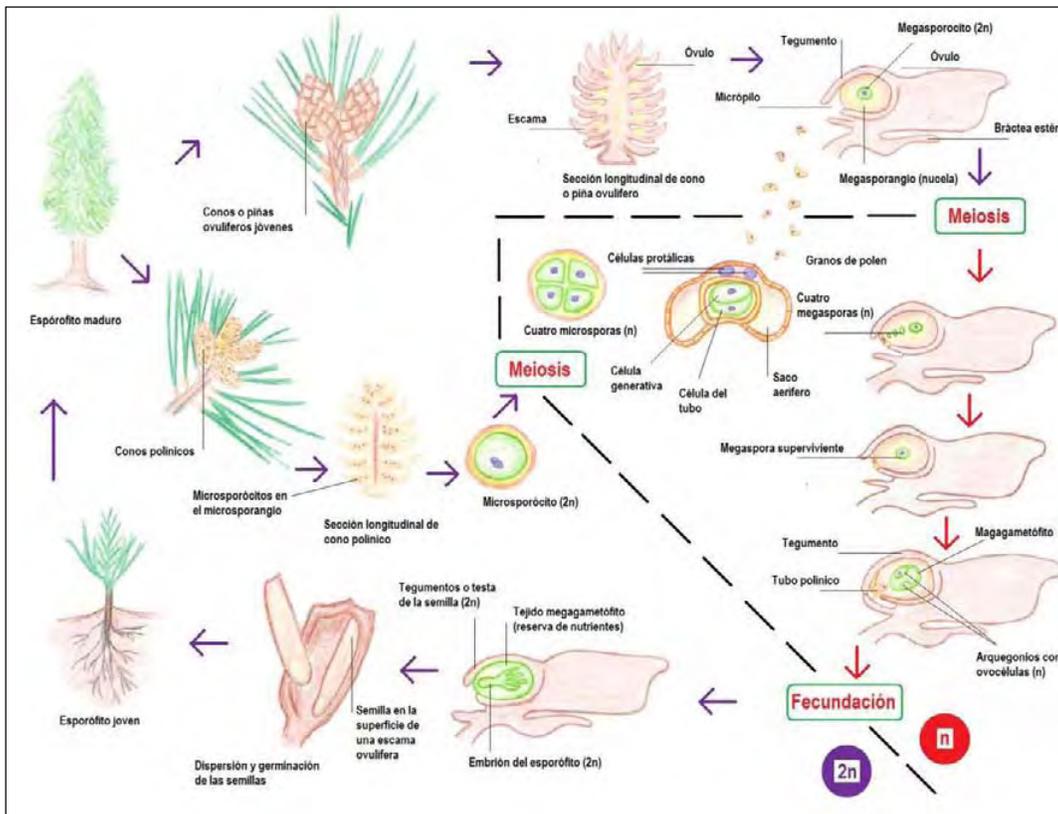
6) Alrededor de **15 meses después** de la llegada del polen, se produce la **fecundación** al alcanzar el tubo polínico el vientre del arquegonio, donde uno de los gametos masculinos fecunda la oosfera, mientras que el otro degenera.

7) Se forma un **proembrión** a partir del **zigoto**, que da lugar a uno o varios embriones, según el tipo de conífera. En el caso del pino, el núcleo del cigoto se divide en cuatro núcleos (**macrosporas**).

8) Como normalmente existen varios tubos polínicos, se fecundan varios arquegonios, y se desarrolla más de un **embrión**, aunque sólo se desarrollará uno de ellos, que crece y se nutre del tejido del **prótalo o endosperma primario** que le rodea.

9) Tras una cierta diferenciación, el embrión deja de crecer y el conjunto: embrión, endosperma y pared del óvulo se deshidrata, entra en latencia, se endurece y forma la **semilla: el piñón**.

Las piñas (conos femeninos) cambian de aspecto a lo largo de los procesos descritos. Cuando ya están maduras, sus escamas se separan y salen las semillas, que **caen en otoño**. Estas semillas son transportadas por el viento, a veces grandes distancias, y si encuentran un sustrato adecuado germina y dan lugar a una **planta joven**.



3. Angiospermas

⇒ Características generales

Son plantas con **semillas protegidas**, encerradas en el **fruto**.

- Son los vegetales **más extendidos** en la actualidad, junto con las coníferas (gimnospermas).
- Representan el grupo de vegetales más evolucionado, con órganos y estructuras reproductoras con una **mayor complejidad**.
- Son las popularmente llamadas **plantas con flores** ya que constituían, junto con las gimnospermas, las antiguas fanerógamas.
- Constituyen la División **Magnoliophyta**.
- Engloban un amplio radio de plantas: **herbáceas, arbustos y árboles; trepadoras, epífitas, parásitas y saprófitas; acuáticas y terrestres**.
- Sus **hojas están bien desarrolladas**, adaptándose su forma y estructura a las condiciones del hábitat.
- Presentan un recipiente constituido por las **hojas carpelares** (el ovario) en cuyo interior se encuentran protegidos los **primordios seminales**.
- En ocasiones el ovario junto a otras partes de la flor da lugar al fruto tras la transformación de los primordios seminales en semillas después de su fecundación.
- Sus semillas proceden de una doble fecundación: una célula espermática se une a la oosfera, y la otra a dos núcleos del megagametofito (gametofito femenino). Esta segunda unión da lugar al endosperma, que nutre al embrión en desarrollo.

⇒ **Clasificación**

Este grupo se divide a su vez en dos grupos: **Monocotiledóneas** y **Dicotiledóneas**.

a) Monocotiledóneas

- Presenta **verticilos florales** en un número múltiplo de 3.
- Embrión con **un cotiledón**.
- El **xilema y floema** están dispersos.
- Las **hojas** tienen una forma sin vaina, con el haz y el envés distintos. Y sus nervios son paralelos.
- La **raíz** es fasciculada, cuyas ramificaciones parten del cuello de una forma homogénea, no existe un eje predominante.
- El **grano de polen** presenta un pliegue o surco.
- **No** hay **crecimiento secundario** (a lo ancho).
- Su polinización es llevada a cabo por insectos, y es denominada **entomógama**.
- Ejemplos: yuca, narciso, gramíneas (maíz, trigo), orquídea, etc

b) Dicotiledóneas

- Presenta **verticilos florales** en un número múltiplo de 4 ó 5. Sus pétalos y sépalos son parecidos.
- Embrión con **dos cotiledones**.
- El **xilema y floemas** son en forma de cilindro.
- Las **hojas** tienen forma de vaina, con el haz y el envés similares. Y sus nervios son en red, palmeados y pinnados.
- La **raíz** es **axonomorfa o pivotante**, formada por una raíz primaria predominante de la que parten raíces secundarias de menor tamaño.
- El **grano de polen** presenta tres pliegues o surcos.
- Hay **crecimiento secundario** (cámbium).
- Su polinización es llevada a cabo por el viento, y es denominada **anemógama**.
- Ejemplos: almendro, calabaza, olivo, vid, amapola, geranio, malva, trébol, zanahoria, girasol, muérdago, magnolia, nogal, ortiga, patata, etc.



⇒ *Ciclo vital*

Su ciclo vital ocurre con **alternancia de generaciones** entre esporófitos y gametófitos; en el cual los esporófitos son mayores, fotosintéticos y dominantes. Las estructuras reproductoras especializadas del esporófito están agrupadas y proceden de hojas modificadas.

- Los órganos reproductores (**estambres y carpelos**) están condensados en una **flor**, frecuentemente hermafrodita, que puede estar aislada o agrupada con otras formando inflorescencias.
- En la flor se forman los **granos de polen**, que contienen los gametos masculinos, que son transportados por el viento o por insectos en su polinización, hasta el gameto femenino donde se produce la fecundación.
- Los **primordios seminales** están encerrados en el **ovario**, por ello los **carpelos** forman el **estigma**, una estructura que permite captar los granos de polen.
- El **gametófito masculino o grano de polen** están constituidos por dos o tres células; los gametos masculinos van a estar siempre reducidos a **dos núcleos espermáticos**, ya no se originan espermatozoides.
- El **gametófito femenino** (saco embrional) que se origina en el interior del primordio seminal, es una estructura de **siete células** (y ocho núcleos), una de las cuales va a ser el gameto femenino y oosfera, que al ser fecundada por uno de los núcleos espermáticos origina el **zigoto**, que da lugar al **embrión**. El otro núcleo espermático se une con dos núcleos del saco embrional por **doble fecundación**, dando lugar a un **núcleo triploide (3n)** cuyo desarrollo termina con la formación de un tejido denominado **endosperma secundario** que nutre al embrión en su desarrollo.
- El **embrión** se transforma en una **semilla protegida** en el interior de un **fruto seco o carnoso**. El fruto puede ser **indehisciente** (permanece cerrado) o **dehisciente** (se abre y libera las semillas).

⇒ *Ciclo vital de una angiosperma monoica (con flores bisexuales)*○ *Gametogénesis masculina*

1) Las **flores bisexuales** (hermafroditas) tienen **estambres**, que producen **microgametófitos**, y **carpelos**, que producen **macrogametófitos**. Los estambres y el pistilo (carpelo) están protegidos por las piezas del **periantio (cáliz y corola)**.

2) Cada estambre posee una **antera**, la cual suele tener **cuatro microsporangios** o sacos vitelinos; en ellos cada **microsporocito** (célula madre) origina por meiosis cuatro **microsporas haploides (n)**.

3) Cada microspora crece hasta convertirse en un **grano de polen inmaduro (microgametófito) (n)**, formado por dos células: una **célula tubular** (producirá el tubo polínico), y una **célula generativa**, que dará lugar a **dos células espermáticas**. Antes de ser liberado cada grano de polen desarrolla una pared externa protectora (exina) y una pared interna (intina).

4) En la **madurez**, los sacos polínicos se unen dos a dos, y cada cavidad así formada se abre por una hendidura y deja escapar los granos de polen, que el viento o los insectos se encargan de llevar sobre los estigmas del pistilo.

5) En los **estigmas**, los granos de polen maduros terminan su desarrollo con la formación del **tubo polínico** que penetra a través del estilo, llega al ovario, donde se encuentra el óvulo y la **oosfera**.

o Gametogénesis femenina

1) Cada óvulo está formado por **megasporangio**, rodeado por **uno o dos tegumentos**, que se juntan en el **micrópilo**, que es la abertura por donde entra el tubo polínico.

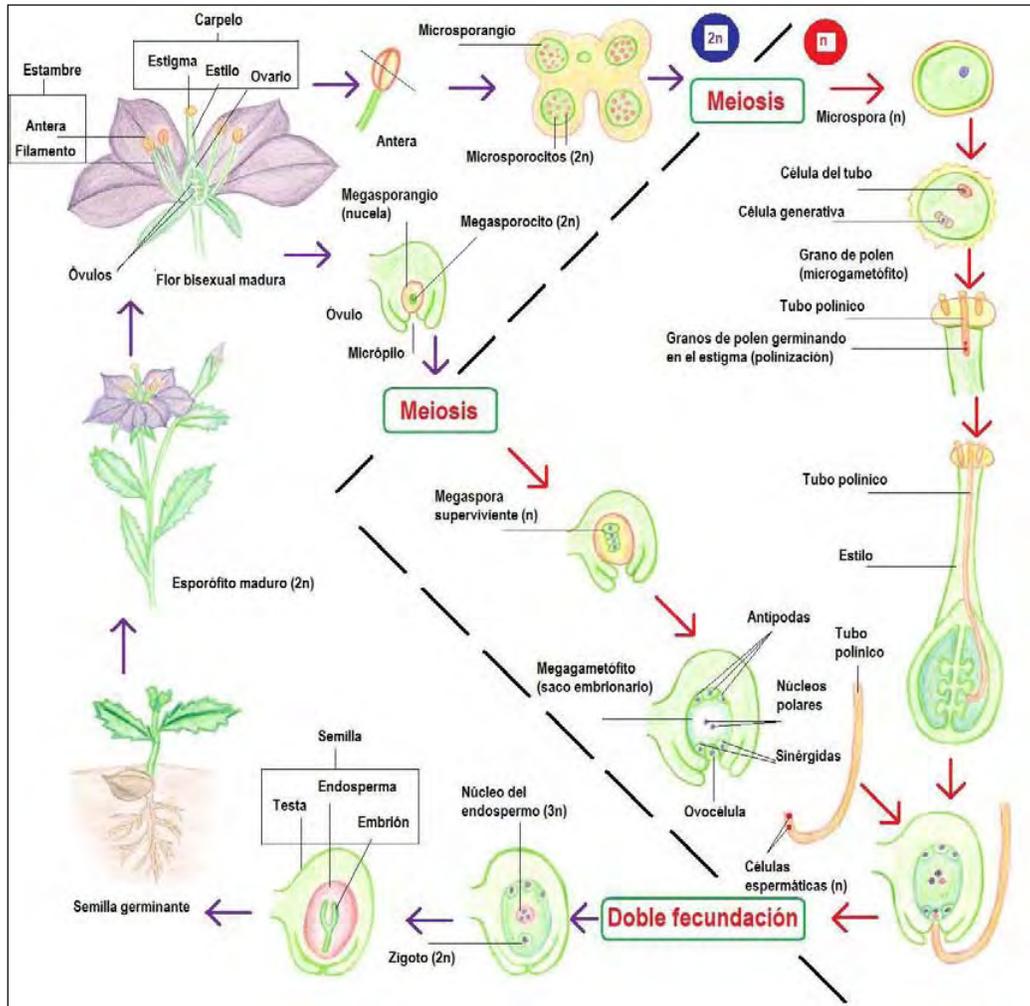
2) Dentro de cada megasporangio, un **megasporocito o célula madre** de las macrosporas origina por meiosis **cuatro megasporas haploides (n)**, de las que tres degeneran rápido. La macrospora más alejada del micrópilo es la que sobrevive para convertirse en el **megagametófito**.

3) La **megaspora fértil** sufre **tres mitosis** y forma ocho células que se organizan en el saco embrionario. Una de las ocho células es la célula reproductora o gameto femenino (**oosfera**), que será **fecundada** por uno de los dos gametos masculinos o anterozoides formados tras la división del núcleo reproductor del grano de polen, dando lugar al **zigoto**. Los otros dos **núcleos**, denominados **polares**, se unen para formar el **núcleo secundario**, al que se unirá un segundo gameto masculino para formar el primer núcleo del albumen, núcleo del **endospermo (3n)**

4) El cigoto se divide rápido y origina el **embrión**, mientras que al mismo tiempo, el primer núcleo del albumen forma el **endospermo o albumen**, que es el tejido que **nutrirá** al embrión en su desarrollo.

5) Cuando el embrión presenta la base de lo que será el futuro tallo, una o dos hojas (cotiledones) y una radícula, el conjunto se deshidrata y entra en estado de **vida latente**, protegido por una envoltura adicional dura. El óvulo fecundado se transforma en una **semilla**, que tras un periodo de tiempo que puede ser largo, podrá germinar y dar una nueva planta adulta.

6) Cuando las condiciones del medio son adecuadas, la semilla **germina**. Las primeras etapas del crecimiento de la nueva planta se llevan a cabo a partir de los nutrientes del **endospermo** o de los **cotiledones**.



4. Actividades

1. Nombra las principales características de las plantas vasculares con semilla. Indica un criterio de clasificación y los grupos que forman.
2. Indica la clasificación de las gimnospermas, y sus principales características. Indica los tres filos en que los que se clasifican las gimnospermas, y describe sus principales características.
3. Describe el ciclo vital de un pino.
4. Nombra las principales características de las angiospermas, e indica una forma de clasificarlas, dando al menos un par de ejemplos de cada grupo.
5. Describe el ciclo vital de una angiosperma monoica (con flores bisexuales).

LA REPRODUCCIÓN Y EL DESARROLLO EMBRIONARIO EN LOS SERES VIVOS

1. La reproducción en los seres vivos
2. La fecundación en los seres vivos
3. Los ciclos biológicos de los seres vivos
4. El desarrollo embrionario en los seres vivos
5. Actividades

1. La reproducción en los seres vivos

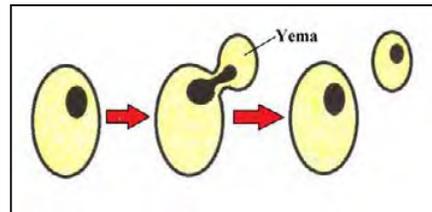
La **reproducción** puede definirse como el fenómeno mediante el cual un ser vivo produce células o grupos de células que, al separarse de éste, se convierten directamente o indirectamente en nuevos individuos. Así, la finalidad de la reproducción es la formación de nuevos seres vivos y, de este modo, la transferencia de información genética entre sucesivas generaciones. En cuanto a esto hay que destacar que existen dos tipos de reproducción si se tiene en cuenta el mecanismo en el que se transfieren los genes: la reproducción asexual y la reproducción sexual.

⇒ La reproducción asexual

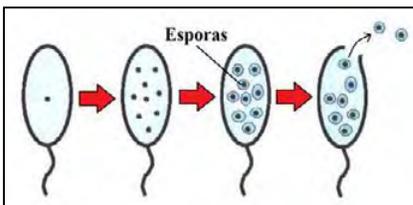
La **reproducción asexual** es el mecanismo de reproducción en el cual la transferencia de la información genética se realiza a través de la **mitosis**. Así, las generaciones hijas que resultan de este tipo de reproducción tienen la misma información genética que las generaciones parentales y, por tanto, son **clones**. Se pueden encontrar ejemplos de este tipo de reproducción en los organismos unicelulares, pero también en vegetales pluricelulares y en algunos animales.

○ La reproducción asexual en organismos unicelulares

Tal y como se ha mencionado, los organismos unicelulares pueden reproducirse a través de procesos mitóticos. Un ejemplo de este tipo de reproducción es el de la mayoría de las levaduras.



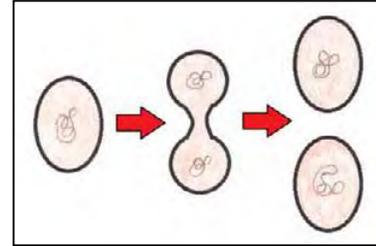
Las levaduras son hongos unicelulares que generalmente se reproducen gracias a un mecanismo de reproducción asexual que se llama **gemación**. En este proceso una célula madre produce, gracias a la mitosis, células hijas más pequeñas, también llamadas **yemas**. Éstas finalmente se separan de la célula madre y crecen formando nuevos individuos.



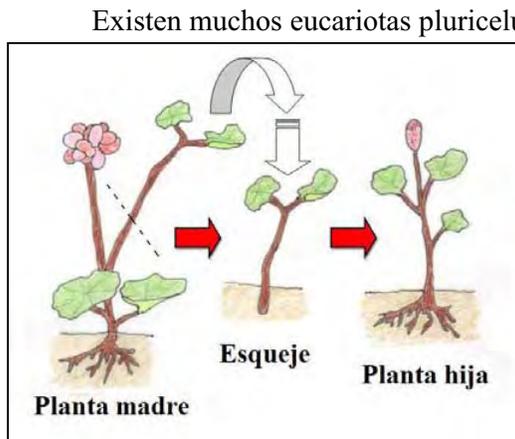
Los protozoos, por otro lado, también se reproducen frecuentemente de una forma asexual. En este caso, el núcleo de la célula madre se divide varias veces por mitosis, formando una célula plurinucleada que origina numerosas células hijas, llamadas **esporas**. Así,

este mecanismo de reproducción se llama **esporulación**.

Otro ejemplo de reproducción asexual en organismos unicelulares es el que realizan las bacterias. Hay que destacar que este grupo de seres vivos, al ser procariotas, no tienen ni núcleo celular ni los orgánulos necesarios para realizar mitosis, por lo que se reproducen asexualmente por un mecanismo equivalente a la mitosis llamado **bipartición**. Este fenómeno consiste en la división de una célula madre en dos células hijas iguales.

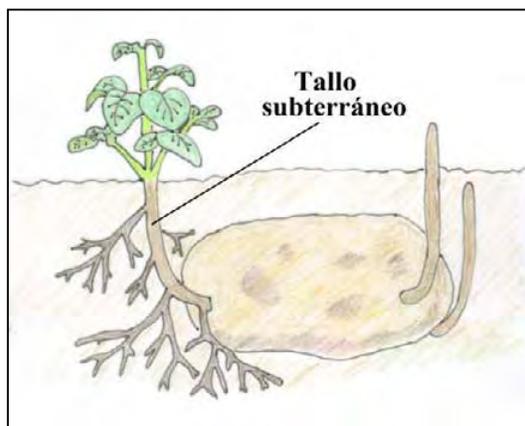


o La reproducción asexual en plantas



Existen muchos eucariotas pluricelulares que se reproducen a través de la mitosis, entre los que hay que destacar las plantas. El modo más típico de reproducción asexual en este grupo de seres vivos es la **fragmentación**, que consiste en la separación de fragmentos del organismo que crecen hasta convertirse en otro individuo. Este método se utiliza con frecuencia en jardinería, donde se cortan pequeñas ramas de plantas madre, llamadas **esquejes**, y se plantan en algún otro lugar. Estos esquejes crecen gracias a procesos mitóticos dando lugar a nuevos individuos.

Además, es habitual encontrar en algunas plantas otros modos de reproducción asexual. Un bonito ejemplo es el de la planta de la patata.



Esta emite unos **tallos subterráneos** que engrosan formando la patata, la cual tiene mucha reserva alimenticia. De este modo la patata es una estructura que tiene el objetivo de generar nuevos individuos, sirviendo de fuente de alimento y estando, además, protegida bajo la tierra.

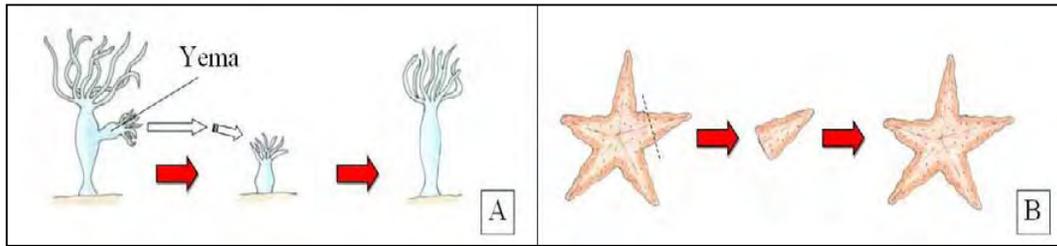
Así, por ejemplo, si en épocas desfavorables la planta de la patata muere, quedan bajo la tierra las patatas, que pueden germinar mediante mitosis generando una nueva planta idéntica a la planta progenitora. Gracias

este mecanismo, este vegetal asegura su descendencia hasta en las peores épocas.

o La reproducción asexual en animales

Aunque no es tan habitual como en las plantas, algunos grupos de animales pueden realizar reproducción asexual. Algunos pólipos, por ejemplo, pueden formar yemas gracias a la **gemación**, que después de desprenderse del individuo progenitor generarán nuevos

individuos a través de la mitosis. También es habitual encontrar en los platelmintos, los equinodermos y los anélidos eventos de reproducción asexual mediante **fragmentación**.

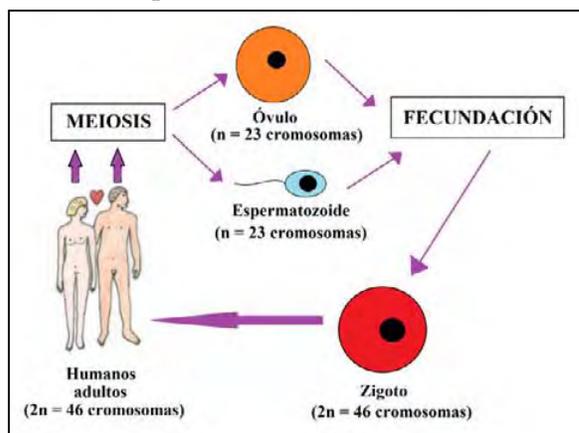
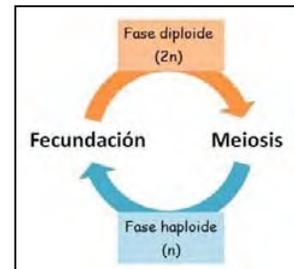


⇒ **La reproducción sexual**

La reproducción sexual se puede definir como el mecanismo de reproducción en el que intervienen dos individuos de distinto sexo. Éstos, gracias a la meiosis, producen células que tienen la mitad de cromosomas (células haploides) de manera que, posteriormente, estas células se pueden combinar mediante la fecundación con las de otros individuos de la misma especie, dando lugar a nuevos organismos. Dicho de otro modo, en la reproducción sexual son especialmente importantes los siguientes procesos:

- **Meiosis:** Consiste en la división de una célula madre diploide ($2n$) para formar 4 células hijas haploides (n). Así, los seres vivos consiguen reducir su dotación cromosómica a la mitad.
- **Fecundación:** Consiste en la fusión de dos células haploides (n) para formar una célula diploide ($2n$). De esta forma se recupera la dotación cromosómica diploide característica de las especies.

Esta alternancia entre la meiosis y la fecundación implica que los organismos hijos resultantes de la reproducción sexual sean diferentes a los progenitores, a diferencia de lo que ocurre con la reproducción asexual. Por tanto, este proceso reproductivo está íntimamente asociado a cambios entre los organismos de las distintas generaciones, por lo que tiene una relación directa con la evolución de las especies biológicas.



La reproducción sexual la realizan la mayoría de los organismos eucariotas, como por ejemplo las plantas y los animales. Para entender mejor el proceso se puede considerar el ciclo biológico de los humanos, el cual es semejante al ciclo biológico de muchos animales. Gracias a la meiosis los humanos, que tenemos 46 cromosomas, formamos los **gametos** (células sexuales haploides) que se llaman **espermatozoides** en el caso del macho y **óvulo** en el caso de la hembra. Éstos tienen su número de cromosomas reducido, es decir, poseen 23 cromosomas. Un espermatozoide se fusionará con el óvulo

mediante la fecundación, formando una nueva célula que se llama **zigoto**. Esta nueva célula producida por la combinación del gameto paterno y el gameto materno vuelve a tener la dotación cromosómica característica de la especie humana, 46 cromosomas. Finalmente, el cigoto crece formando un nuevo individuo humano que presenta algunas semejanzas y algunas diferencias con sus progenitores.

○ Ventajas y desventajas de la reproducción asexual y de la reproducción sexual

La reproducción asexual un mecanismo rápido y de bajo coste energético. Por eso muchas especies se reproducen de un modo asexual con el objetivo de asegurar una descendencia en ciertos momentos de sus ciclos vitales, como puede ser, por ejemplo, en una época desfavorable. La reproducción sexual, sin embargo, es más lenta e implica un gran consumo de energía, ya que los requerimientos energéticos para la realización de la meiosis son bastante altos. Además, este proceso se hace más lento y difícil si consideramos algunos eventos asociados a él, como puede ser la búsqueda de pareja.

Así, para comprender bien el sentido de la reproducción sexual hay que pensar que el ambiente cambia constantemente a lo largo del tiempo geológico. Estos cambios ambientales conllevan a que los seres vivos nos veamos obligados a también a cambiar, gracias a un proceso que recibe el nombre de **evolución**. De este modo, ya que el resultado de la reproducción asexual son individuos iguales a los progenitores (clones), este proceso reproductivo no implica cambio ni evolución. Sin embargo, como se ha mencionado, la reproducción sexual genera individuos diferentes generación tras generación por lo que está íntimamente asociada a la evolución de las especies. Por tanto, gracias a la reproducción sexual, los seres vivos evolucionamos y nos podemos enfrentar a los cambios ambientales característicos de la historia de las especies biológicas.

2. La fecundación en los seres vivos

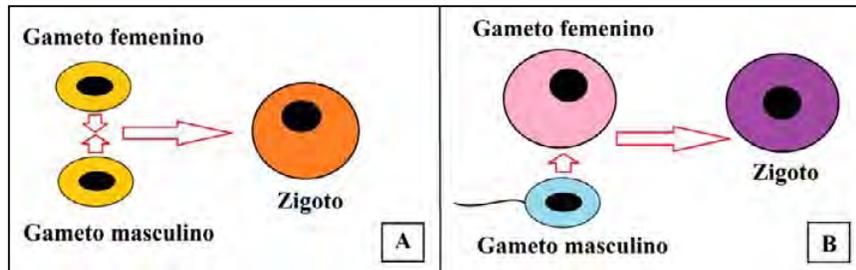
Como ya se ha comentado, los organismos que realizan reproducción sexual necesitan un mecanismo por el cual sus células haploides (n), resultantes de la meiosis, recuperen su número de cromosomas y, por tanto, su condición diploide ($2n$). Este proceso, llamado fecundación, se puede definir de forma muy general como el mecanismo de fusión de dos gametos (n) para dar lugar a un cigoto o célula huevo ($2n$). Sin embargo, aunque en esencia es similar en todos los seres vivos puede presentar algunas diferencias según los organismos que lo realicen. De esta manera se pueden encontrar diferentes modelos de fecundación en el estudio de la amplia diversidad del planeta en el que vivimos.

⇒ **La fecundación cruzada y la autofecundación**

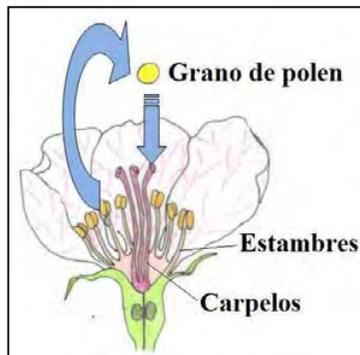
Uno de los modelos más generalizados de fecundación en los seres vivos es la **fecundación cruzada**. Este proceso consiste en la fusión de dos gametos (n) procedentes de individuos genéticamente distintos para formar un cigoto ($2n$), que es una combinación genética de los dos individuos parentales de los que procede. Es típico de animales, aunque también es habitual en vegetales, tal como las plantas. En función de si los gametos participantes difieren o no entre sí podemos encontrar dos tipos de fecundación cruzada.

- **Isogamia:** Se produce cuando los gametos masculino y femenino son iguales. Se presenta en diversas algas y algunos hongos y protozoos.

- **Anisogamia:** Ambos gametos son diferentes en cuanto a su tamaño y comportamiento. Normalmente el gameto más pequeño, que es el masculino, se desplaza para encontrarse con el gameto más grande. Este proceso se presenta habitualmente en plantas superiores y animales.



Por otro lado, en ciertos organismos, como las plantas con flor, se da un proceso de fecundación que se caracteriza por que los dos gametos que se fusionan proceden del mismo individuo. Esto es fácil comprobarlo al observar una flor hermafrodita, que posee a su vez órganos masculinos y femeninos. En los órganos masculinos, llamados **estambres**, se forman los gametos masculinos, que viajan en el grano de polen hasta el órgano femenino, que se llama **carpelo**, el cual protege el gameto femenino. Así, en este tipo de organismos puede ocurrir la **autofecundación**, es decir, que el gameto masculino procedente de un estambre fecunde a un gameto femenino situado en la misma flor o en la misma planta.

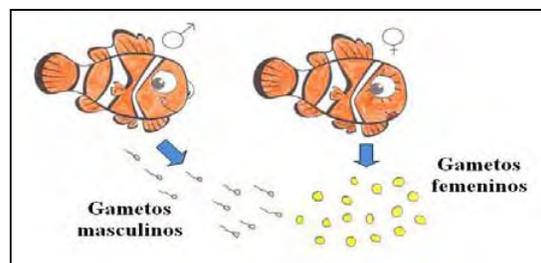


Sin embargo, la autofecundación presenta un problema desde el punto de vista de la evolución de las especies. Cuando un organismo realiza este tipo de fecundación no intercambia genes con otro organismo, por lo que este proceso no genera **variabilidad genética** en los posibles descendientes. De este modo, al igual que la reproducción asexual, la autofecundación no es un mecanismo que implique un cambio significativo entre las distintas generaciones, de modo que las especies no pueden evolucionar mediante una reproducción basada en este tipo de fecundación.

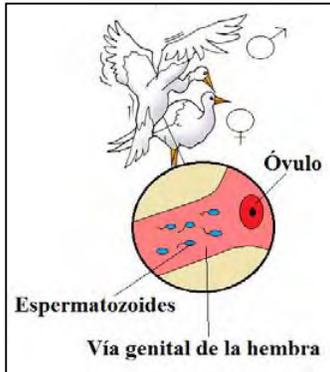
Por eso, muchas plantas con flor han desarrollado mecanismos y estrategias con el objetivo de evitar que se produzca este fenómeno. Es bastante habitual encontrar en muchas flores que los estambres y los carpelos maduran en épocas distintas, evitando así eventos de autofecundación innecesarios.

- o La fecundación en animales: fecundación externa y fecundación interna

En el reino animal, se distingue entre fecundación externa o fecundación interna según el lugar donde se produzca la fusión de los gametos. En la **fecundación externa** los gametos (óvulos y espermatozoides) son liberados al agua y es en este medio, por tanto, donde ocurre la fusión de éstos. Este es un tipo de fecundación propio de los invertebrados



acuáticos y de los peces y se necesita la formación de miles de gametos para asegurarse que algunos de ellos se encuentren y se produzca la consecuente fecundación.



Por otro lado, la **fecundación interna** supone la fusión de los gametos en el interior del cuerpo de uno de los individuos progenitores, el cual frecuentemente es la hembra. En este caso, el macho deposita los espermatozoides en las vías genitales de la hembra durante el proceso de la cópula. Este tipo de fecundación es un recurso utilizado principalmente por los animales adaptados al medio terrestre donde la falta de agua provocaría la desecación de los gametos si estos estuviesen expuestos a las condiciones ambientales.

La fecundación interna tiene ciertas ventajas sobre la fecundación externa y, por tanto, ofrece mayores posibilidades de éxito reproductivo. Durante el proceso se producen menos gametos, por lo que existe un considerable ahorro de energía. Esto está relacionado con que en el caso de la fecundación interna la supervivencia de los gametos es mayor, ya que están protegidos en el cuerpo de los progenitores y, por tanto, no están expuestos a las condiciones ambientales. Asimismo, el hecho de que los gametos no sean liberados al medio supone que la probabilidad de encuentro de éstos sea mayor.

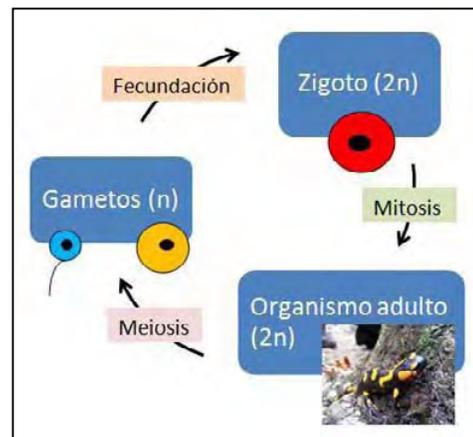
3. Los ciclos biológicos de los seres vivos

En cualquier ciclo vital de todo ser vivo eucariota pueden distinguirse dos fases que se diferencian según la dotación cromosómica de sus células. Una de estas fases, llamada **fase diplonte**, transcurre desde la formación del cigoto hasta que se produce la meiosis, y se caracteriza por que sus células son diploides ($2n$). Las células haploides (n) resultantes de esta fase entran en una segunda etapa, denominada **fase haplonte**, que finaliza con la fecundación y la formación de un nuevo cigoto.

Sin embargo no hay que considerar que la meiosis se realiza siempre para formar los gametos, ya que, en algunos casos, esto no es cierto. De este modo según el momento en que la meiosis se lleve a cabo existen tres tipos de ciclos biológicos: los ciclos diplontes, los ciclos haplontes y los ciclos diplohaplontes.

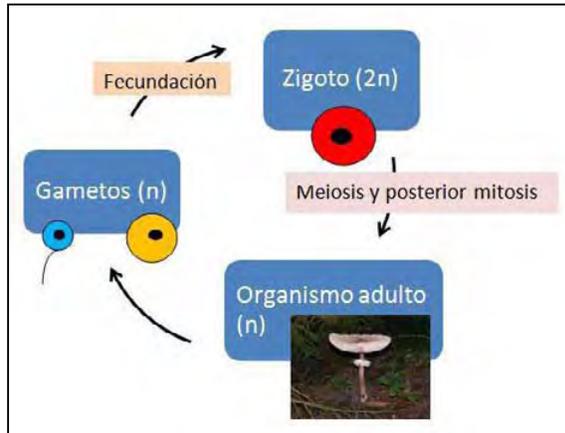
⇒ *Los ciclos biológicos diplontes*

Los **ciclos biológicos diplontes** se caracterizan por que la meiosis es el proceso de formación de los gametos, los cuales son las únicas células haploides de estos ciclos de vida. De este modo, la fase haplonte (n) queda reducida a un solo tipo celular, los gametos, mientras que la fase diplonte ($2n$) es predominante, ya que constituye el resto de las células del organismo. Después de la fecundación, el cigoto origina, gracias a sucesivas mitosis, el organismo adulto diplonte, el cual forma los gametos por procesos meióticos. Se pueden encontrar ciclos biológicos diplontes en los animales, algunas algas, algunos protozoos y algunos hongos acuáticos.

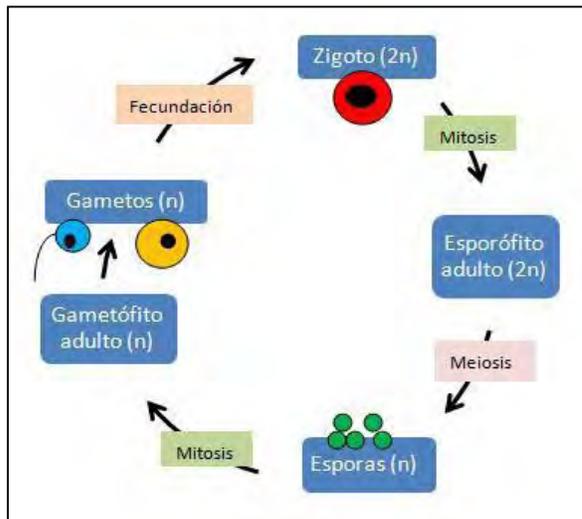


⇒ **Los ciclos biológicos haplontes**

Los ciclos biológicos haplontes se caracterizan por que la meiosis se produce justo después de la formación del cigoto, el cual es la única célula diploide de los organismos que tienen este tipo de ciclo. Así, la fase diplonte ($2n$) queda reducida a un solo tipo celular, el cigoto, mientras que la fase haplonte (n) constituye el resto de las células del organismo. Por tanto, esta última fase forma los gametos por diferenciación celular y no por meiosis. Son ejemplos de organismos haplontes algunas algas, algunos protozoos y algunos hongos.



⇒ **Los ciclos biológicos diplohaplontes.**



En los **ciclos biológicos diplohaplontes** el cigoto forma, gracias a procesos mitóticos un individuo diploide que constituye la fase diplonte ($2n$) del ciclo y que se denomina **esporófito**. Éste, en lugar de formar los gametos, realiza la meiosis y produce un gran número de células haploides que se llaman **esporas**. Las esporas, tras germinar y crecer por mitosis, originan un nuevo individuo haplonte, llamado **gametófito**, que está formado por la fase haplonte (n). El gametófito genera por diferenciación celular los **gametos**, que podrán originar un cigoto completándose así el ciclo vital. Por tanto, en este tipo de ciclos hay que

diferenciar dos generaciones distintas, el esporófito y el gametófito, que se pueden definir del siguiente modo:

- **Esporófito:** Generación diploide que, gracias a la meiosis, forma las esporas haploides.
- **Gametófito:** Generación haploide que, gracias a la diferenciación celular, forma los gametos.

Durante estos ciclos biológicos, ambas generaciones morfológicas, el esporófito y el gametófito, se alternan, lo cual implica que cada una procede directamente de la otra y está constituida por un tipo de organismo adulto distinto. Se pueden encontrar ejemplos de seres vivos que realicen ciclos diplohaplontes en las plantas con flores, los musgos, los helechos, algunas algas y algunos hongos.

4. El desarrollo embrionario en los seres vivos

De manera general, se puede definir **desarrollo embrionario** como el proceso por el cual a partir de un cigoto, formado tras la fecundación de los gametos, se desarrolla por mitosis un organismo pluricelular vegetal o animal llamado **embrión**. De este modo el resultado final del desarrollo embrionario, tanto en plantas como en animales, es un individuo que tiene ya un esbozo de los tejidos y órganos que caracterizan a la especie. En el caso de las plantas con flor el desarrollo embrionario ocurre en el interior de la **semilla**, estructura que se desarrolla para proteger y alimentar al embrión. Por otra parte, el desarrollo embrionario en animales puede presentar situaciones más complejas, que se deben considerar con más detalle.

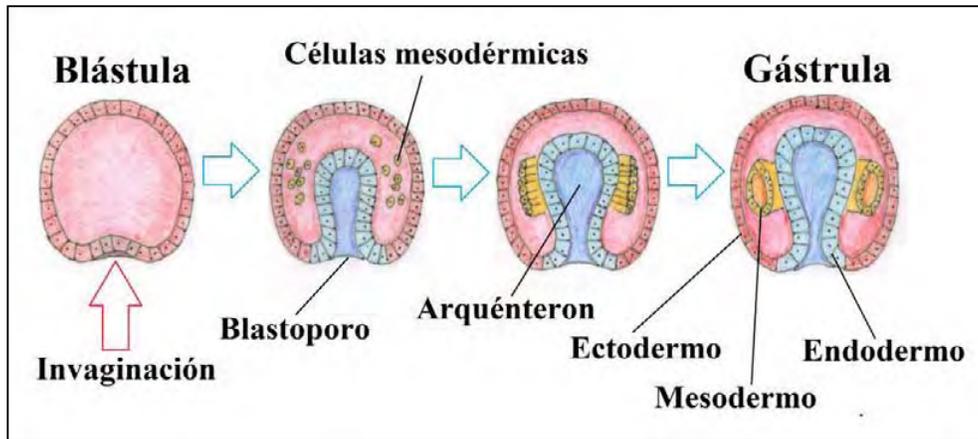
⇒ **El desarrollo embrionario en los animales**

En animales, una vez formado el cigoto, se inicia el desarrollo embrionario, proceso que transcurre hasta el nacimiento del nuevo individuo. Este se puede resumir en las siguientes cuatro fases:

- **La segmentación:** El cigoto resultante de la fecundación se divide por mitosis sucesivas formando un grupo de células que quedan agrupadas en una esfera maciza llamada **mórula**. En este momento las células aún no están diferenciadas, y cada una de ellas, denominada **blastómero**, puede dar lugar a un nuevo individuo si se separa de las demás. A continuación los blastómeros se desplazan hacia la periferia dejando una cavidad llena de líquido en el interior de la esfera que recibe el nombre de **blastocelo**. Así se forma el estadio de la **blástula**, momento en el cual las células comienzan a especializarse.



- **La gastrulación:** Durante esta fase, la blástula experimenta una invaginación hacia el interior del blastocelo, la cual da lugar a la aparición de dos capas de células: la capa exterior se denomina **ectodermo** y la capa interior se llama **endodermo**. Estas capas reciben el nombre de **hojas embrionarias**, ya que son los grupos celulares que dan lugar a los diferentes tejidos del embrión. La cavidad interna formada por la invaginación del blastocelo se denomina **arquenteron** y la zona de ésta que comunica con el exterior se llama **blastoporo**. La estructura total de este estadio del desarrollo embrionario recibe el nombre de **gástrula**, y se caracteriza por que las células ya están bastante diferenciadas. Hasta este momento el desarrollo embrionario es muy parecido en todos los animales. Sin embargo en los humanos y algunos otros animales aparece una nueva hoja embrionaria, llamada **mesodermo**. Esta nueva hoja embrionaria se forma a partir de un grupo de células que quedan entre el ectodermo y el endodermo, son las **células mesodérmicas**.



- **Organogénesis:** Después de la gastrulación, las tres hojas embrionarias se desarrollan completamente dando lugar a los distintos tejidos y órganos del feto. Este proceso de diferenciación celular a partir del ectodermo, mesodermo y endodermo se llama **organogénesis**. De este modo, el ectodermo da origen, por ejemplo a la epidermis (capa más externa de la piel) y a los órganos del sistema nervioso. Por su parte, el mesodermo es el encargado de formar los tejidos y órganos del sistema circulatorio (corazón, venas, arterias y capilares), los huesos y los músculos, entre otros. El endodermo origina las glándulas del aparato digestivo, el hígado y el páncreas, así como el tiroides, el paratiroides y el timo.

Por tanto, el resultado final de esta fase del desarrollo embrionario es un individuo que, en esencia, ya posee los tejidos y órganos característicos de la especie. En la siguiente tabla se muestra el origen embrionario de los tejidos y órganos de animales vertebrados.

Tabla 1. Tejidos embrionarios

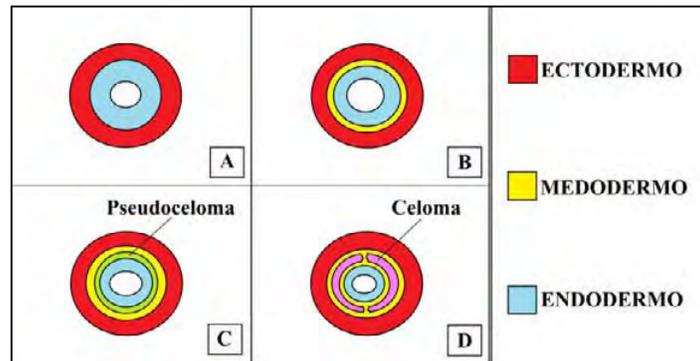
Ectodermo	Mesodermo	Endodermo
Epidermis	Tejido conjuntivo	Epitelios de revestimiento del tubo digestivo y las vías respiratorias
Epitelios de revestimiento de narinas, boca y ano	Dermis	Hígado y páncreas
Uñas, pelos, plumas, escamas y esmalte dentario	Tejido sanguíneo, corazón y sistema vascular	Tiroides, paratiroides y timo
Sistema nervioso	Huesos y músculos	Vejiga urinaria y revestimiento de la uretra
	Aparatos reproductor y excretor	

⇒ **Animales diblásticos y triblásticos**

Según el número de hojas embrionarias a partir del cual se originen sus tejidos y órganos, los animales se pueden dividir en animales diblásticos y animales triblásticos. Los **animales diblásticos**, por ejemplo los cnidarios, son aquellos que durante su desarrollo embrionario solo generan dos hojas embrionarias, el ectodermo y el endodermo. Por otro lado los **animales triblásticos** se desarrollan a partir de tres hojas embrionarias, el ectodermo, el mesodermo y el endodermo. Si no existe espacio vacío entre las tres hojas embrionarias se dice que son **animales triblásticos acelomados**, como por ejemplo los platelmintos. Si existe una cavidad vacía entre el endodermo y el mesodermo, esta cavidad se llama **pseudoceloma**,

y es característica de los **animales triblásticos pseudocelomados**. Ejemplos de estos animales los encontramos en los nematodos. Por último, si la cavidad de la gástrula está completamente rodeada de mesodermo a esta cavidad se le denomina **celoma**, y es característica de los **animales triblásticos celomados**.

Una gran diversidad de representantes del reino animal pertenece a éste último tipo de animales, como por ejemplo los cordados (vertebrados), entre los que estamos los seres humanos.



⇒ **Animales ovíparos, vivíparos y ovovivíparos**

Otra posible clasificación de los animales es atendiendo al lugar donde suceda el desarrollo embrionario. De este modo los animales se pueden clasificar en ovíparos, vivíparos y ovovivíparos.

- **Animales ovíparos:** Son aquellos animales en los que el desarrollo embrionario se produce en el interior de un **huevo**, el cual tiene sustancias nutritivas que nutren al embrión durante su desarrollo. Además, el huevo normalmente también sirve para proteger al individuo que se desarrolla en su interior. Son ovíparos los animales invertebrados y muchos vertebrados, como por ejemplo algunos reptiles y peces, los anfibios y las aves.



- **Animales ovovivíparos:** El desarrollo embrionario de estos animales se produce dentro de un huevo, el que a su vez está protegido por el cuerpo de la madre. Así, el huevo se sitúa en una zona de la madre llamada **oviducto**, donde se produce el desarrollo del embrión. Son ovovivíparos algunos peces, lagartos y serpientes.

- **Animales vivíparos:** Son animales en los que el embrión se desarrolla en el interior del **útero materno** donde la placenta le proporciona protección y alimento. La **placenta** es un tejido formado durante el embarazo que sirve para intercambiar nutrientes y material de desecho entre la sangre materna y la sangre del feto. Son animales vivíparos todos los mamíferos excepto el ornitorrinco.



5. Actividades

1. Realiza una búsqueda de información sobre la reproducción asexual y sexual de la planta de la fresa (género *Fragaria*). Escribe un resumen con los datos que averigües.

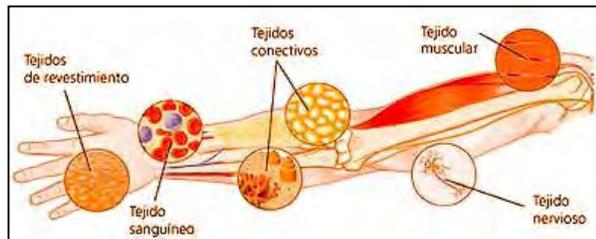
2. Describe la importancia de la mitosis y de la meiosis en la reproducción asexual y en la reproducción sexual. ¿Qué relación tiene la meiosis con la evolución de las especies?
3. Realiza tres tablas con la siguiente información:
 - a) Ventajas e inconvenientes de la reproducción asexual y la reproducción sexual.
 - b) Ventajas e inconvenientes de la autofecundación y la fecundación cruzada.
 - c) Ventajas e inconvenientes de la fecundación externa y la fecundación interna
4. Investiga cómo es el gametófito y el esporófito de un musgo, un helecho, una planta gimnosperma y una planta angiosperma. Realiza dibujos para cada uno de los casos. ¿Qué piensas que significa la frase “En la evolución de los vegetales existe una tendencia de reducción del gametófito”?

HISTOLOGÍA ANIMAL

1. *Los tejidos animales*
2. *Tejidos epiteliales*
3. *Tejidos conectivos*
4. *Tejido muscular*
5. *Tejido nervioso*
6. *Actividades*

1. Los tejidos animales

Con excepción de algunos grupos muy simples como las esponjas, todos los animales presentan verdaderos tejidos. Los tejidos animales básicos son solamente cuatro: **epiteliales, conectivos, musculares y nervioso**.



2. Tejidos epiteliales

Formado por células de vida corta en constante renovación. Son de dos tipos: de revestimiento y glandulares.

⇒ *Epitelios de revestimiento*

Recubren superficies internas o externas. Están formados por una (monoestratificados) o varias (pluriestratificados) capas de células contiguas sin espacios intercelulares que descansan sobre una membrana basal de tejido conjuntivo. Atendiendo a la forma de sus células se clasifican en planos (células aplanadas) y cilíndricos (células prismáticas).

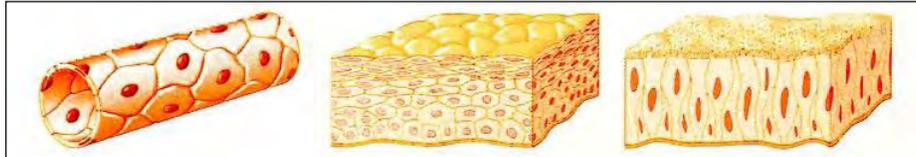
○ *Epitelios de revestimiento planos*

- Constituidos por una sola capa de células: epitelios planos monoestratificados o endotelios (interior del corazón y los vasos sanguíneos, forma la pared de los capilares...).
- Constituidos por varias capas de células: epitelios planos pluriestratificados (piel, interior de la cavidad oral y esófago...).

○ *Epitelios de revestimiento cilíndricos o cúbicos*

- Constituidos por una sola capa de células: epitelio cilíndrico monoestratificado (interior del estómago, intestino y vesícula biliar). En el intestino delgado sus células presentan microvellosidades para facilitar la absorción. También hay células caliciformes secretoras de mucus intercaladas.

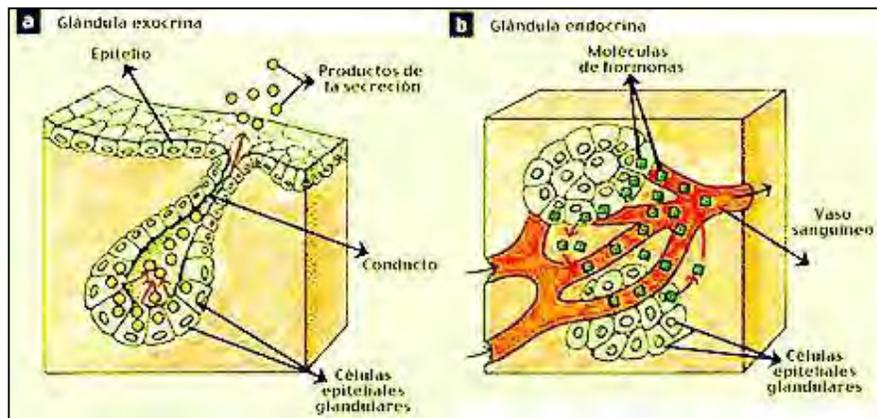
- Constituidos por varias capas de células: epitelio cilíndrico pluriestratificado (conjuntiva, recubre la faringe...).
- Constituidos por una sola capa de células pero debido a que los núcleos se encuentran a distintos niveles aparentemente parece que hay varias capas: epitelio cilíndrico pseudoestratificado. Sus células pueden presentar cilios y entre ellas se intercalan células caliciformes secretoras de mucus. Se localiza en las vías respiratorias (tráquea, bronquios...).



o Epitelios glandulares

Es una variedad de tejido epitelial en el que las células se han especializado en la secreción de sustancias. Se encuentran en las glándulas, órganos que en función de donde viertan sus productos de secreción pueden ser de tres tipos

- Exocrinas.** Tienen un conducto a través del cual vierten sus productos al exterior (Ej. glándula sudorípara) o a alguna cavidad interna. Pueden ser también unicelulares como las células caliciformes del intestino de vertebrados.
- Endocrinas.** Han perdido su conexión con el exterior y vierten sus productos llamados hormonas, directamente a la sangre (tiroides, suprarrenales, hipófisis...)
- Mixtas.** Tienen una parte endocrina y otra exocrina (páncreas...)



3. Tejidos conectivos

Los tejidos conectivos son un grupo de cinco tejidos ampliamente distribuidos en los animales. Su función es unir, dar soporte, nutrir y proteger al resto de tejidos. Todos ellos están constituidos por varios tipos de células y una matriz extracelular que está compuesta de una sustancia fundamental de composición variable y tres tipos de fibras: colágenas, elásticas y reticulares.

- Fibras colágenas:** son las más abundantes y están formadas por una proteína fibrosa, el colágeno. Son flexibles y resistentes a las tracciones.
- Fibras elásticas:** formadas por una proteína llamada elastina son muy elásticas.
- Fibras reticulares:** formadas por una proteína, el procolágeno, dispuesto en redes.

Los cinco tipos de tejidos conectivos son: conjuntivo, adiposo, cartilaginoso, óseo y sanguíneo.

⇒ **Tejido conjuntivo**

Su función es proteger y unir otros tejidos y órganos. Está muy vascularizado y tiene muchas terminaciones nerviosas. En su matriz se pueden encontrar los tres tipos de fibras señalados y las principales células que lo forman son:

- *Fibroblastos*. Sintetizan las fibras y la sustancia fundamental de la matriz extracelular, al madurar pierden actividad y se llaman fibroblastos.
- *Histiocitos o macrófagos*. Derivan de los monocitos sanguíneos y tienen función fagocítica.
- *Mastocitos o células cebadas*. Segregan ciertas sustancias: heparina, histamina...
- *Adipocitos*. Almacenan grasas.
- *Linfocitos*. Producen anticuerpos (defensa inmunitaria específica).

Se distinguen tres tipos de tejido conjuntivo:

- *Conjuntivo laxo*. Es el más extendido. Rellena espacios entre los órganos, rodea a vasos sanguíneos y linfáticos y es la base sobre la que se asientan los epitelios. Es flexible pero poco elástico y resistente a la tracción.
- *Conjuntivo denso*. Con abundantes fibras colágenas que lo hacen poco flexible pero muy resistente a las tracciones. Forma los tendones, la dermis de la piel, la córnea...
- *Conjuntivo elástico*. Con gran abundancia de fibras elásticas que le confieren una gran elasticidad. Se localiza en órganos que requieren de esta gran elasticidad como la tráquea, los bronquios, la pared de las arterias...

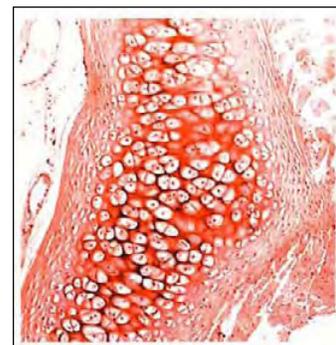
⇒ **Tejido adiposo**

Es un tejido similar al conjuntivo laxo pero con mayor abundancia de adipocitos que almacenan grasas. Se localiza principalmente debajo de la piel formando el panículo adiposo que modela el contorno corporal. Forma almohadillas amortiguadoras de golpes en la palma de la mano, planta de los pies y alrededor de ciertos órganos. Constituye una reserva energética y aislante térmico (de gran importancia en animales que viven en zonas muy frías). Forma la médula amarilla de los huesos. Hay dos tipos: pardo y amarillo.

⇒ **Tejido cartilaginoso**

Constituye los cartílagos, que forman parte del esqueleto. También forman el esqueleto de los animales recién nacidos, intervienen en el crecimiento de los huesos y recubren las superficies articulares.

Su matriz extracelular es sólida, elástica y formada por fibras colágenas y elásticas inmersas en una sustancia fundamental amorfa. Sus células son los condrocitos que se alojan en unas cavidades de la matriz llamadas lagunas. Los condroblastos dan



lugar al crecimiento del tejido, sintetizan la matriz y maduran convirtiéndose en condrocitos. Es un tejido que carece de vasos sanguíneos y nervios, está rodeado de una envoltura de tejido conjuntivo, el pericondrio, que lo nutre.

Se distinguen tres tipos de tejido cartilaginoso: hialino, elástico y fibroso.

- *Cartílago hialino*: es el más común, la matriz es abundante y contiene fibras colágenas. Se encuentra en los cartílagos costales, traqueales, bronquiales y traqueales, y en el esqueleto del embrión.
- *Cartílago elástico*: su matriz es rica en fibras elásticas. Se encuentra en la oreja y epiglotis.
- *Cartílago fibroso*: rico en fibras colágenas. Forma discos intervertebrales y los meniscos.

⇒ **Tejido óseo**

Forma los huesos en vertebrados. Su funciones son: proporcionar soporte interno al organismo y protección a los órganos vitales (encéfalo, médula...), contienen la médula ósea que originan las células sanguíneas, intervienen en el metabolismo del calcio, constituyen depósitos movilizables de calcio y fósforo, intervienen en los movimientos...

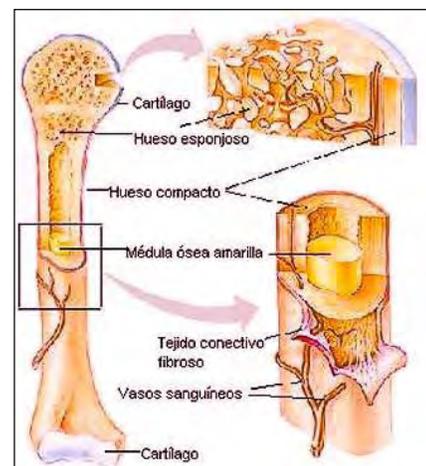
Es el más resistente de todos los tejidos conjuntivos ya que la matriz ósea es sólida y rígida ya que está mineralizada. Se dispone en capas formando laminillas, tiene dos componentes: uno orgánico y otro inorgánico. El inorgánico aumenta su proporción con la edad y está compuesto por fosfatos y carbonatos de calcio que dan gran dureza pero tienen gran fragilidad. La parte orgánica de la matriz se llama osteína y está compuesta de fibras colágenas y sustancia amorfa y dan elasticidad al tejido. Inmersas en la matriz hay tres tipos de células:

- *Los osteocitos*. Son las células principales. Tienen aspecto estrellado, se sitúan en las lagunas (cavidades) de la matriz y se comunican por unos canalículos llamados conductos calcóforos.
- *Los osteoblastos*. Se sitúan en la periferia del hueso y segregan la parte orgánica de la sustancia intercelular hasta que quedan atrapados por ella y se transforman en osteocitos.
- *Los osteoclastos*. Se encargan de reabsorber la matriz ósea.

Se distinguen dos tipos de tejidos óseos:

○ Tejido óseo esponjoso

Forma las epífisis (extremos) de los huesos largos y el interior de huesos cortos y planos. Presenta una red de cavidades rellenas de médula ósea que puede ser de dos tipos: médula ósea roja o hematopoyética que forma las células sanguíneas, y la médula ósea amarilla formada de tejido adiposo.

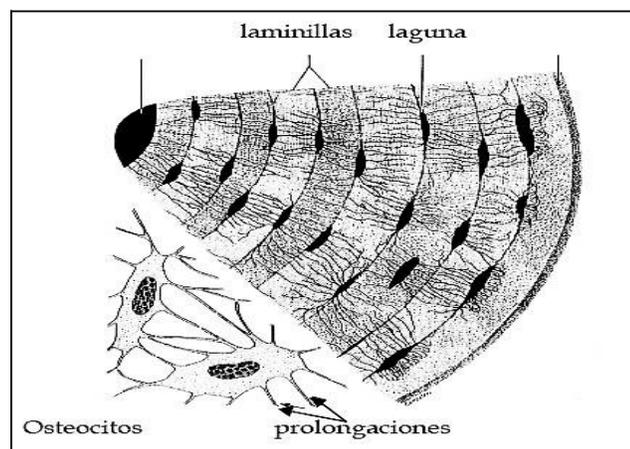


○ Tejido óseo compacto

Forma las diáfisis de los huesos largos y el exterior de los cortos y planos. Es denso y duro sin cavidades, está formado por unas unidades llamadas osteonas o sistemas de Havers. Cada osteona tiene un conducto central o conducto de Havers y una serie de laminillas concéntricas de matriz ósea a su alrededor. Dentro se encuentran las lagunas óseas con los osteocitos que están comunicados entre sí y con los conductos de Havers por medio de los conductos calcóforos. Los conductos de Havers se comunican entre sí y con la superficie del hueso por los conductos de Volkman por los que penetran los vasos y nervios.



El hueso está rodeado de una capa de tejido conjuntivo llamado periostio, sus cavidades internas por el endosito.



⇒ Tejido Sanguíneo

La sangre es un tejido conectivo cuya matriz es líquida llamada plasma y está muy especializado en funciones de transporte de nutrientes, gases, sustancias de deshecho, hormonas. Regula la temperatura corporal y se encarga de la defensa inmunitaria.

- *El plasma sanguíneo.* Es una solución acuosa formada por agua, iones, glucosa, proteínas, lípidos, aminoácidos, enzimas, hormonas, sustancias de deshecho...y las células sanguíneas.

- *Células sanguíneas*. Son los glóbulos rojos, glóbulos blancos y plaquetas.

- Glóbulos rojos o eritrocitos. Se forman en la médula ósea roja donde también se sintetiza la hemoglobina que abunda en su citoplasma. Es la proteína transportadora de oxígeno y dióxido de carbono que les da su color rojo.



- Glóbulos blancos o leucocitos. Son incoloros y tienen función defensiva. Pueden migrar a los tejidos gracias a sus movimientos ameboides. Se distinguen dos tipos:



- Granulocitos, llamados así por presentar granulaciones en su citoplasma que según con el tipo de colorantes con los que se tiñen pueden ser: neutrófilos (función fagocitaria), eosinófilos (relacionados con procesos alérgicos) o basófilos.
- Agranulocitos, sin granulaciones. Pueden ser monocitos (función fagocitaria al transformarse en macrófagos) o linfocitos (productores de anticuerpos).

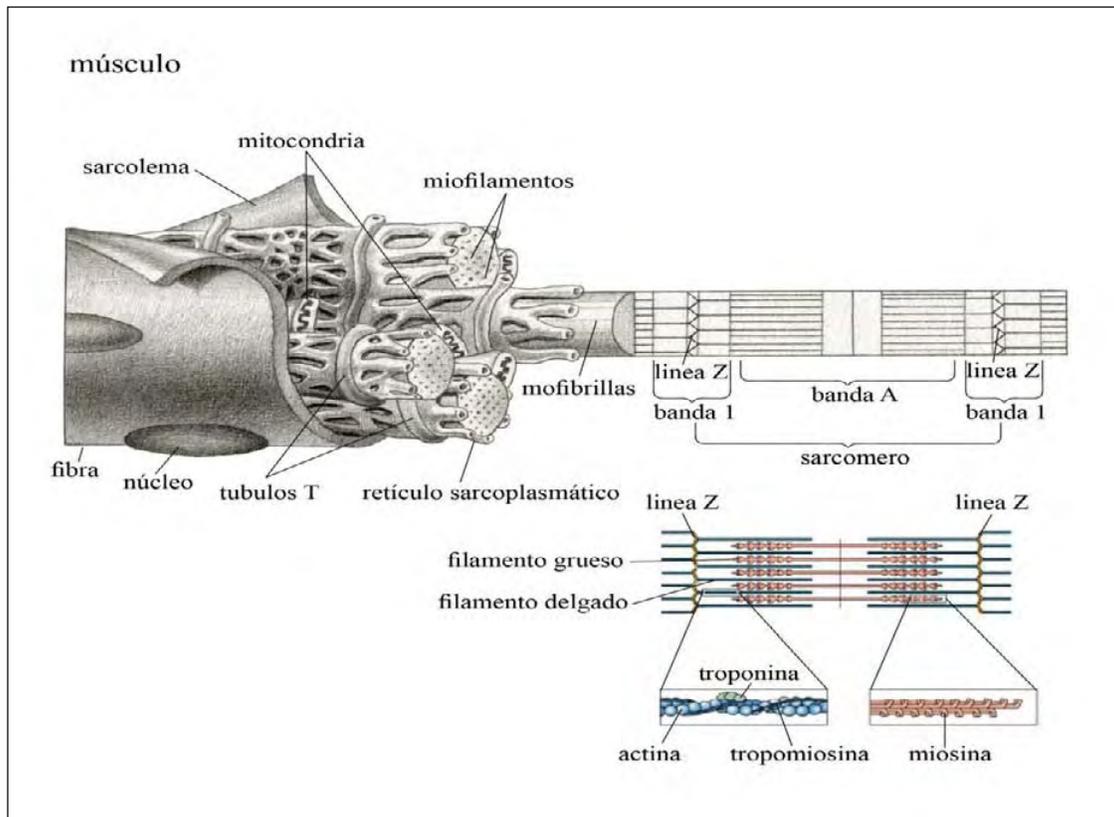
- *Plaquetas*. Son fragmentos anucleados de citoplasma de los megacariocitos originados en la médula ósea. En los vertebrados no mamíferos se llaman trombocitos. Intervienen en la coagulación sanguínea.

4. Tejido muscular

El tejido muscular es el constituyente de los músculos y es por tanto el responsable de los movimientos. Su característica principal es que sus células son capaces de contraerse cuando reciben estímulos nerviosos.

Las células reciben el nombre de fibras musculares y contienen un gran número de miofibrillas que a su vez están compuestas de miofilamentos de proteínas contráctiles (actina y miosina).

La contracción muscular se lleva a cabo por el deslizamiento de los filamentos de actina (delgados) a lo largo de los filamentos de miosina (gruesos). Para ello hace falta gran cantidad de energía que la obtienen de la respiración celular de las mitocondrias.



Las fibras musculares tienen una membrana que se llama sarcolema, su citoplasma sarcoplasma, han perdido su capacidad de división y tienen una gran cantidad de mitocondrias que proporcionan la energía para la contracción.

Se diferencian tres tipos de tejido muscular: liso, estriado y cardíaco.

○ Tejido muscular estriado o esquelético

Forma en los vertebrados los músculos esqueléticos que son los que se insertan en los huesos. El músculo esquelético está formado por paquetes de fibras musculares (fascículos) unidos entre sí por tres envolturas de tejido conjuntivo con los vasos sanguíneos y terminaciones nerviosas: el endomisio envuelve cada fibra muscular, el perimisio a cada fascículo y el más externo, el epimisio al músculo completo.

Las fibras musculares miden varios centímetros de longitud, son plurinucleadas y tienen estriaciones transversales. Sus miofibrillas de actina y miosina están ordenadas regularmente lo que le da su aspecto estriado. Ambos tipos de miofilamentos se disponen paralelos e intercalados formando unidades llamadas sarcómeros en los que se observan bandas claras y oscuras (estriaciones transversales). Como ya hemos dicho la contracción muscular se produce por el deslizamiento de los filamentos de actina a lo largo de los filamentos de miosina. La fibra muscular se contrae cuando todos los sarcómeros de ésta se contraen, la contracción final del músculo se debe a la contracción simultánea de todas las fibras musculares que lo componen.

Está innervado por el sistema nervioso central y su contracción es voluntaria y rápida.

○ Tejido muscular cardíaco o miocardio

Forma las paredes del corazón y es responsable del latido cardíaco y de llevar la sangre por todo el organismo.

Sus fibras musculares presentan también estriaciones y están ramificadas. Actúan todas como una unidad ya que están unidas entre sí por los discos intercalares que se observan como unas estriaciones oscuras transversales.

Está innervado por el sistema nervioso autónomo, su contracción es involuntaria pero rítmica y rápida.

○ Tejido muscular liso

Sus células son fusiformes, uninucleadas y sin estriaciones transversales ya que las miofibrillas no están ordenadas regularmente dentro de la fibra muscular.

Está innervado por el sistema nervioso autónomo lo que hace que su contracción sea involuntaria y lenta. Forma la pared de los vasos sanguíneos, de los conductos digestivos y respiratorios y de la mayoría de las vísceras.

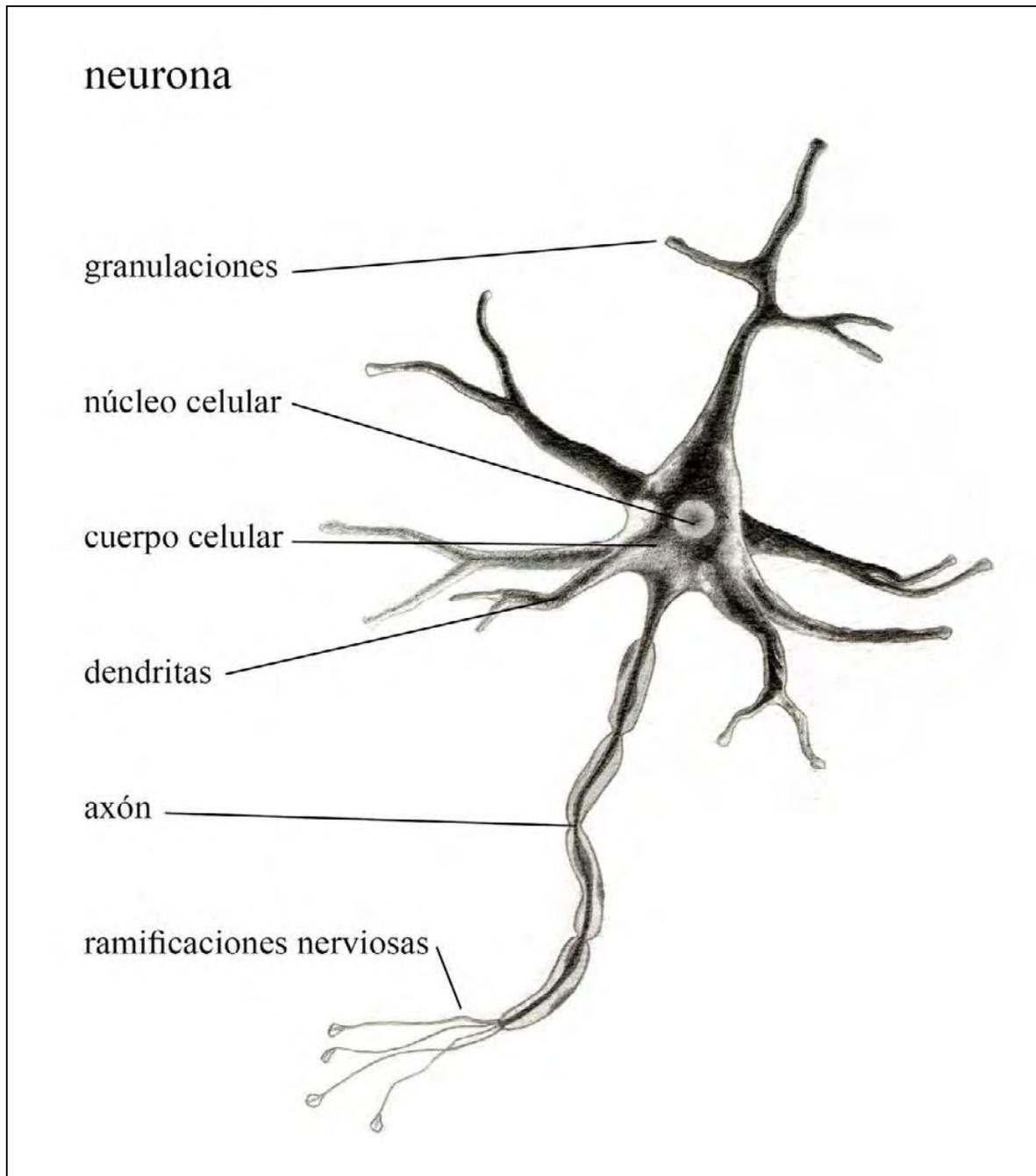
5. Tejido nervioso

Es el más complejo y especializado de los tejidos. Su función es percibir estímulos por medio de receptores especiales, transmitir esta información a los centros nerviosos y enviar las respuestas a los órganos efectores. Forma el sistema nervioso y lleva a cabo la coordinación de todo el organismo (junto al sistema hormonal del epitelio glandular endocrino). Consta de dos tipos de elementos: las células nerviosas o neuronas y las células de la neuroglía. La estructura del sistema nervioso fue descubierta por Ramón y Cajal.

⇒ **Las neuronas**

La neurona es una célula tan especializada que ha perdido su capacidad de división. Son las células principales del sistema nervioso y se encargan de la transmisión del impulso nervioso. Las neuronas tienen contactos entre sí denominados sinapsis y se interrelacionan en estas sinapsis por medio de unas sustancias químicas llamadas neurotransmisores. Todas las neuronas presentan un cuerpo neuronal y prolongaciones neuronales.

- Los cuerpos neuronales tienen núcleo grande, numerosas mitocondrias y neurofilamentos y unas vesículas que proceden del retículo endoplasmático liso, los corpúsculos de Nissl.
- Las prolongaciones neuronales pueden ser de dos tipos:
 - Dendritas. Son cortas, ramificadas y muy numerosas. Reciben el impulso de otras neuronas conduciéndola al cuerpo neuronal.
 - Axones o neuritas. Larga y normalmente única. Transmite el impulso nervioso desde el cuerpo neuronal hacia otra neurona o a una célula muscular o epitelial.



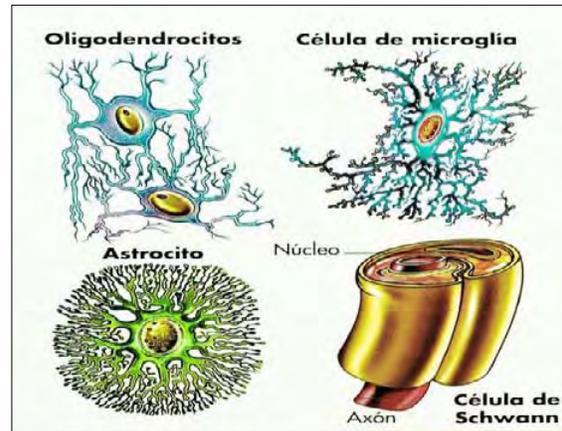
Una neurona típica presenta un solo axón y numerosas dendritas.

Las neuronas pueden ser sensitivas si reciben estímulos o motoras si envían respuestas.

⇒ **La neuroglía**

Más numerosas que las neuronas acompañan a éstas y no conducen el impulso nervioso. Sirven de sostén a las neuronas aislándolas, defendiéndolas y nutriéndolas. Se distinguen cuatro tipos:

- *Astroцитos*. Son estrelladas e intervienen en la nutrición de las neuronas ya que están en comunicación con los capilares.
- *Oligodendrocitos*. Son más pequeñas y con menos prolongaciones. Forman la vaina de mielina que rodea a los axones de las neuronas del sistema nervioso central formando la sustancia blanca.
- *Células de la microglía*. Tienen aspecto espinoso y función fagocitaria de sustancias extrañas.
- *Células de Schwann*. Con forma aplanada, forman la vaina de mielina de los axones de las neuronas del sistema nervioso periférico e intervienen en la regeneración y degeneración de éste.



Los axones de las neuronas y sus envolturas protectoras forman fibras nerviosas, la agrupación de estas fibras a su vez forman los nervios. Las fibras nerviosas pueden ser de dos tipos:

○ Mielínicas o blancas

Están rodeadas de una envoltura de mielina que es una sustancia blanca de naturaleza lipídica que aísla los axones haciendo que el impulso nervioso sea más rápido y eficaz. Esta envoltura la forman al enrollarse en espiral alrededor de los axones las células de Schwann en el sistema nervioso periférico o los oligodendrocitos en el sistema nervioso central. Se necesitan varias células para cubrir la totalidad del axón ya que tiene una gran longitud, entre dos células gliales envolventes consecutivas hay una zona sin mielina llamados nódulos de Ranvier.

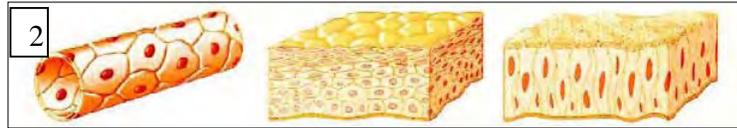
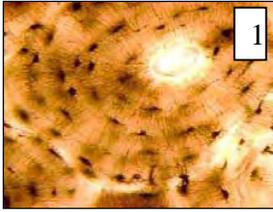
○ Amielínicas o grises

Carecen de vaina de mielina y una misma célula glial, generalmente una célula de Schwann, acompañan a varios axones a la vez pero no se enrollan en espiral.

6. Ejercicios

1. Establece una relación entre los términos de la primera y los de la segunda columna.

a. Miosina y actina	1. Células de Schwann
b. Formación de células sanguíneas	2. Oligodendrocitos
c. Vaina de mielina (SN periférico)	3. Hueso esponjoso
d. Vaina de mielina (SN central)	4. Pseudoestratificado
e. Neuronas	5. Sarcómero
f. Epitelio vibrátil (tráquea)	6. Sinapsis
2. ¿Qué son los endotelios y qué ubicación tienen?
3. Indica a qué tipo de tejido corresponden las siguientes imágenes:



4. ¿Cuál es la diferencia estructural y de función entre las glándulas exocrinas y las endocrinas?
5. ¿Qué especies animales tiene un gran desarrollo del tejido adiposo?

SISTEMÁTICA ANIMAL (I)

1. *Características generales*
2. *Filo poríferos*
3. *Filo cnidarios*
4. *Filo platelmintos*
5. *Filo nemátodos*
6. *Filo anélidos*
7. *Filo moluscos*
8. *Actividades*

1. Características generales

⇒ **Funciones vitales**

- Los animales constituyen el Reino con la mayor biodiversidad y han colonizado todos los ambientes existentes. Podemos encontrar animales viviendo en el aire, en el agua y en la tierra. La ciencia que estudia los animales se denomina zoología.
- Un animal se define como un organismo pluricelular, diploide y heterótrofo que se desarrolla a partir de un cigoto ($2n$) formado de la fecundación de dos gametos distintos (óvulos y espermatozoides). También se les denomina metazoos para diferenciarlos de los protozoos que se les consideran sus antepasados.
- Lo que diferencia a la materia inerte de los seres vivos es que los seres vivos, y entre ellos los animales, nacen, crecen, se reproducen y mueren. Entre el nacimiento y la muerte, lo que hacen básicamente es alimentarse y relacionarse. Desde el punto de vista biológico todo esto se puede resumir en las funciones vitales que han de realizar todos los seres vivos.
- Todos los animales se desarrollan a partir de una blástula con la que comienza el desarrollo embrionario hasta formar el organismo.
- Presentan nutrición heterótrofa. Lo normal es que el alimento lo incorporen por ingestión pero existen casos en los que lo absorben a través de las células de la pared de su cuerpo. Para todo esto cuentan con aparatos digestivos, respiratorios, circulatorios y excretorios.
- Presentan respuestas muy complejas para relacionarse con el medio que les rodea, para ello tienen órganos sensoriales, una red nerviosa compleja y estructuras para la locomoción.
- Su reproducción es preferentemente sexual. Algunos animales son unisexuales y otros son hermafroditas. En ambos casos la fecundación puede ser interna (dentro del aparato reproductor femenino) o externa (en el medio externo). En cuanto al desarrollo del embrión, los animales pueden ser **ovíparos**, **vivíparos** u **ovovivíparos**. Sólo los animales más sencillos son capaces de reproducirse de forma asexual por fragmentación o por gemación.

⇒ **Simetría y cefalización**

El cuerpo de los animales es más o menos simétrico, está organizado de manera que las estructuras se repiten según ejes o planos. Esa simetría puede ser bilateral, cuando el cuerpo se divide en dos partes prácticamente iguales, o radial cuando se divide en varias partes iguales formando radios.

Además en los animales, se presenta una tendencia a la cefalización, es decir, a una concentración de las estructuras nerviosas y sensoriales en una cabeza, más o menos diferenciada y situada en la parte anterior del cuerpo. Esta cefalización es más marcada en los filos más complejos.

⇒ **Clasificación general**

Tradicionalmente los metazoos se dividen en dos grandes grupos: vertebrados e invertebrados según tengan columna vertebral o no. También se pueden clasificar atendiendo a su simetría o a la presencia o ausencia de **celoma**. Pero estas clasificaciones son muy generales, así que los animales se dividen en subreinos y estos en filos dependiendo de las características comunes que tengan entre sí.

Se incluye un subreino Parazoos con animales cuyos tejidos no están organizados en órganos y no tienen forma definida: Filo Poríferos. Los filos restantes están dentro del subreino Eumetazoos y se caracterizan por la organización de sus tejidos en órganos y estos en sistemas más o menos complejos: Filo Cnidarios, Filo Platemintos, Filo Nemátodos, Filo Anélidos, Filo Moluscos, Filo Artrópodos, Filo Equinodermos, Filo Cordados.

2. Filo Poríferos

⇒ **Características generales**

Los poríferos son los animales más sencillos y que conocemos como esponjas. Son invertebrados acuáticos, principalmente marinos y son sésiles, es decir que viven fijos al sustrato, puede ser fondo arenoso, rocoso...

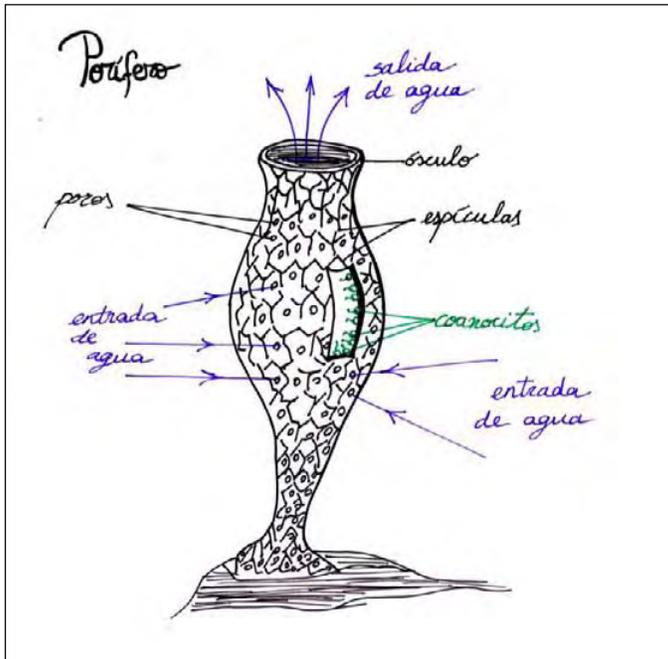
Su cuerpo tiene simetría radial o son irregulares (sin simetría) y tienen en la superficie de su cuerpo muchos poros, por los que entra el agua. Son acelomados y los únicos metazoos que no tienen sistema nervioso. La mayoría son hermafroditas y tienen reproducción sexual. Liberan los gametos en el agua y tras la fecundación, se forman huevos, de los que salen larvas, que se fijan al sustrato y se desarrollan. También pueden tener reproducción asexual por fragmentación o por gemación.

⇒ **Organización del cuerpo**

La masa corporal de las esponjas está formada por un conjunto de células que no están organizadas en tejidos, dando lugar a un cuerpo blando y poroso que se sostiene gracias a un armazón de fibras flexibles y diminutas y de duras espinas, llamadas espículas, que se disponen entre la masa de células. Tienen tres capas principales:

La capa externa, formada por células llamadas **pinacocitos** que tienen función protectora y también fagocitan.

La capa interna está formada por **coanocitos**, que se encargan de mantener una corriente continua de agua atravesando la esponja.



dentro, el agua circula por una red de conductos que llega a la cavidad central. Las células de la esponja se nutren con el alimento y el oxígeno que contiene el agua (**difusión pasiva**) que después sale por una abertura superior llamada ósculo.

⇒ **Clasificación**

Dependiendo de la sustancia segregada por sus células, se formarán diferentes tipos de esqueleto externo. Se pueden clasificar en:

- *Esponjas calcáreas* que fabrican espículas de carbonato cálcico.
- *Esponjas hexactinélidas* que fabrican espículas silíceas.
- *Demosponjas* que fabrican espongina, como la esponja de baño.

3. Filo Cnidarios

⇒ **Características generales**

Son los primeros *eumetazoos*. En este filo se incluyen animales acuáticos la mayoría marinos de aguas tropicales como los corales, las medusas o las anémonas o de aguas dulces como las hidras. Su cuerpo tiene simetría radial y presentan dos tipos estructurales básicos de cuerpo:

La fase pólipo, que tiene forma de saco y en el extremo superior tiene un orificio, la boca, rodeada de tentáculos y por el otro extremo se fija al sustrato (sésiles). Pueden ser solitarios o estar formando colonias. La fase medusa, que tiene forma de sombrilla y presenta la boca en la superficie interior. Los tentáculos rodean al animal colgando hacia abajo y tienen células urticantes. En esta fase, el cnidario flota libremente en el agua.

Su reproducción puede ser sexual, mediante gametos que expulsan al agua y por alternancia de generaciones entre la fase pólipo y la fase medusa. También presentan reproducción asexual, por gemación o fragmentación.

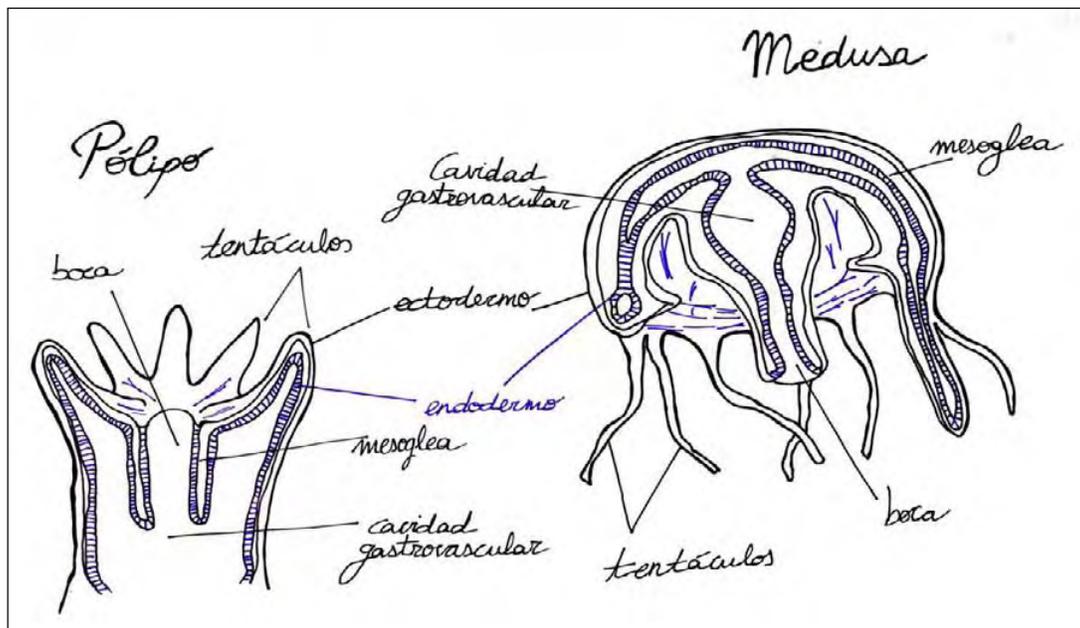
⇒ **Organización del cuerpo**

Este filo ya tiene tejidos, aunque su organización es muy sencilla, pues sus tejidos están poco especializados y no tienen órganos.

En su capa de tejido más externa, **la epidermis**, presentan una red de tejido nervioso que les hace sensibles al contacto y una capa de tejido muscular, que al contraerse, les permite el movimiento. En algunas especies coloniales (corales), la epidermis segrega un exoesqueleto de carbonato cálcico (CaCO_3) que mantiene unidos a todos los individuos de la colonia.

En la capa más interna, **gastrodermis**, se alberga la cavidad gastrovascular, que posee una sola abertura que sirve de boca y ano.

En la **cavidad gastrovascular** ocurre la digestión extracelular y en la gastrodermis la intracelular. La mayoría poseen tentáculos alrededor de su boca que le permiten capturar el alimento.



Una característica distintiva de este grupo es la presencia de **cnidocitos**, células especiales que están en la pared externa de los tentáculos. Son ovaladas y en su interior tienen un diminuto aguijón venenoso, que se dispara automáticamente cuando la célula toca una presa o un atacante. Este veneno es muy potente y paraliza a la presa para facilitar su captura o al atacante para defenderse de él.

⇒ **Clasificación**

- **Clase Escifozoos:** domina la fase **medusa** que es muy grande. No forman colonias.

El 95% de su cuerpo está formado por agua. Son una de las formas más simples y primitivas de vida y da la impresión de que están hechas de gelatina. Se alimentan de pequeños animales. Sus principales depredadores son las tortugas marinas y algunos peces como el atún.

- **Clase Antozoos:** sólo existe fase pólipo. Son los **corales y las anémonas de mar**.

Los corales son pequeños pólipos que viven en colonias y que producen una dura capa externa de caliza. En mares cálidos y de aguas cristalinas constituyen enormes masas coralinas: arrecifes de coral. Tiene la capacidad de fijar sobre sus tejidos el calcio disuelto en el mar y así formar las estructuras rígidas características. El coral y su estructura calcárea es blanca, los diferentes colores que presentan se deben a unas microalgas que viven en simbiosis con ellos. Por esta razón el coral necesita aguas transparentes para desarrollarse, para que las algas realicen así la fotosíntesis. Los corales son animales carnívoros, se alimentan básicamente de zooplancton.

Las anémonas son grandes pólipos solitarios, que actúan en simbiosis con los peces payaso, a los que les proporcionan una guarida segura. A cambio los peces les limpian y les facilitan restos de alimento.

- **Clase Hidrozoos:** presentan tanto fase pólipo (asexual) como medusa (sexual).

La mesoglea no tiene células. Destacamos en esta clase las **hidras de agua dulce**, que no tienen fase medusa. Son diminutos pólipos solitarios de cuerpo alargado y cinco largos tentáculos, que viven en los estanques, pantanos y lagos de aguas limpias, adheridos generalmente a un vegetal, aunque es móvil. Se alimentan sobre todo de larvas de insectos, y otros pequeños animales que flotan en las aguas, como las pulgas de agua. La hidra de agua dulce tiene el poder regenerador más desarrollado del reino animal.

4. Filo Platyhelminthes

⇒ **Características generales**

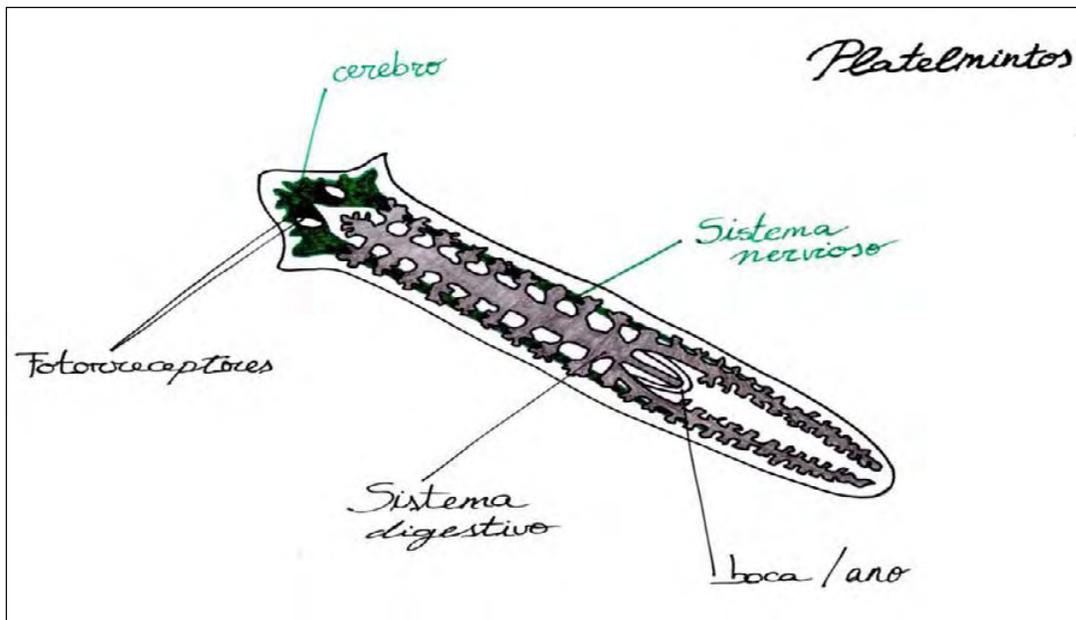
Los platelmintos son un tipo de metazoos de simetría bilateral y de cuerpo aplanado; se llaman también **gusanos planos**. Existen especies parásitas y carnívoras. Las parásitas viven en el interior y exterior de vertebrados e invertebrados y las no parásitas son de aguas dulces, marinas litorales o de zonas terrestres húmedas. Normalmente son de pequeño tamaño (5-6 cm), pero hay casos en los que alcanzan más de 20 metros de longitud (tenias).

Son hermafroditas, pero no se produce una autofecundación, sino que se realiza una fecundación cruzada por la cual un individuo se comporta como macho y otro como hembra. También se reproducen asexualmente mediante fragmentación.

⇒ **Organización del cuerpo**

Presentan células más especializadas que los cnidarios y ya se empiezan a diferenciar algunos aparatos. Se caracterizan por poseer una **región cefálica** que acoge órganos de los sentidos y redes nerviosas. Tienen unas manchas oculares que son grupos de células sensibles a la luz, situadas en la cabeza. En la cabeza se acumulan células formando dos ganglios nerviosos unidos entre si a través de dos cordones nerviosos paralelos, que recorren el cuerpo y se conectan entre ellos por nervios transversales. Tienen la boca en posición ventral, que utilizan también como ano.

El intestino está ramificado por todo el cuerpo de tal forma que las sustancias absorbidas después de la digestión pasan directamente a las células. Los restos que no digiere son filtrados por unas células ciliadas que están por todo el cuerpo y después se expulsan por unos poros excretores al exterior. Carecen de aparato respiratorio y circulatorio. El intercambio de gases se realiza por difusión a través de la pared del cuerpo.



⇒ **Clasificación**

- **Clase Turbellarios:** son una clase de gusanos planos bentónicos, de vida libre.

Se encuentran en ambientes acuáticos o lugares húmedos. Se desplazan mediante cilios que cubren su epidermis y además segregan un mucus sobre el que se arrastra por el fondo. Son carnívoros y pueden estirar la faringe fuera del cuerpo para capturar sus presas, aunque también se alimentan de animales muertos e incluso de sus propios tejidos, que después podrán regenerar. A esta clase pertenecen las **planarias marinas**.

- **Clase Trematodos:** son platelmintos parásitos internos y externos.

Suelen vivir en el intestino, sangre o cavidades del cuerpo de vertebrados e invertebrados. Poseen ventosas en su parte ventral para sujetarse a las víctimas. No tienen

epidermis y están rodeados por una cutícula muy resistente a la acción de los jugos digestivos de los huéspedes. A esta clase pertenecen las duelas, que viven en el intestino de animales como peces y moluscos. A esta clase pertenece la **duela del hígado**, que se transmite por comer pescado parasitado por larvas de este gusano.

- **Clase Cestodos:** son gusanos planos con el cuerpo dividido en segmentos.

Son parásitos obligados. Tienen dos hospedadores: el desarrollo de la larva tiene lugar en un animal (cerdo) y el desarrollo del gusano adulto se da en otro ser vivo (el hombre) que ha ingerido este cestodo y se ha infectado. **La tenia de cerdo** se fija en las paredes intestinales a través de las ventosas y ahí se desarrollan como adultos y estos producirán gran cantidad de huevos.

5. Filo Nematodos

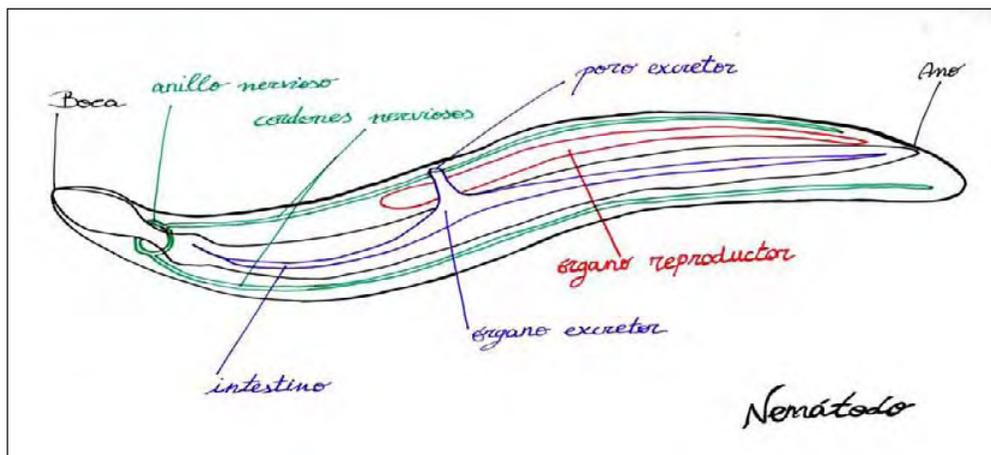
⇒ *Características generales*

Los nematodos son gusanos redondos, que tienen el **cuerpo alargado, cilíndrico y no segmentado**. Abundan en zonas húmedas, pero los más conocidos son parásitos, como las lombrices intestinales y las filarias.

Tienen sexos separados y presentan dimorfismo sexual, siendo los machos de menor tamaño y con el extremo posterior curvo, donde tienen espículas copulatorias. Presentan una alta capacidad reproductora, pueden poner unos 200 000 huevos por día.

⇒ *Organización del cuerpo*

La superficie exterior del gusano adulto es muy resistente y se denomina cutícula y debajo, hay varias capas musculares y un espacio compuesto de líquido, el cual favorece la distribución de nutrientes y la recolección de productos de excreción y donde se encuentran todos los órganos flotando.



Los sistemas de órganos internos consisten en un complejo cordón nervioso y un sistema digestivo bien desarrollado con boca, esófago, intestino y ano. El extremo anterior del adulto puede tener ganchillos orales para agarrarse al hospedador que parasitan. También

tienen pequeñas proyecciones de la superficie corporal conocidas como papilas, que se cree que son de naturaleza sensitiva.

⇒ **Clasificación**

- **Lombrices intestinales:** Algunas son parásitas de animales y otras del hombre.

Sus huevos están en el suelo o en vegetales regados con aguas fecales. Cuando los ingerimos, los gusanos se desarrollan en nuestro intestino. Las hembras ponen más de 60 millones de huevos que salen con las heces del huésped.

- **Filarias:** son nemátodos parásitos que viven en la sangre y en los órganos de vertebrados.

Causan enfermedades como la Elefantiasis. Se transmite por la picadura de determinados mosquitos (hospedador intermedio)

- **Triquinas:** son gusanos no segmentados.

Causan enfermedades como la triquinosis, transmitida al comer carne de cerdos infectados. Las hembras son fecundadas por los machos y producen larvas que, atraviesan la pared del intestino y se dirigen a la sangre. Una vez allí, van hacia los músculos donde se enquistan y producen degeneración muscular, llegando a causar la muerte.

6. Filo Anélidos

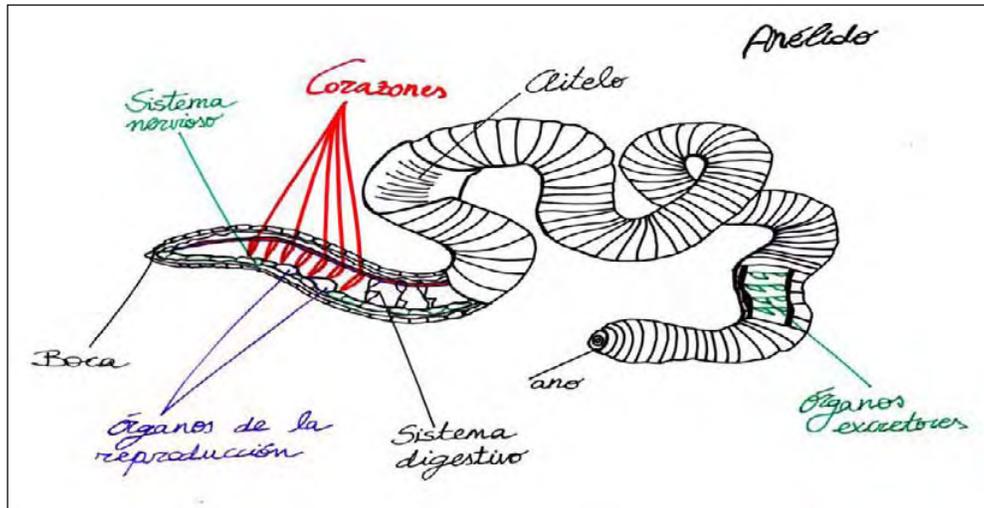
⇒ **Características generales**

Es el grupo de los **gusanos segmentados**, viven tanto en medios acuáticos como terrestres, pero siempre con humedad. Su cuerpo es alargado y está dividido en una serie de anillos o segmentos repetidos. Tienen dos extremos claramente diferenciados. Son hermafroditas y ponen huevos, aunque muchos anélidos tienen la capacidad de regenerarse a partir de un fragmento de su cuerpo.

⇒ **Organización del cuerpo**

Lo más característico de este filo es la **segmentación** del cuerpo, que se manifiesta **interna y externamente**. Su cuerpo está formado por anillos. Esto produce la repetición de sus nervios, ganglios, órganos excretores, músculos y vasos sanguíneos.

Tienen el cuerpo recubierto por una cutícula elástica. Su cuerpo está organizado de manera más compleja que los filos anteriores. Está dividido en **tres zonas: región cefálica**, donde se puede ver una cabeza bien definida, con la boca, algunos tentáculos y ojos rudimentarios, la **región central** que posee un gran número de segmentos iguales de los que salen una quetas o expansiones con cilios que les ayudan en la locomoción y les dan un aspecto espinoso. En la parte posterior está la **región anal**, donde desemboca el ano.



Sus órganos ya empiezan a formar **aparatos definidos**. Presenta un verdadero tubo digestivo con boca y ano. También tienen partes especializadas como el buche y la molleja para almacenar y triturar el alimento respectivamente. Los terrestres presentan respiración cutánea y los acuáticos respiran a través de branquias, láminas muy vascularizadas que se proyectan hacia el exterior del animal y no están protegidas.

El aparato circulatorio es cerrado y está formado por un vaso dorsal y otro ventral comunicados entre sí por vasos transversales que impulsan la sangre, la cual tiene pigmentos respiratorios. Tienen metanefridios, glándulas excretoras que eliminan los desechos de cada segmento. El sistema nervioso es ganglionar, formado por una masa de ganglios en la cabeza y una doble cadena nerviosa ventral con una par de ganglios en cada segmento.

⇒ **Clasificación**

- **Clase Poliquetos.** Son marinos y de vida libre. Tienen muchas quetas. Los sexos están separados y la fecundación es externa. Tienen desarrollo indirecto con larvas. Pueden ser errantes o sedentarios, como los gusanos tubícolas, que segregan tubos duros para protegerse de los depredadores, despliegan sus tentáculos por la boca para atrapar a sus presas y captar el O_2 .
- **Clase Oligoquetos.** Su cuerpo es cilíndrico y tienen muy pocas quetas. Son hermafroditas y en la época de la madurez sexual, presentan un abultamiento en la zona central. No tienen desarrollo larvario. Se desplazan reptando, arrastrándose mediante contracciones y extensiones de los músculos de su cuerpo. Viven en medios húmedos y se alimentan de la materia orgánica del suelo donde excavan galerías, mejorando así las características del terreno porque incrementan la aireación del suelo y con sus excrementos, lo fertilizan. A esta clase pertenece **la lombriz de tierra**.
- **Clase Hirudíneos.** Son acuáticos o terrestres de zonas muy húmedas. Carecen de quetas y se desplazan nadando o reptando. Tienen en sus extremos dos ventosas chupadoras, con las que se adhiere al cuerpo de la víctima, alimentándose de su sangre. Son ectoparásitas y hematófagas. La especie más conocida es **la sanguijuela**.

7. Filo Moluscos

⇒ *Características generales*

Son animales de **cuerpo blando**, la mayoría marinos pero también los hay terrestres y de aguas dulces. Presentan un tamaño variado, desde 1mm hasta 18m (calamares gigantes). El tipo de alimentación es muy variada pudiendo ser herbívoros, carnívoros, depredadores, filtradores de pequeñas partículas y parásitos.

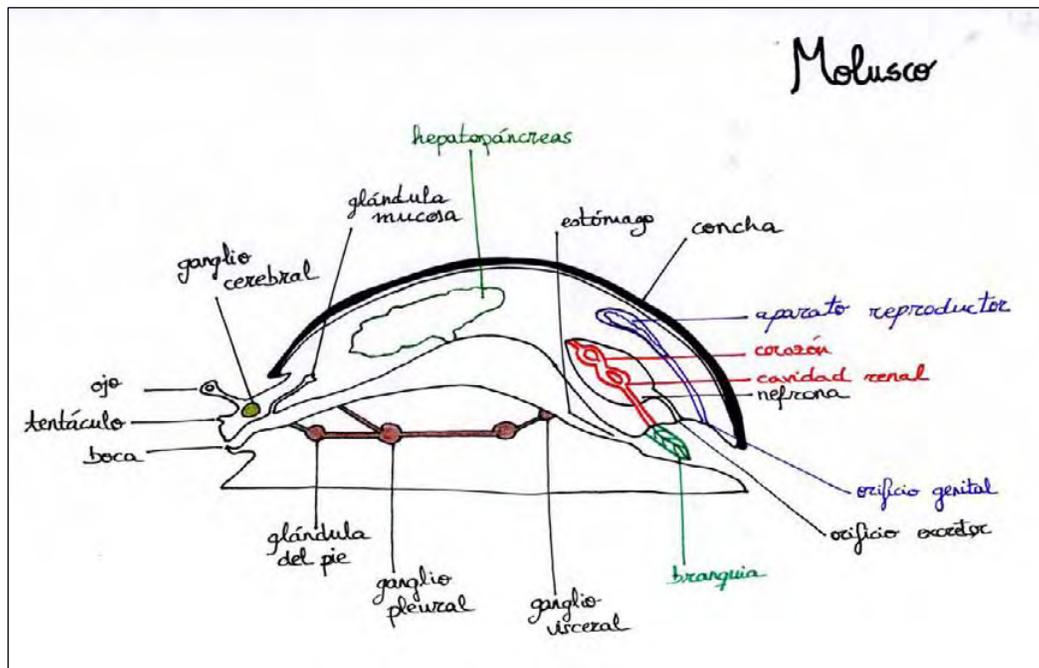
Excepto los cefalópodos que son nadadores, los demás suelen vivir fijos al sustrato o enterrados en él, o presentan muy poca movilidad, reptando sobre una mucosidad segregada por el pie. Su reproducción es sexual. Pueden ser hermafroditas o pueden tener sexos separados. La fecundación puede ser externa o interna. En cualquier caso, ponen huevos y el nuevo molusco pasará una fase larvaria antes de ser adulto.

⇒ *Organización del cuerpo*

El cuerpo de los moluscos se divide en 3 partes:

La **cabeza**, donde tienen los órganos de los sentidos, que les sirven para interactuar con el medio que les rodea.

La **masa visceral**, donde se encuentran todos los órganos. Esta masa visceral está cubierta por una membrana carnosa, manto, que tienen unas células productoras de carbonato cálcico (CaCO_3), que fabricarán una concha dura que protege al animal. Esta concha puede tener una o dos partes, las valvas (almejas) y puede estar enrollada en el exterior del molusco (caracol) o en el interior (sepia) o en algunos no existe (pulpo).



El **pie**, en la parte ventral, que ayuda al molusco a desplazarse por reptación, como es el caso del caracol o ayuda a excavar como las almejas en la arena o lo utilizan para atrapar a sus presas, como el pulpo.

En este filo los órganos están desarrollados y organizados en aparatos. Poseen boca, esófago, estómago, intestino y ano y una glándula que ayuda en el proceso de la digestión. En la boca hay un órgano con forma de lima que se llama rádula y sirve para roer el alimento. La respiración se realiza por branquias o pulmones y la circulación es abierta (excepto en cefalópodos) es decir la **hemolinfa** circula por vasos ramificados y pasa directamente a los órganos. Los productos de deshecho del metabolismo, son recogidos por metanefridios y expulsados al exterior por poros situados cerca del ano.

Su sistema nervioso está formado por ganglios unidos mediante cordones nerviosos. Algunos de estos ganglios se desarrollan en mayor medida, como en los cefalópodos, donde podemos hablar de un verdadero cerebro.

⇒ **Clasificación**

a) **Clase Gasterópodos:** Pueden ser marinos o terrestres. Tienen la concha en espiral, en la parte externa del cuerpo, lo que provoca que la masa visceral y todos los órganos que contiene, hagan un giro de 180°, por lo tanto no presentan simetría bilateral. Tienen 4 tentáculos (antenas) en la cabeza y en los 2 de la parte superior tienen los ojos. El pie es muy musculoso y segrega un moco resbaladizo que les ayuda a desplazarse por reptación. Los marinos tienen sexos separados y fecundación externa mientras que los terrestres son hermafroditas y tienen fecundación interna.

A este grupo pertenecen el **caracol, la caracola marina, las babosas (sin concha) y las lapas**. Las lapas son caracoles marinos con una concha en forma de cono y con un pie en forma de ventosa, gracias al cual se puede pegar con fuerza a las rocas.

b) **Clase Bivalvos:** La concha es externa y formada por dos partes que se llaman valvas, que en caso de ataque o peligro, se cierran. No tienen cabeza, la boca está en la parte anterior y el manto se repliega formando dos estructuras que hacen que el agua entre y salga a presión del molusco. El pie les sirve a estos animales para excavar ya que suelen vivir bajo la arena y se alimentan filtrando pequeñas cantidades de agua durante las mareas altas, de donde extraen el alimento.

En este grupo están el **mejillón, las almejas, las navajas y las ostras**.

c) **Clase Cefalópodos.** Es el grupo más complejo de los moluscos. No tienen concha externa, pero algunos como la sepia la tienen dentro y se llama jibia. Tienen ojos muy desarrollados y poseen, alrededor de la boca, 8 o 10 tentáculos con ventosas, que se consideran el pie del animal porque ayuda en su desplazamiento. También tienen una estructura interna o “sifón” que expulsa un chorro de agua ayudando al animal a moverse a reacción. Son depredadores muy eficaces.

Están en este grupo las **sepias, los calamares y los pulpos**.

8. Actividades

1. Rellena los huecos:

- Los seres vivos que están en el reino metazoo tienen 3 características generales: son.....,y
- En relación con la función de nutrición, los metazoos generalmente tienen 2 orificios en su cuerpo, uno de entrada, que se llama.....y otro de salida, el.....
- Los animales que tienen una alimentación variada (comen de todo) se llaman.....
- La fragmentación es una forma de reproducción.....
- En cuanto a la fecundación, nosotros somos.....porque nos desarrollamos dentro del cuerpo de la madre, pero las aves son..... Porque ponen huevos

2. Escribe si es verdadero o falso. Razona la respuesta.

- En la fecundación externa la fecundación se produce dentro del cuerpo de la hembra, pero después los huevos los expulsa al exterior
- La simetría del cuerpo de cualquier animal es bilateral
- Los vertebrados sólo tienen esqueleto interno óseo y se llama exoesqueleto
- Los poríferos (las esponjas) no tienen tejidos en su cuerpo
- Las medusas y los corales están dentro del filo cnidarios

3. Une con flechas:

- | | |
|-------------------------------------|-------------------------|
| 1. Ciencia que estudia los animales | h. Medusa |
| 2. Porífero sin tejidos | a. Metazoo |
| 3. Cnidario libre y venenoso | b. Reproducción asexual |
| 4. Ser vivo heterótrofo y eucariota | c. Zoología |
| 5. Conjunto de pólipos pequeños | d. Invertebrados |
| 6. Cnidario de vida sésil | e. Esponja |
| 7. Fragmentación y gemación | f. Pólipo |
| 8. Animales con exoesqueleto | g. Corales |

4. ¿Qué animal es y a qué filo y clase pertenece?

- Puede ser marino o terrestre. Se parece al caracol, pero no tiene concha
- Son gusanos sin segmentación y que tienen una faringe extensible que sale al exterior por la boca. La mayoría son parásitos. En general estos gusanos pertenecen al Filo.....
- Formado por 2 valvas que se cierran en caso de peligro. Fabrica perlas
- Tienen ventosas con las que se adhieren al animal que parasitan y le chupan la sangre

- e) Son gusanos parásitos en el intestino y podemos contagiarnos de ellos por comer carne de cerdo infectada con sus huevos y mal cocinada.
- f) Los animales de este filo, tienen una masa visceral cubierta de un manto duro de CaCO_3 que se llama concha
- g) No tienen concha externa, pero la tienen dentro y tienen tentáculos alrededor de la boca
- h) Son gusanos segmentados que excavan túneles bajo el suelo y mejoran las características del terreno porque lo airean.

SISTEMÁTICA ANIMAL (II)

1. *Filo artrópodos*
2. *Filo equinodermos*
3. *Filo Cordados*
4. *Actividades*

1. Filo Artrópodos

⇒ *Características generales*

Los artrópodos son los invertebrados **más numerosos y diversos** del planeta. Este filo incluye tanto a animales acuáticos como terrestres y tienen unas características comunes a todos que les hace ser muy adaptables a cualquier medio en el que están y por las que han tenido un gran éxito evolutivo. Son animales invertebrados, con simetría bilateral

Tienen un **exoesqueleto de quitina**: todo su cuerpo está recubierto de una estructura dura que les protege de las agresiones externas y de la desecación.

En algunas zonas este exoesqueleto no es tan duro, ni tan grueso y permite tener cierto movimiento en esas zonas, que se llaman apéndices articulados y son prolongaciones que salen del cuerpo que el animal puede mover, como las patas. Tienen diferentes funciones: locomoción, sensorial, alimentación...

Están **segmentados**: su cuerpo está dividido en partes iguales, segmentos, aunque a veces no se ve externamente.

Realizan el proceso de **muda**: es el proceso por el cual, cuando crecen, cambian el exoesqueleto de quitina. Esto es necesario porque el exoesqueleto dificulta el crecimiento, el movimiento y la respiración cutánea, así que para resolver este problema, los artrópodos se desprenden de él periódicamente y en este momento aprovechan para crecer hasta que forman uno nuevo.

Su reproducción es sexual. Las hembras, tras la fecundación ponen huevos de los que nacen larvas que se desarrollan a un individuo adulto a través de diferentes cambios morfológicos que ocurren en su organismo. A este desarrollo se le denomina **metamorfosis**.

⇒ *Organización del cuerpo*

- Externamente, tienen el cuerpo dividido en 3 partes: **cabeza, tórax y abdomen**, aunque en algunos casos las dos primeras partes se pueden fusionar y formar una sola: el cefalotórax.
- Internamente, tienen **aparatos complejos y especializados** y órganos sensoriales muy precisos.

- Su tubo digestivo consta de una boca con apéndices modificados adaptados al tipo de alimentación y en la que desembocan glándulas salivales. También tienen faringe, esófago, estómago, intestino (con glándulas digestivas), recto y ano.
- La **circulación de la hemolinfa es abierta**, es enviada desde el corazón, a través de unos vasos, hasta las lagunas que bañan los órganos y de nuevo regresa al corazón a través de unos orificios laterales.
- El sistema respiratorio es diferente dependiendo del hábitat donde se encuentren. Algunos artrópodos simples presentan respiración cutánea, intercambiando gases a través de la piel, los acuáticos tienen branquias internas y los terrestres, tráqueas o pulmones.
- Para la excreción utilizan dos tipos de órganos dependiendo del hábitat. Así, los artrópodos terrestres tienen tubos de Malpighi, que desembocan al final del tubo digestivo y los artrópodos acuáticos tienen nefridios modificados en glándulas verdes situadas en la parte anterior.
- El sistema nervioso forma una cadena ganglionar ventral, similar a la de los anélidos y presentan cefalización con unos ganglios en posición dorsal relacionados con los órganos sensoriales que están muy desarrollados para diferentes funciones dependiendo de la clase de artrópodo. Destacamos los ojos que pueden ser simples (**ocelos**) capaces de captar estímulos luminosos, o bien, ojos compuestos, típicos de crustáceos e insectos, que están formados por millones de elementos llamados omatidios cada uno de los cuales tiene células receptoras que comunican con el nervio óptico que lleva la información al cerebro.
- Presentan **hormonas** que controlan la reproducción y las fases de la metamorfosis y muda para que cada una se produzca a su debido tiempo.

⇒ **Clasificación**

Existen dos grandes líneas evolutivas:

- **Subfilo Quelicerados**, artrópodos poco evolucionados. Tienen quelíceros, que son apéndices con los que agarran el alimento o paralizan a sus presas. Están junto a la boca y conectados a glándulas que producen veneno. Tienen ojos simples, que pueden distinguir el movimiento y la luz. Como órganos sensoriales utilizan los palpos, que son 2 apéndices situados delante del primer par de patas.

Son los artrópodos de la clase arácnidos.

- **Subfilo Mandibulados**, artrópodos con mandíbulas, que son un conjunto de piezas situadas junto a la boca, de diferentes formas dependiendo del tipo de alimentación. Pueden morder, chupar, picar... Tienen ojos compuestos, formados por lentes diminutas, que cada una capta una imagen sencilla y el cerebro las combina. Tienen antenas, que son unos apéndices finos y largos en los que están los órganos sensoriales, como el olfato o el tacto.

Son los artrópodos de la clase Miriápodos, Crustáceos e Insectos

⇒ **Clase arácnidos**

Son artrópodos terrestres con **quelíceros** y el cuerpo dividido en dos partes (cefalotórax y abdomen), carecen de antenas y tienen cuatro pares de patas en el cefalotórax. Tienen dos apéndices que se llaman palpos, con función táctil, situados delante del primer par de patas.

Respiran mediante unos conductos ramificados, traqueas, que llevan el aire desde el exterior a cada una de las células (respiración traqueal). Algunos presentan unas tráqueas que confluyen en cavidades que actúan como pulmones puesto que en ellas el oxígeno pasa a la hemolinfa y lo distribuye (respiración pulmonar)

Los sexos están separados, son ovíparos y sin estado de larva.

Dentro de la clase Arácnidos se incluyen:

- **Arañas.** Presentan una cintura entre cefalotórax y abdomen que no tiene segmentos y los quelíceros están comunicados con una glándula venenosa. También tienen unas glándulas que segregan un líquido que solidifica al contacto con el aire, formando la tela de araña, con la que atrapan presas. Son carnívoras y se alimentan de insectos.
- **Escorpiones.** Tienen el abdomen segmentado y dividido en dos partes, la segunda es delgada y tiene una glándula venenosa. Los palpos son grandes y acaban en pinzas. Viven en zonas desérticas y tienen hábitat nocturno.
- **Ácaros.** El cefalotórax está muy reducido y fusionado al abdomen. Son parásitos y transmiten enfermedades, como las garrapatas o producen alergias.

⇒ **Clase miriápodos**

Son artrópodos terrestres **mandibulados** que presentan una cabeza con dos antenas y mandíbulas. Su cuerpo se divide en cabeza y tronco, el cual está formado por numerosos segmentos. Cada segmento puede tener una o dos pares de patas. Tienen respiración traqueal. Tienen sexos separados, ovíparos y sin estado de larva.

Se clasifican en dos grupos:

- **Diplópodos.** Con el tronco cilíndrico y dos pares de patas en cada uno de los segmentos. Son milpiés que presentan la propiedad de enrollarse sobre si mismos. Son herbívoros y detritívoros.
- **Quilópodos.** Con el tronco aplanado y un solo par de patas en cada segmento. Son los ciempiés como la escolopendra, cuyo primer par de patas está transformado en dos uñas venenosas. Son depredadores agresivos.

⇒ **Clase crustáceos**

Son artrópodos **mandibulados**, generalmente acuáticos, con dos pares de antenas, respiración branquial y el cuerpo generalmente dividido en dos partes: cefalotórax y abdomen. En muchos, el cefalotórax está cubierto por una estructura dura de quitina y calcio que se llama caparazón. Los apéndices del cefalotórax, que son cinco pares, tienen función locomotora y en el abdomen tienen un par de apéndices por segmento con función nadadora. Son ovíparos y generalmente presentan sexos separados y metamorfosis. Es una clase con diversas especies como las **langostas** que tienen sus primeros apéndices transformados en pinzas, los **percebes** que son de vida sésil o las **cochinillas de la humedad** que han colonizado el medio terrestre.

⇒ **Clase insectos**

Son artrópodos **mandibulados** que tienen el cuerpo dividido en tres partes: **cabeza, tórax y abdomen**. Tienen un par de antenas con función olfativa, tres pares de patas y su respiración traqueal. Sus apéndices bucales están modificados y adaptados en función de su alimentación. Se conoce más de un millón de especies, por lo cual es el grupo dominante en la Tierra. Viven en el medio terrestre y acuático. Pueden tener un par de ojos compuestos y varios ocelos. La respiración es por tráqueas excepto en los acuáticos que es mediante branquias. La mayoría de los insectos tienen dos pares de alas. Son los únicos invertebrados capaces de **volar**. En algunos como las moscas, el segundo par de alas está reducido a un par de pequeñas mazas con función estabilizadora del vuelo y en otras especies como las mariquitas, el par de alas externo se ha transformado y se ha endurecido, protege al animal y se llama élitros.

Tienen sexos separados, fecundación normalmente interna y desarrollo indirecto con fases de estado larvario que sufren metamorfosis, distinguiendo la metamorfosis sencilla, cuando sólo se producen pequeños cambios de proporción, como la del saltamontes y la metamorfosis compleja cuando de huevo pasa a oruga (móvil), después a pupa (inmóvil y con una cubierta protectora) y finalmente a adulto, como sucede en las mariposas.

Algunos ejemplos son: mariposas, avispas, abejas, hormigas, escarabajos, moscas, mosquitos, saltamontes, grillos, cucarachas, termitas, libélulas, piojos, pulgas, etc.

2. Filo Equinodermos

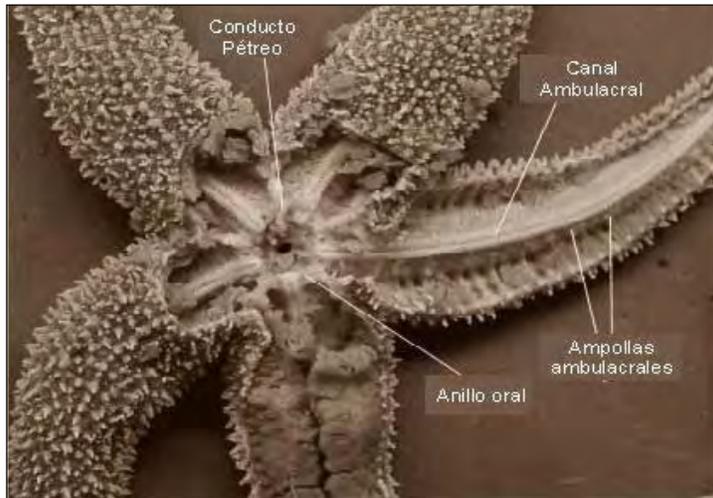
⇒ **Características generales**

Son metazoos marinos y se caracterizan por tener **espinas calcáreas** de origen dérmico. Tienen forma estrellada o esférica y casi siempre tienen simetría radial en torno a 5 ejes que salen del centro del animal. Poseen pies ambulacrales, que hacen la función de sistema circulatorio y locomotor a la vez, e incluso respiratorio. Vive entre cavidades que excava en las rocas por frotamiento. Se alimenta de algas y pequeños crustáceos. Tienen reproducción sexual externa y son ovíparos. Sus larvas tienen simetría bilateral, pero cuando adquieren el estado adulto después de la metamorfosis, pasan a tener simetría radial. Algunos, como las estrellas de mar, se pueden reproducir asexualmente, por fragmentación de sus brazos.

⇒ **Organización del cuerpo**

Externamente, tienen un endoesqueleto calcáreo debajo de la epidermis y suele tener espinas.

Internamente poseen sistemas desarrollados y organización compleja. Es exclusivo de este filo el sistema ambulacral, un conjunto de tubos llenos de agua de mar que al variar la presión dentro del sistema, los **pies ambulacrales** (apéndices del cuerpo) funcionan como ventosas que hacen avanzar al animal. Como filtro de este sistema tienen una placa perforada por poros, situada en el dorso y que comunica con el exterior. Se llama placa madreporica.



Tienen un sistema digestivo con boca, esófago, intestino y ano, pero no tienen diferenciado el sistema circulatorio, sino unas lagunas con agua muy semejante al agua del mar. Respiran por difusión a través de la piel o en algunos casos a través de branquias por desarrolladas. Carecen de aparato excretor y los productos de desecho los expulsan por la epidermis.

El sistema nervioso es más o menos complejo dependiendo de los grupos, pero en general está formado por un anillo nervioso que rodea la boca y del que parten nervios radiales que se ramifican formando redes por el resto del cuerpo. No tienen cabeza, pero sí un sistema sensorial con órganos táctiles y receptores.

⇒ *Clasificación*

- **Clase equinoideos.** Son los **erizos de mar**. Tienen un esqueleto cuyas placas se sueldan formando un caparazón rígido con espinas, que en la mayoría tienen veneno. En la boca tienen un aparato masticador formado por piezas calcáreas. Viven en el fondo marino, sobre las rocas o enterrados en la arena y se alimentan de algas y restos orgánicos.
- **Clase asteroideos.** Son las **estrellas de mar**. Tienen cinco o más brazos con espinas y protuberancias. Viven en los fondos marinos y son voraces depredadores ya que, aunque no tienen aparato masticador, pueden evaginar el estómago para digerir a sus presas. Tienen gran capacidad de regeneración asexual.
- **Clase holoturoideos.** Son las holoturias o **pepinos de mar**. Tienen el cuerpo alargado y blando. Poseen simetría bilateral, siendo la excepción en este filo, pero sus órganos y sistemas aparecen en el interior del cuerpo en un número múltiplo de cinco, como en el resto de equinodermos. Se desplazan lentamente por el fondo del mar y se alimentan de restos orgánicos.

3. Filo Cordados

⇒ *Características generales*

Son los metazoos de organización más complicada y forman un filo con animales muy diferentes unos de otros, vertebrados e invertebrados, pero con algunas características en común:

Tienen **notocorda** presente al menos, en alguna etapa de su ciclo de vida. Se trata de una varilla cartilaginosa, larga y flexible que se extiende a lo largo del cuerpo, entre el tubo digestivo y el sistema nervioso central, actuando como eje estructural del cuerpo. En los vertebrados está sólo en la etapa embrionaria o larva, después es reemplazada por la columna vertebral, formada por piezas articuladas o vértebras.

Poseen un **cordón nervioso** que consiste en un tubo hueco en la parte dorsal. Recorre longitudinalmente el cuerpo y su extremo anterior se ensancha en un cerebro hueco.

Presentan **hendiduras branquiales** en la faringe en alguna fase de su ciclo de vida. En los vertebrados terrestres sólo aparecen en la fase embrionaria, desapareciendo en el organismo adulto.

En todos se diferencia una **cola postnatal** en alguna etapa de su desarrollo, que puede permanecer o no.

Se dividen en tres subfilos:

- ***Subfilo Urocordados***

Organismos marinos bentónicos con el cuerpo rodeado de un saco resistente (túnica) formado por celulosa, polisacárido propio de vegetales, por lo que son una excepción en el reino de los metazoos. Un ejemplo de este subfilo son las ascidias, son sésiles y poseen dos sifones de succión en el extremo libre.

- ***Subfilo cefalocordados***

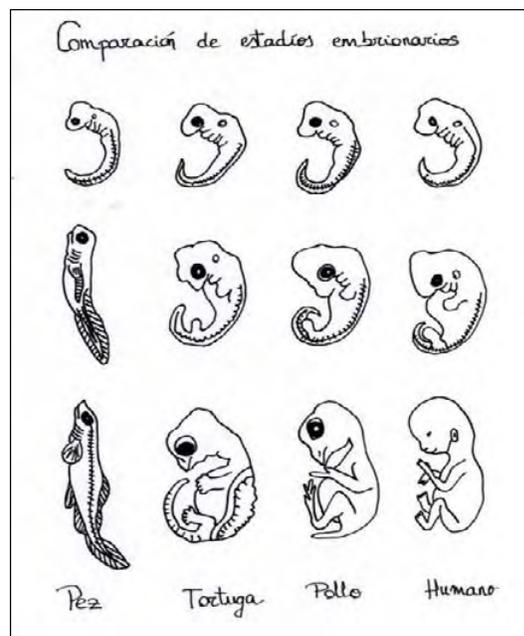
Pequeños animales marinos nadadores, similares a un pez con los extremos en forma de flecha. Se observan claramente las características representativas del filo, permaneciendo la notocorda y el cordón nervioso ventral en el adulto. Viven enterrados en la arena dejando al descubierto la parte anterior. Se trata de los peces lanceta o anfioxos.

- ***Subfilo vertebrados***

Los vertebrados son un grupo de metazoos muy variados, pero comparten unas características comunes en algún momento de su vida:

Tienen **notocorda** y **simetría bilateral**, dividiendo su cuerpo en tres partes: cabeza, tronco y cola, aunque algunos la pierden al nacer, presentan también 2 o 4 extremidades (aletas, alas, patas o piernas y manos)

Tienen **endoesqueleto articulado formado por huesos**, que en unos son cartilagosos y en otros óseos. En el embrión de un vertebrado en desarrollo, el esqueleto es principalmente cartilagosos y en la mayoría de los vertebrados, los huesos sustituyen gradualmente al cartílago en la maduración. El endoesqueleto está formado por una columna vertebral (protege la médula espinal) y un cráneo (protege el encéfalo).



El sistema nervioso está constituido por un **cordón nervioso a lo largo del dorso**, que forma la médula espinal y en la región de la cabeza se ensancha y forma el encéfalo.

Tienen hendiduras en la faringe. Son unas aberturas que comunican el exterior con la faringe. Los primeros vertebrados tenían una alimentación filtradora por lo que el agua cargada de partículas en suspensión salía por las hendiduras quedando retenidas las partículas. La adquisición de otras formas de alimentación fue reduciendo la faringe y el número de hendiduras branquiales, que se especializaron en la respiración. Así se produjo una transformación en mandíbulas (captura de alimento) excepto en los agnatos. Los vertebrados acuáticos respiran por branquias y los terrestres por pulmones.

Tienen todos los **aparatos desarrollados y órganos de los sentidos** para relacionarse con el medio que les rodea.

Presentan un sistema circulatorio cerrado formado por un **corazón y vasos sanguíneos**. El corazón está dividido en cámaras que permiten la separación de la sangre venosa y la arterial. La sangre está formada por células que transportan los gases respiratorios (O₂, CO₂) mediante **la hemoglobina**.

Los sistemas respiratorio y circulatorio logran su máximo desarrollo en los vertebrados homeotermos (aves y mamíferos), es decir, aquellos que mantienen la temperatura del interior de su cuerpo constante.

El sistema excretor presenta una unidad de filtración llamada nefrona que filtra los líquidos consiguiendo un balance equilibrado del agua en el interior del cuerpo.

Tienen un sistema endocrino muy perfeccionado y, mediante **hormonas**, regula muchas funciones del organismo.

La reproducción se da por **sexos separados** y la fecundación puede ser interna o externa. En los ovíparos, los huevos tienen poca reserva nutritiva en los acuáticos (peces y anfibios) y gran cantidad de reserva nutritiva en los terrestres (reptiles y aves). El mayor grado de complejidad se encuentra en los vivíparos (mamíferos) en los que el embrión se desarrolla en el interior de la madre alimentándose a través de la placenta. Una vez que nacen las crías se alimentan de la leche que producen las glándulas mamarias de la madre.

⇒ **Clasificación de los vertebrados**

Superclase Agnatos (lampreas y mixines): sin mandíbulas y notocorda no sustituida por la columna vertebral. Son los **vertebrados más primitivos**, de aguas dulces y marinas. No tienen mandíbulas, estómago, apéndices ni escamas. Tienen un esqueleto cartilaginoso poco desarrollado y la notocorda permanece en el adulto. Los mixines son animales marinos que tienen la boca rodeada de cuatro pares de tentáculos. Presentan un orificio nasal en el extremo de la cabeza y los ojos están degenerados. Tienen muchas glándulas mucosas repartidas por el cuerpo. Las lampreas suelen ser animales parásitos que tienen una boca con forma de embudo, con dientes córneos con los que se fijan a los huéspedes.

▪ **Superclase Gnathostomados**: con mandíbulas. La notocorda es sustituida por vértebras aunque en algunos permanece en el adulto. Son **los peces**.

- **Superclase Tetrápodos:** con cuatro extremidades. Son anfibios, reptiles, aves y mamíferos.

⇒ **Clase Peces**

Son vertebrados exclusivamente acuáticos tanto de aguas dulces como de aguas saladas. Son animales ectodermos, ya que su temperatura corporal depende exclusivamente de la temperatura del medio en el que se hallan.

Su cuerpo, cubierto de **escamas**, está adaptado para nadar porque tienen potentes músculos en el tronco y la cola que genera movimientos ondulatorios

Tienen **aletas** impares (dorsal, anal y caudal) y pares (pectorales y pélvica)

No tienen cuello y su cabeza tiene 2 ojos sin párpados y una boca con dientes. El orificio de salida es la cloaca

Respiran por **branquias**, introducen agua por la boca y la pasan por las branquias que tienen muchos vasos sanguíneos y así se hace el intercambio entre el agua y la sangre del pez

Son ovíparos u ovovivíparos con fecundación externa y son ectotermos, es decir que su temperatura corporal varía con la del medio en el que viven.

Esta clase se divide en dos grupos:

- **Clase condricios.** Su esqueleto está formado por **cartilago**. Tienen el cuerpo cubierto por escamas puntiagudas que le dan un tacto áspero. Sus aletas carnosas y rígidas y en la boca tienen varias filas de dientes afilados que se renuevan constantemente desde el interior al exterior. Son marinos, agresivos y carnívoros. El ejemplo más destacado es el tiburón.

Respiran a través de branquias expuestas al exterior directamente. No tienen opérculo.

Su fecundación es interna y pueden ser ovíparos (raya) u ovovivíparos (tiburón). Tienen la línea lateral y el olfato muy desarrollados.

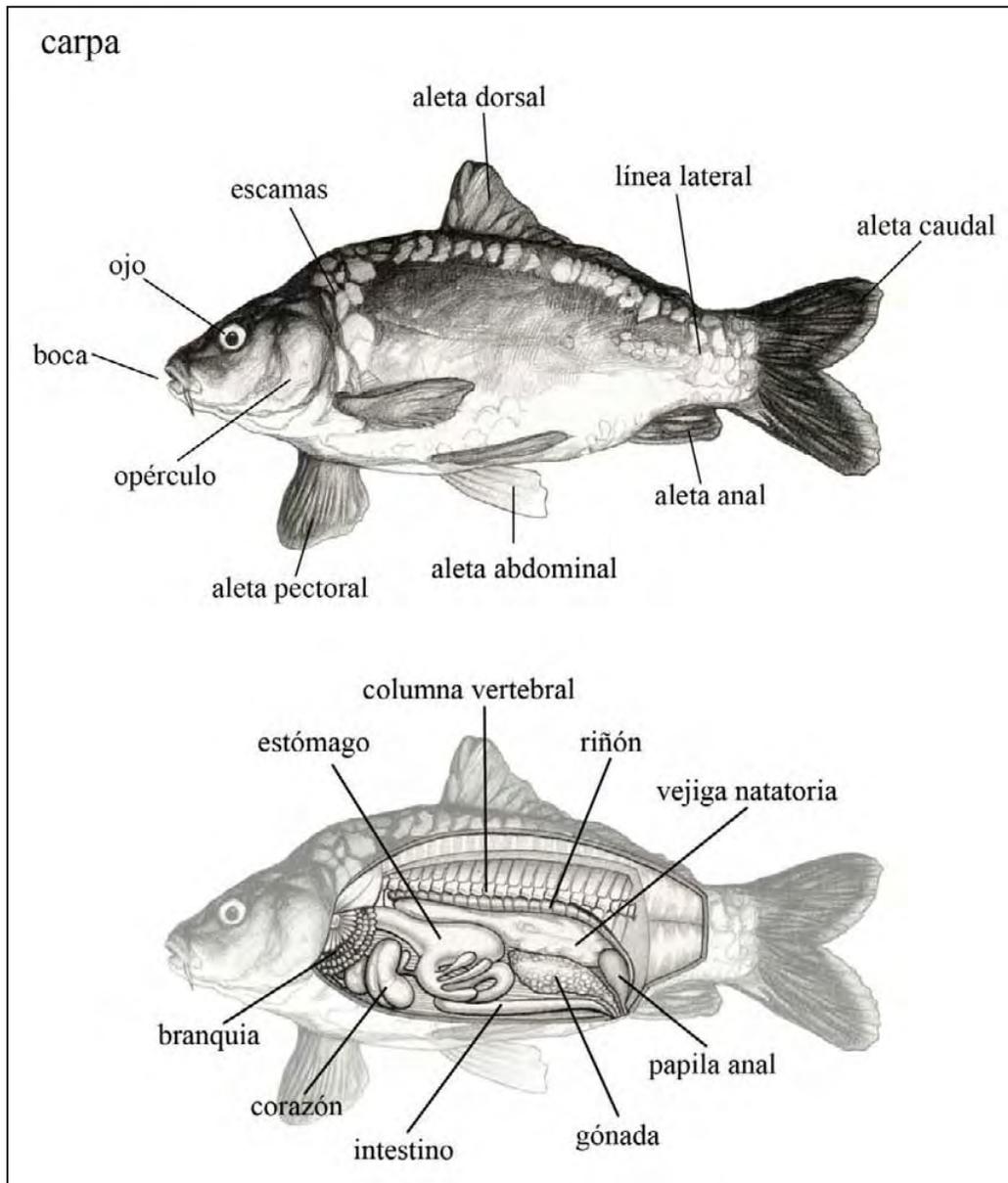
No tienen vejiga natatoria (órgano de flotación que permite al pez ascender u descender) por lo que están condenados a nadar eternamente.

- **Clase osteictios.** Son peces con esqueleto interno **óseo**, formado por cráneo, columna vertebral y huesos. Su piel está cubierta de escamas superpuestas. Tienen aletas impares (dorsal, anal y caudal) y pares (pectorales y ventrales)

Respiran por branquias, que son un conjunto de finas laminillas unidas a los arcos branquiales e irrigadas por muchos vasos sanguíneos. Cuando el agua pasa a través de ellas, se produce el intercambio de gases con la sangre. Están protegidas por unas placas óseas llamadas opérculos que permiten la salida del agua.

Presentan una **vejiga natatoria** que les sirve para mantenerse a distintas profundidades. En cuanto a los órganos de los sentidos, destaca la presencia de la línea lateral que sirve para recibir información sobre los movimientos del agua. El sistema circulatorio es

sencillo, con un corazón en posición ventral, con una aurícula y un ventrículo. La circulación es simple ya que la sangre pasa solo una vez por el corazón.



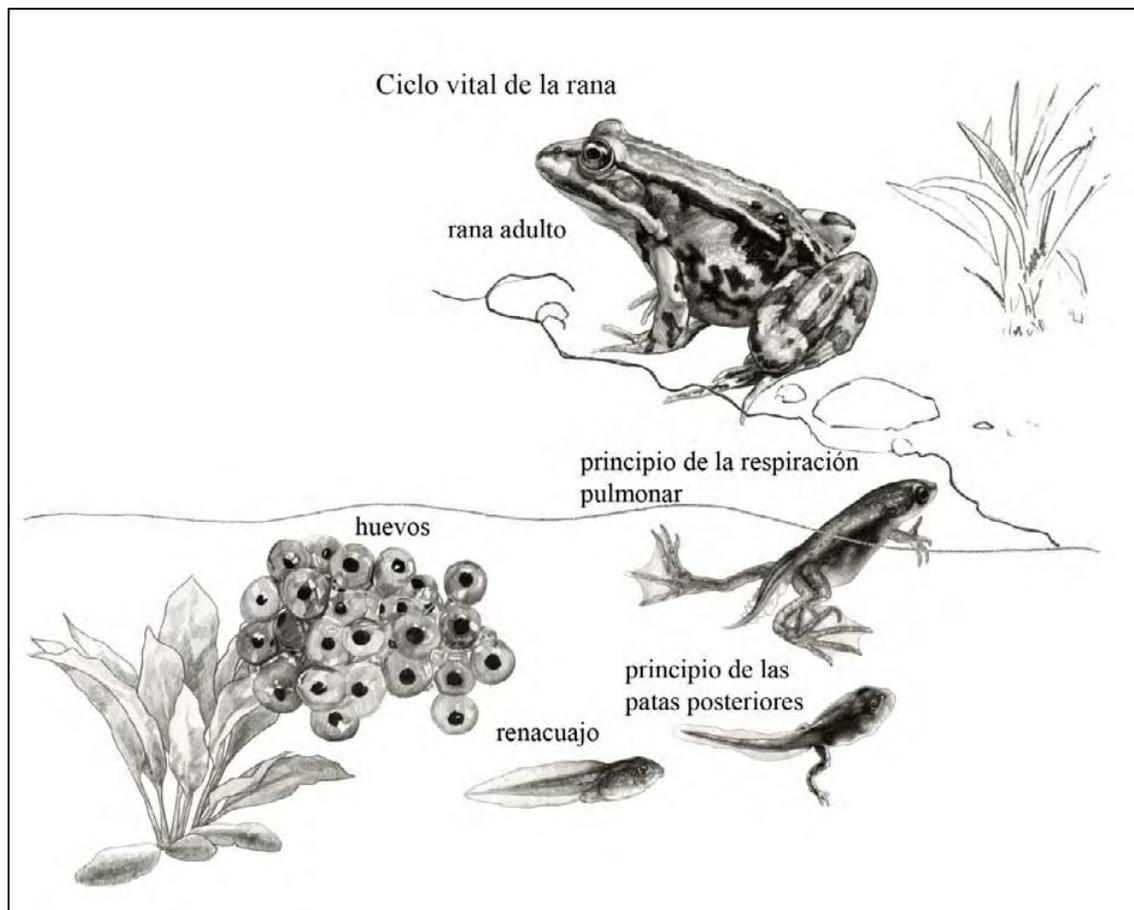
La fecundación es externa, la hembra expulsa los gametos y el macho libera sobre ellos los espermatozoides. Son ovíparos produciendo un elevado número de huevos. Algunos ejemplos son la trucha, el salmón o la carpa.

⇒ **Clase Anfibios**

Son los primeros vertebrados que **se adaptaron a la vida fuera del agua, aunque sin independizarse de ella por completo**. Son ectodérmicos con la piel fina y sin escamas, pero con glándulas secretoras de mucus que la mantienen húmeda y viscosa. Gracias a que tienen la piel desnuda, pueden absorber oxígeno del aire y del agua a través de ella.

La cabeza está unida directamente al tronco que puede terminar en cola o no y en su parte posterior está la cloaca, donde desembocan los aparatos digestivo, excretor y reproductor. Presentan dos pares de extremidades (ancas), unidas a la columna vertebral. Pueden tener 4 ó 5 dedos que están unidos por membranas interdigitales para facilitar la natación. El corazón está formado por dos aurículas y un ventrículo y la circulación es doble, existe un circuito entre corazón y pulmones y otro entre corazón y resto del cuerpo, pero la sangre se mezcla.

La fecundación es externa, en el agua, y son ovíparos. De los huevos nace una larva acuática con respiración branquial (renacuajos) que sufre metamorfosis para formar el individuo adulto.



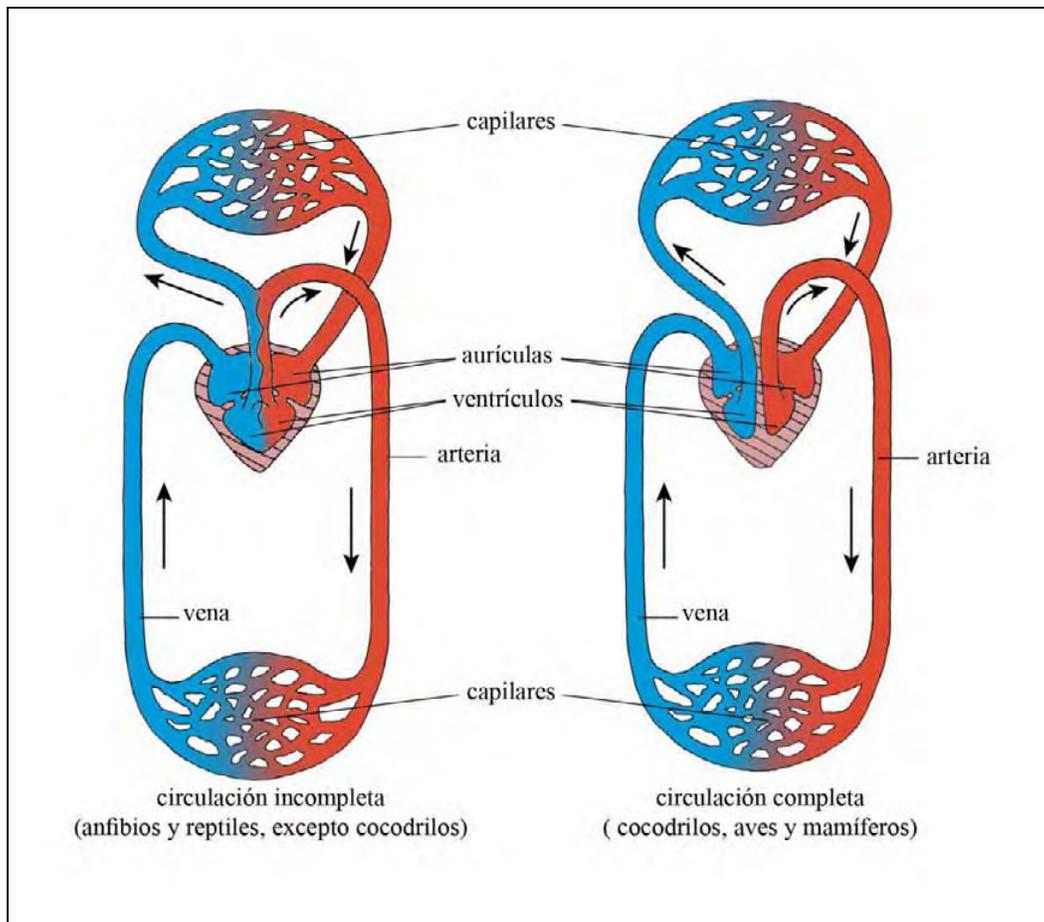
Se dividen en dos grupos:

- **Anuros:** son las ranas y los sapos. No tienen cola en estado adulto. Tienen glándulas que les ayudan a croar para atraer a la hembra en el periodo de apareamiento. Algunos también tienen glándulas venenosas. Sus patas están adaptadas al salto.
- **Urodelos:** son las salamandras y los tritones. Si tienen cola en estado adulto y están más adaptados a vivir en el medio terrestre, aunque siempre en lugares húmedos.

⇒ **Clase Reptiles**

Fueron los primeros vertebrados que **se adaptaron totalmente a la tierra firme**, independizándose del agua. Para ello, desarrollaron fecundación interna y el huevo está protegido por capas internas y externas que rodean al embrión proporcionándole los nutrientes necesarios y protegiéndolo de la desecación. Cuando termina el desarrollo embrionario, el animal sale del huevo con la forma del adulto sin necesidad pasar por un proceso de metamorfosis.

Animales ectodermos con la piel cubierta de escamas secas y duras para evitar la pérdida de agua, ya que suelen vivir en lugares secos y áridos. La mayoría mudan la piel cada cierto tiempo. Respiran por **pulmones** y su **circulación es doble** con un corazón que tiene dos aurículas y un ventrículo, mezclándose la sangre arterial con la sangre venosa, excepto en los cocodrilos, que tienen el corazón dividido en cuatro cámaras y no hay mezcla de sangre.



Tienen un gran desarrollo del olfato y el tronco suelen tener 4 extremidades con 5 dedos terminados en uñas. Tienen una musculatura bastante desarrollada y se mueven por reptación, arrastrando la parte ventral del cuerpo por el suelo. La fecundación es interna y la mayoría son ovíparos.

Se dividen en grupos:

- **Quelonios:** son las tortugas y los galápagos. No tienen dientes pero presentan un pico córneo con el que aplastan el alimento. Su cuerpo está protegido por un caparazón que se abre para que salga la cabeza, las patas y la cola. En las especies terrestres tienen patas y en las acuáticas aletas.
- **Cocodrilianos:** son los cocodrilos y los caimanes. Son acuáticos, de gran tamaño y con la cabeza alargada. Son grandes depredadores con potentes mandíbulas, una gran boca y dientes afilados. Las extremidades posteriores tienen membranas interdigitales.
- **Saurios:** son los lagartos, las lagartijas, las salamanquesas y los camaleones. Son el grupo más variado. Su cabeza tiene forma triangular y el tronco y la cola son alargados. Muchos tienen al hábito de camuflarse, cambiando de color, para protegerse de su enemigo.
- **Ofidios:** son las serpientes. No tienen extremidades. La disposición de sus mandíbulas les permite tragar presas enteras de gran tamaño. Algunas tienen los dientes comunicados con glándulas venenosas, con las que paralizan a la presa. Las que no tienen veneno, matan por estrangulación.

⇒ **Clase Aves**

Son vertebrados voladores, la mayoría dominan el medio aéreo, aunque algunas pueden adaptarse también al agua y al suelo. Descienden de los reptiles, las escamas se desarrollaron en plumas, surgiendo de esta forma la primera ave.

Su cuerpo es compacto, pero ligero y tiene 4 extremidades: las anteriores son alas, las posteriores terminan en garras con uñas afiladas. La cabeza se une al tronco con un cuello largo y flexible, que les proporciona gran movilidad. Todas tienen pico.

Su piel está cubierta por plumas, pero la piel de las patas está cubierta por escamas como la de los reptiles.

Las plumas de las aves son muy ligeras y resistentes y les proporcionan aislamiento térmico, para evitar la pérdida de calor a través de la piel. Son por tanto animales **homeotermos**, mantienen la temperatura del cuerpo constante. Cada pluma consta de un eje central del que salen muchas ramas flexibles llamadas barbas.

Las aves tienen unos músculos pectorales muy desarrollados que mueven las alas con mucha fuerza. Se insertan en el esternón y forman la **quilla**, una estructura que les permite volar.

Sus huesos por dentro son huecos pero resistentes. Algunas partes de su esqueleto están soldadas, así que les proporciona rigidez.

Por todas estas características las aves pueden volar, además tienen una excelente visión y un sistema nervioso muy desarrollado que les permite manifestar pautas de comportamiento complejas como las migraciones.

Su aparato respiratorio está formado por pulmones rodeados de unos **sacos aéreos** y un órgano a la altura del cuello que se llama siringe y con el emiten sonidos, necesarios para la comunicación entre ellas. En su estómago tienen dos órganos destacables: el buche que

almacena, humedece y ablanda los alimentos y la molleja, que tritura el alimento. Su corazón tiene dos aurículas y dos ventrículos separados, así que la sangre no se mezcla.

Su reproducción es interna. Ponen huevos con una cáscara dura e impermeable que la madre incuba hasta que salen las crías, después las alimenta y las defiende.

Tipos de aves:

- **Aves corredoras:** son terrestres. Sus antepasados, que sí podían volar, adaptaron a usar las patas como medio de locomoción, las alas se les atrofiaron. Las aves que hoy en día encontramos en este grupo ya tienen las alas demasiadas pequeñas para el peso del cuerpo. En este grupo se encuentran las aves más grandes como el avestruz o el casuario. Son aves solitarias y la mayoría agresivas
- **Aves de vuelo:** estas aves tienen un esternón con quilla y músculos para el vuelo. La mayoría son voladoras, aunque otras como los pingüinos, han adaptado sus alas para nadar. Las aves de este grupo son innumerables, pero destacamos las aves rapaces, por su aguda visión, afiladas garras y la potencia de su vuelo. Son eficaces depredadoras.

⇒ **Clase Mamíferos**

Son los vertebrados que han alcanzado un mayor **nivel de complejidad**. Nosotros, la especie humana, estamos incluidos dentro de este grupo. Hay una gran variedad de mamíferos y los podemos encontrar en muchos hábitats distintos y con regímenes alimenticios muy variados, pero se caracterizan por la presencia de glándulas mamarias.

Tienen el cuerpo cubierto de pelo que les proporciona aislamiento térmico. Son por tanto **homeotermos**.

El esqueleto es similar al del resto de vertebrados pero con un cráneo más desarrollado. Tienen 4 tipos de dientes: incisivos, caninos, premolares y molares. El tipo de dentadura varía en función de la alimentación. Tienen un corazón con cuatro cámaras y la sangre no se mezcla. Es una circulación doble y completa.

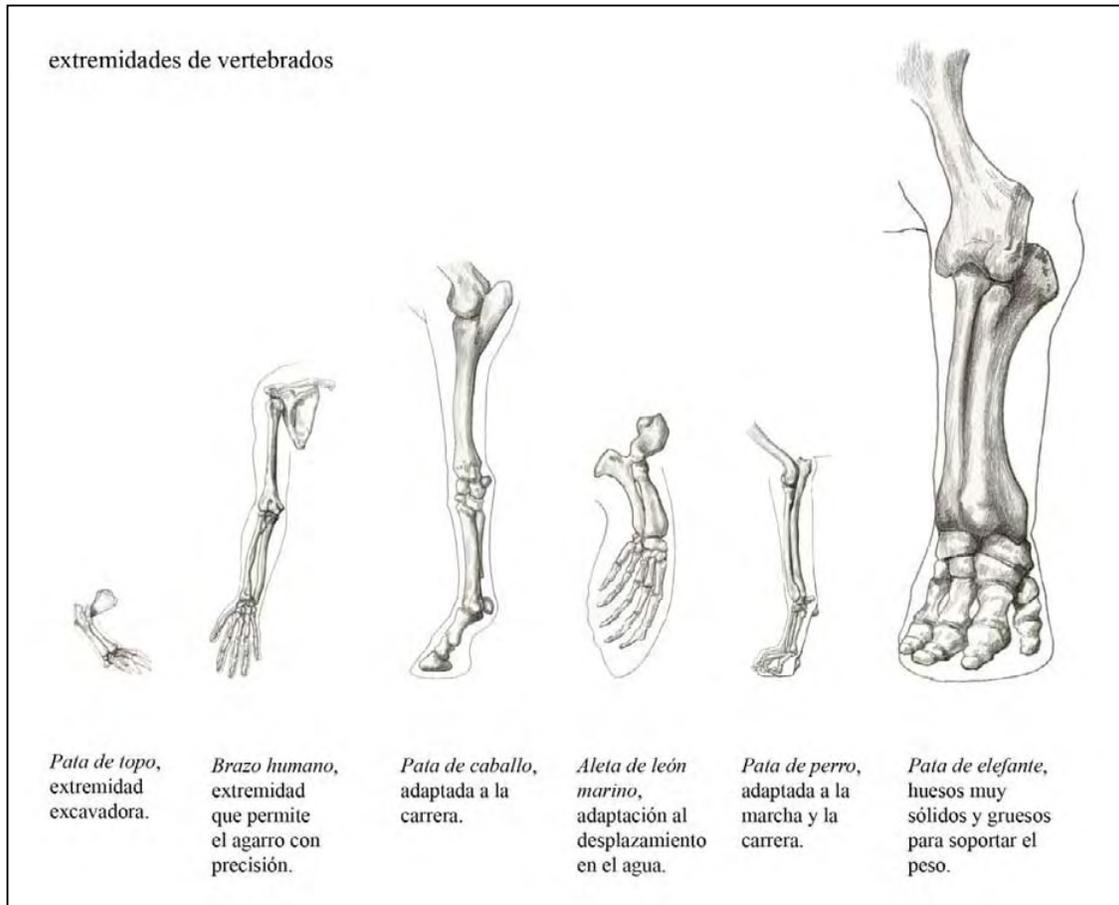
Tienen las extremidades según las utilicen para nadar, correr, trepar, excavar o volar. El pie suele terminar en dedos que pueden presentar garras, uñas o pezuñas.

El aparato respiratorio presenta el diafragma, un músculo que separa la cavidad torácica de la abdominal y hace la respiración sea más eficaz. En la laringe tienen unos repliegues llamados cuerdas vocales por los que pasa el aire, permitiendo la emisión de sonidos.

La mayoría son vivíparos, el embrión se desarrolla totalmente en el interior de la madre y está rodeado por diferentes capas, pero destaca la presencia de la placenta que es una estructura que sirve de unión entre el feto y la madre y por la cual tienen lugar el intercambio de sustancias nutritivas, gases respiratorios y productos de desecho del feto.

El sistema nervioso está muy desarrollado y está formado por encéfalo y médula espinal y parten nervios periféricos. En el encéfalo alcanzan un gran volumen el cerebro y el cerebelo, que presentan numerosos repliegues y dos hemisferios.

El máximo grado de desarrollo se encuentra en los primates. Se observan patrones de conducta elaborados relacionados con la obtención de alimento, la reproducción y cuidado de las crías.



Los grupos de mamíferos:

- **Monotremas:** son mamíferos muy primitivos y no son vivíparos, si no que las hembras ponen huevos y cuando nacen, la madre alimenta a sus crías con la leche de sus mamas. Son el ornitorrinco y el erizo.
- **Marsupiales:** las hembras de estos mamíferos tienen útero, donde se desarrolla el embrión, pero no tienen placenta, así que paren a los embriones antes de que completen el desarrollo. Los recién nacidos deben meterse en un repliegue de piel que rodea las mamas; el marsupio, donde se alimentan de leche hasta que acaban el desarrollo. Son los canguros y los koalas.
- **Placentarios:** todos son vivíparos. Presentan adaptaciones muy diferentes según la alimentación y sus extremidades. Se distinguen tres grupos de mamíferos marchadores: los que apoyan toda la planta del pie como los osos, los que apoyan solo los dedos como los gatos y los que apoyan sólo la punta de los dedos, que además están protegidas por pezuñas, como los caballos.

➤ **Los primates**; el grupo al cual pertenecemos, son mamíferos placentarios que mantienen las cuatro clases de dientes, los primeros dedos oponibles, el pulgar, garras transformadas en uñas planas, dos glándulas mamarias en el pecho, ojos dirigidos frontalmente, y un cerebro relativamente grande con una corteza cerebral con circunvoluciones. Nos distinguimos de otros primates por nuestra postura erecta, piernas largas y brazos cortos, frente alta, mandíbula pequeña y escaso pelo corporal.

4. Actividades

1. Escribe a que filo y clase y pertenecen los siguientes animales:

Arañas	Garrapatas
Estrellas de mar	Mariposas
Abejas	Erizos de mar
Mariquita	Milpiés
Ciempíes	Cangrejos
Percebes	Mosca
Langostas	Escorpiones

2. Define los términos siguientes y escribe algún animal que lo tenga: Muda, homeotermo, vejiga natatoria, escamas, pie ambulacral, branquias, escamas, endoesqueleto y metamorfosis.

3. ¿Qué animal es? Escribe también el filo, la clase a la que pertenece:

- Tiene simetría radial y fuerte regeneración asexual. Se mueve gracias al pie ambulacral
- Tienen quelíceros venenosos para atrapar a sus presas. El abdomen y el cefalotórax están separados por una cintura
- Con aspecto de gusano segmentado. Tienen un solo par de patas por segmento. Son venenosos
- Sus palpos se han transformado en grandes pinzas y al final de su abdomen tienen un aguijón venenoso. Viven en desiertos.
- De la misma clase que la langosta, pero es sésil

4. Razona la respuesta:

- ¿Por qué las aves pueden volar?
- ¿Por qué las tortugas en invierno no son tan activas?
- ¿Por qué los tiburones tienen que nadar eternamente?
- ¿Por qué las aves migran?
- ¿Por qué cada mamífero tiene un tipo de extremidad?
- ¿Por qué hay aves que no pueden volar?
- ¿Por qué los mamíferos no se comportan en invierno igual que los reptiles?

EL APARATO LOCOMOTOR

1. *El sistema óseo*
2. *El sistema muscular*
3. *Actividades*

1. El sistema óseo

⇒ *Funciones*

- Sostén de los órganos y aguante del peso del cuerpo.
- Protección de los órganos del cuerpo.
- Movimiento y desplazamiento del cuerpo.
- Hematopoyesis o síntesis de células sanguíneas: en los extremos de los huesos largos, por ejemplo, se forman células sanguíneas como los glóbulos rojos, los glóbulos blancos y las plaquetas.
- Depósito de calcio y fósforo.

⇒ *El tejido óseo*

El hueso va formándose durante el desarrollo embrionario sustituyendo casi por completo al tejido cartilaginoso. Se desarrolla hasta pasada la pubertad gracias a una dieta equilibrada, que contenga minerales. En su formación intervienen varias hormonas.

El hueso es un tejido vivo, ya que continuamente se forma y se destruye. Está constituido por una parte acelular y otra celular. La primera es llamada matriz ósea, y tiene dos componentes:

- *Un componente orgánico*, llamado osteína, que está compuesto de fibras de colágeno y sustancia amorfa, que dan elasticidad al tejido.
- *Un componente inorgánico*, que aumenta su proporción con la edad y está compuesto por fosfatos y carbonatos de calcio, que dan gran dureza pero tienen gran fragilidad.

Y la segunda, la parte celular, consta de diferentes tipos de células, que se encuentran inmersas en la matriz:

- *Los osteocitos*, que son las células principales.
- *Los osteoclastos*, que destruyen el hueso viejo, reabsorbiendo matriz.
- *Los osteoblastos*, o células jóvenes que van a sustituir a los osteocitos cuando estos se hacen viejos.

El hueso está rodeado de una capa de tejido conjuntivo llamado periostio, y sus cavidades internas, por el endostio.

⇒ ***Tipos de tejido óseo***

Se distinguen dos tipos de tejidos óseos:

- *Tejido óseo esponjoso*, que se encuentra en las epífisis o extremos de los huesos largos y en el interior de huesos cortos y planos. Presenta una red de cavidades rellenas de médula ósea que puede ser de dos tipos: médula ósea roja o hematopoyética, donde se forman las células sanguíneas, o la médula ósea amarilla, constituida por tejido adiposo.
- *Tejido óseo compacto*, que se encuentra en las diáfisis o partes medias de los huesos largos y en el exterior de los cortos y planos. Es denso y duro, sin cavidades. Está formado por unas unidades llamadas osteonas o sistemas de Havers. Cada osteona tiene un conducto central o conducto de Havers y una serie de laminillas concéntricas de matriz ósea a su alrededor. Dentro se encuentran las lagunas óseas con los osteocitos que están comunicados entre sí y con los conductos de Havers por medio de los conductos calcóforos. Los conductos de Havers se comunican entre sí y con la superficie del hueso por los conductos de Volkmann por los que penetran los vasos y nervios.

⇒ ***Tipos de huesos según su forma***

Según la forma de los huesos, estos pueden ser, por ejemplo:

- *Largos*, como el fémur de la pierna.
- *Planos*, como el cráneo en la cabeza.
- *Cortos*, como los huesecillos de la mano.

⇒ ***Principales huesos del cuerpo humano***

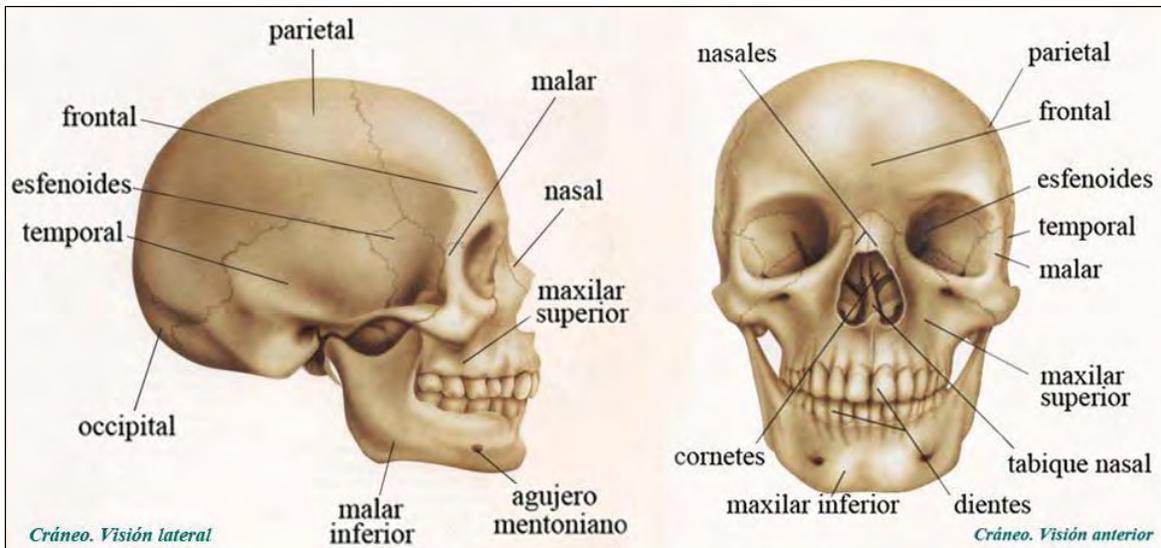
▪ *Huesos de la cabeza*

○ Huesos del cráneo:

- El occipital (1), en la parte del cogote, que tiene un agujero por donde entra la columna vertebral.
- El frontal (1), en la frente, que contiene senos o cavidades interiores.
- Los temporales (2), en los lados, con agujeros en donde está el oído.
- Los parietales (2), por encima de los temporales, en ambos lados.

○ Huesos de la cara. Los más importantes son:

- El maxilar superior o mandíbula superior (2), en donde se ensamblan los dientes superiores. Tiene tres prolongaciones (x2) hacia el interior de las fosas nasales, llamadas cornetes superior, medio e inferior.
- El maxilar inferior o mandíbula inferior (1), que se mueve para masticar y en él están los dientes inferiores.
- Los malaes (2), en los pómulos.
- Los nasales (2), en la parte superior de la nariz.
- Los esfenoides (2), detrás del globo ocular, y por fuera, por delante del temporal. Forman la base del cráneo y dejan una cavidad llamada silla turca, donde se encuentra la glándula hipófisis.
- El etmoides (2), detrás de los nasales, formando las fosas nasales.



- Piezas dentarias. En la especie humana puede haber 32 dientes. Cuando nacemos todavía no tenemos. Después de un tiempo aparece la dentición primera, es decir, los dientes provisionales (llamados dientes de leche), que se va a cambiar progresivamente por la dentición segunda, es decir, por los dientes definitivos, empezando a los 6 años y terminado a los 30 años como muy tarde, con las muelas del juicio, de mineralización más débil y no muy útiles.

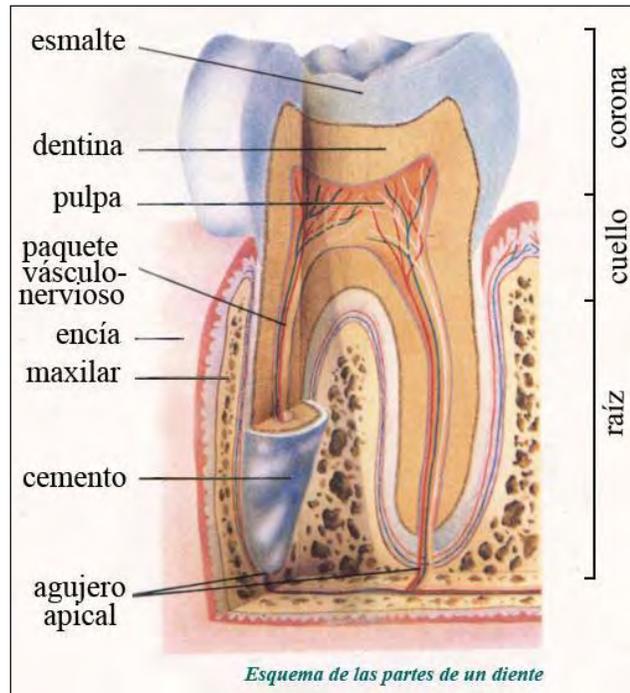
- Tipos de dientes:

- Los incisivos (8), que sirven para cortar.
- Los caninos (4), que sirven para desgarrar.
- Los premolares (8), que sirven para desgarrar y triturar.
- Los molares (12), que sirven para triturar. Los que se sitúan en la parte posterior son las muelas del juicio (4).



- Partes de un diente. La corona es la parte visible del diente y la raíz es la parte escondida en el alvéolo dentario, detrás de la encía. De dentro a fuera, los dientes tienen la siguiente estructura:

- La pulpa dentaria, por donde están los nervios y vasos sanguíneos, que llegan por la raíz desde el maxilar.
- La dentina, que es una sustancia blanca amarillenta.
- El esmalte, que recubre la dentina en la corona y es transparente, o el cemento, que recubre la dentina en la raíz.



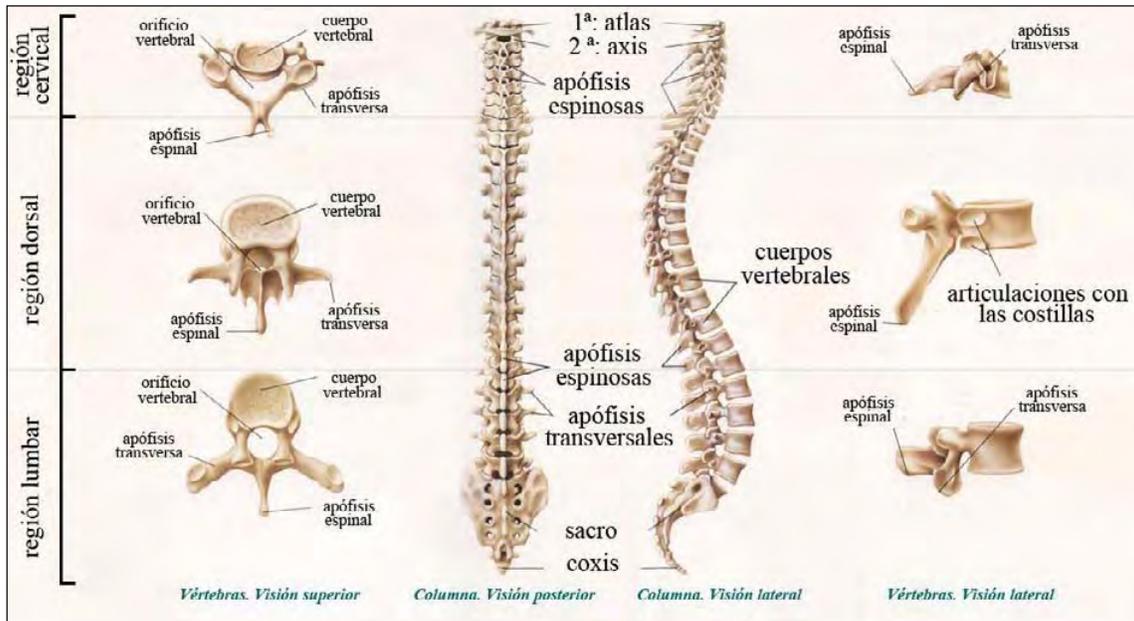
▪ *Huesos del tronco*

- La columna vertebral, que constituye el eje central del cuerpo. Está formada por vértebras (24) y otros huesos especiales, que se encuentran al final. Todas ellas son más o menos parecidas en su cara anterior, y en su posterior, donde hay unos salientes que se llaman apófisis transversas, si salen hacia los lados, o apófisis espinales, si salen hacia atrás. La columna, deja en su interior un canal por donde pasa la médula espinal. Se distinguen varios tipos de vértebras:

- Las cervicales (7), son las superiores. La primera se llama atlas y la segunda axis.
- Las dorsales (12), que corresponden a la espalda. Las costillas se unen a ellas.
- Las lumbares (5), que son las más gruesas e inferiores.

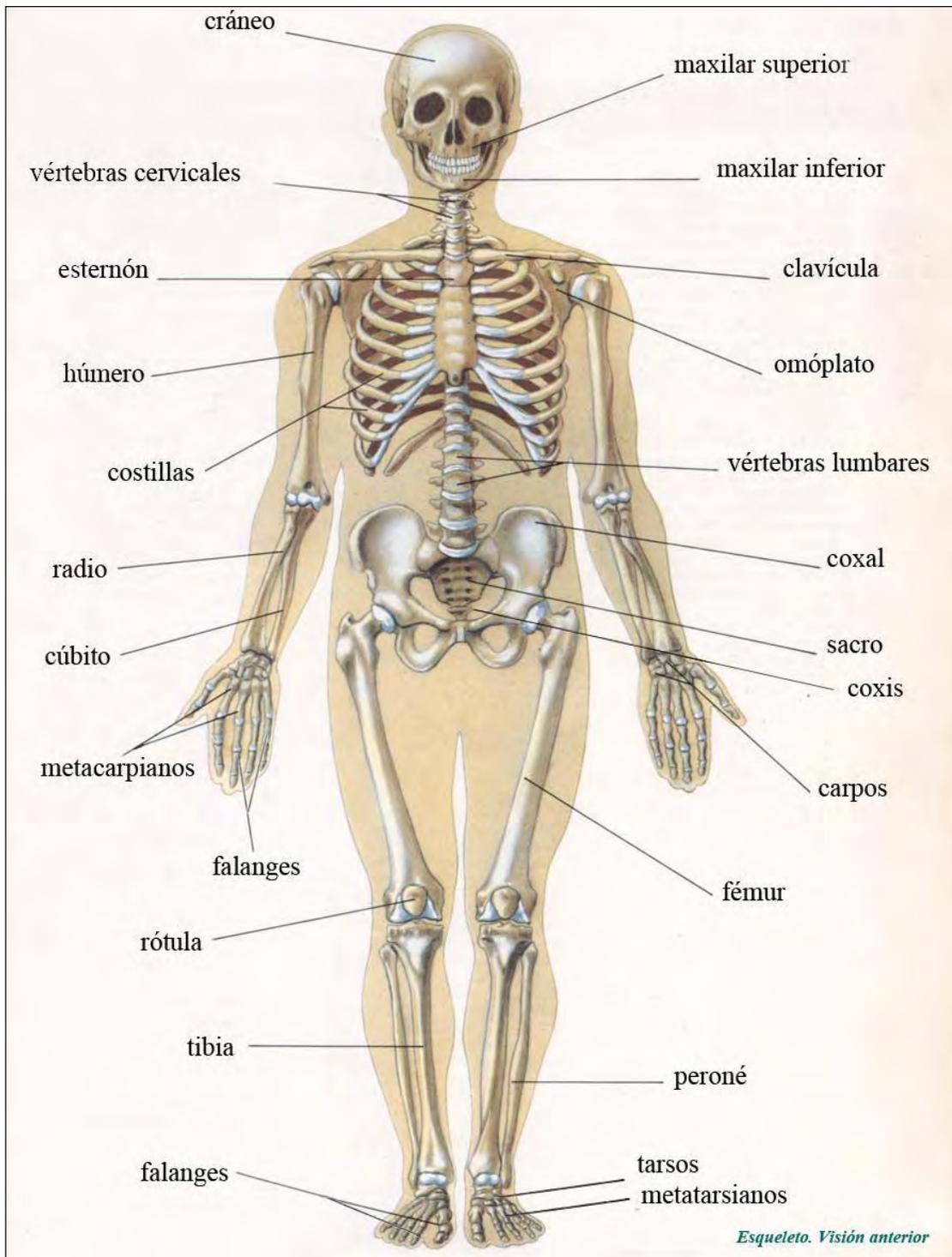
Los huesos de la zona inferior son:

- El sacro (1), con dos hileras de 4 agujeros cada una y con zonas de articulación con los coxales.
- El coxis (1), que son 4 o 5 vértebras rudimentarias, unidas, y que acaban en punta.



- Los coxales (2), que constituyen la pelvis (cintura o articulación pélvica), por donde se unen las extremidades inferiores al tronco.
- El esternón (1), que es el hueso que une las costillas por delante de la caja torácica.
- Las costillas (12), que son de varios tipos:
 - Las costillas verdaderas (7 primeros pares), que se unen directamente al esternón.
 - Las costillas falsas (8º, 9º y 10º par), que se unen cada par a su anterior. Es decir, el par 10º al 9º, el 9º al 8º, y el 8º al 7º.
 - Las costillas flotantes (los 2 últimos pares), que no se unen a ninguna parte.
- Los omóplatos (2), que constituyen la escápula (cintura o articulación escapular), por donde se unen las extremidades superiores al tronco.
- Las clavículas (2), que unen el omóplato con el esternón.
- **Huesos de las extremidades superiores.** En cada brazo hay:
 - El húmero (1), en la mitad superior del brazo.
 - El cúbito (1), en la mitad inferior del brazo (antebrazo).
 - El radio (1), también en el antebrazo. Situando la palma de la mano hacia adelante, ocupa una posición más externa que el cúbito.
 - Los carpos o huesos de la muñeca (8), agrupados en 2 hileras.
 - Los metacarpianos (5), en la mano.
 - Las falanges, en los dedos.
- **Huesos de las extremidades inferiores.** En cada pierna hay:
 - El fémur (1), en la mitad superior de la pierna (muslo).
 - La tibia (1), en la mitad inferior de la pierna (pantorrilla).
 - El peroné (1), en la pantorrilla, el más externo.
 - Los tarsos o huesos del pie y talón (7).

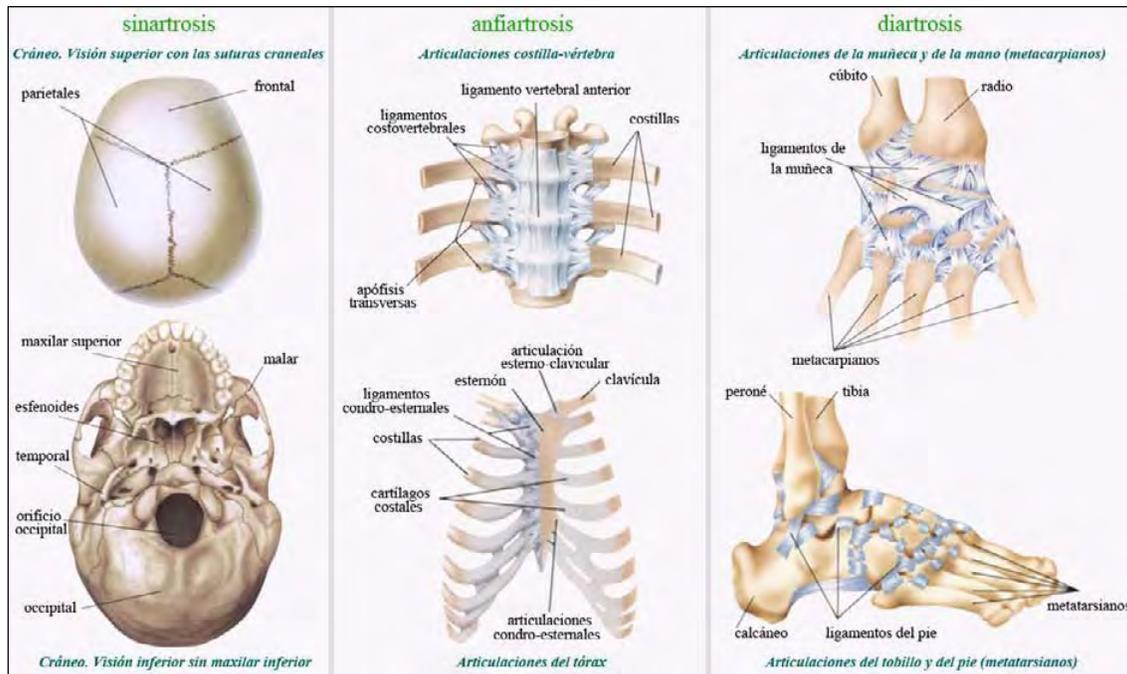
- Los metatarsianos (5), en la zona anterior del pie.
- Las falanges, en los dedos.



⇒ **Las articulaciones, los cartílagos y los ligamentos**

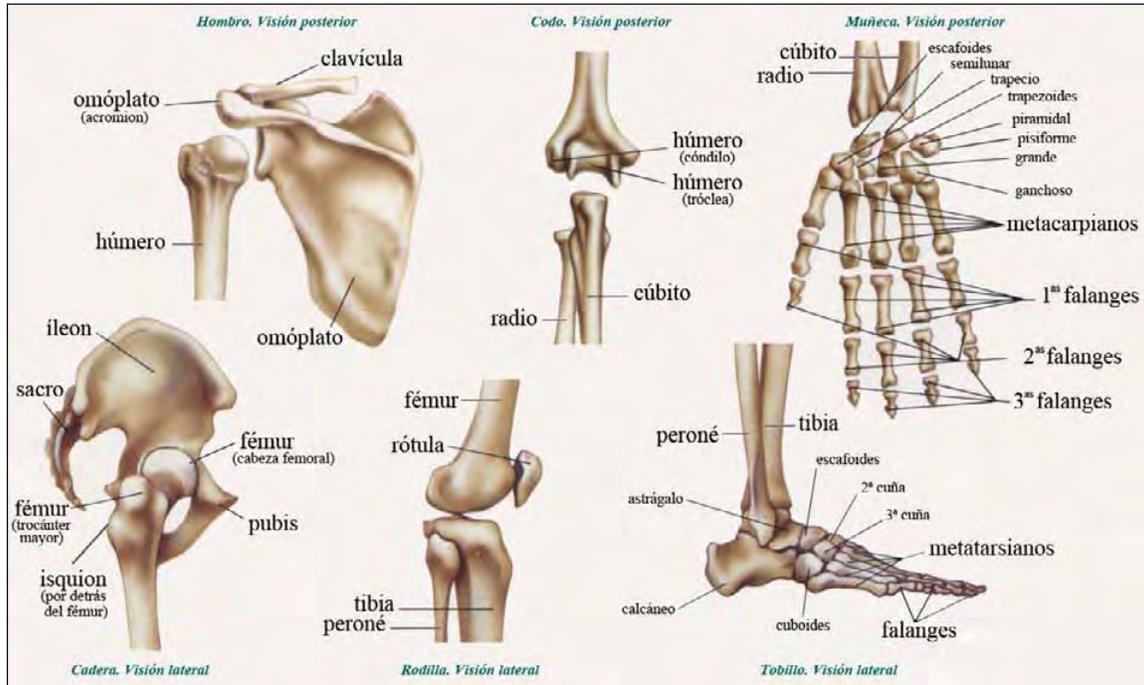
Las articulaciones son los elementos que permiten a los huesos su movimiento relativo. Según el grado de movimiento que permitan, se clasifican en:

- *Sinartrosis*, sin movilidad, por ejemplo, en los huesos del cráneo.
- *Anfiartrosis*, con un poco de movilidad, por ejemplo, en las vértebras.
- *Diartrrosis*, con mucha movilidad, por ejemplo, en el fémur con la pelvis.



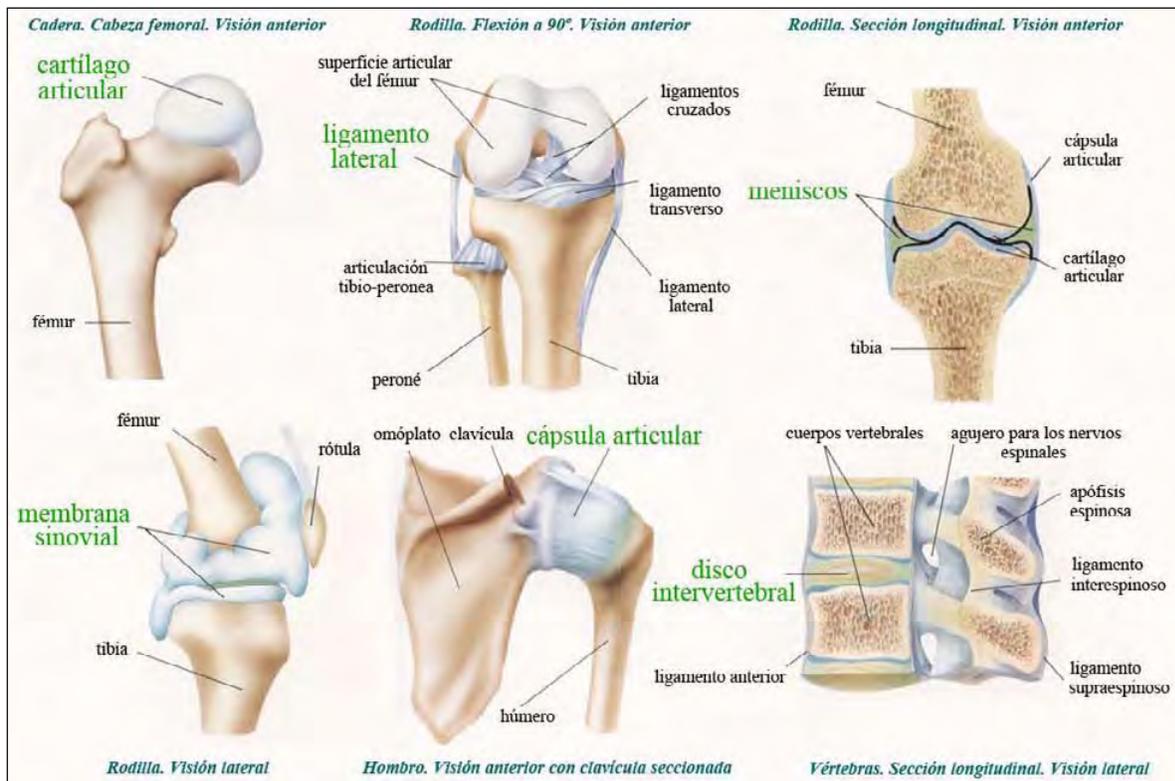
Las articulaciones más conocidas del cuerpo son:

- *El hombro*, llamada cintura o articulación escapular, donde se articulan el omoplato, el húmero y la clavícula.
- *El codo*, que une la parte superior del brazo y el antebrazo, donde se articulan el húmero, el cúbito y el radio.
- *La muñeca*, que une el antebrazo y la mano, donde se articulan el cúbito, el radio y los carpos.
- *La cadera*, llamada cintura o articulación pélvica, donde se articulan el fémur y el coxal.
- *La rodilla*, donde se articulan el fémur, la tibia y el peroné, y donde se encuentra la rótula.
- *El tobillo*, que une la tibia, el peroné y los tarsos.



Los elementos de las articulaciones son los siguientes:

- *El cartílago articular*, que recubre todas las superficies articulares con una fina capa de tejido cartilaginoso hialino. Éste facilita el deslizamiento y evita el desgaste de los extremos óseos. Su elasticidad evita también que golpes o sacudidas puedan causar daños en el sistema óseo.
- *Los ligamentos*, que son tejidos que unen los huesos que se articulan, limitando su movimiento relativo.
- *Los meniscos*, que son tejidos cartilaginosos que se encuentran en algunas articulaciones y su función es la de crear más superficie de contacto en la articulación, para repartir así más la carga sobre ella.
- *La membrana sinovial*, que es una bolsa que envuelve las articulaciones y que tiene como función fabricar un líquido llamado sinovia, que sirve para lubricar las superficies articulares y que nutre al cartílago, ya que a este tejido no llegan los vasos sanguíneos.
- *La cápsula articular*, que es un manguito más o menos grueso que protege y encierra toda la articulación para estabilizarla y limitar su amplitud de movimiento.
- *Los discos intervertebrales*, que son un tipo especial de elementos que se encuentran sólo en la columna vertebral. Son almohadillas de tejido que separan las vértebras entre ellas y amortiguan el peso del cuerpo que aguanta la columna vertebral, al mismo tiempo que permiten que se articule un poco.



2. El sistema muscular

⇒ *Funciones*

- Ejecución de órdenes del sistema nervioso como respuesta a los estímulos externos o internos.
- Sostén de los miembros externos y de los órganos internos del cuerpo.
- Movimiento y desplazamiento del cuerpo: colabora con el esqueleto para poder desplazarnos.

⇒ *El tejido muscular*

Sus células se llaman fibras musculares y son capaces de contraerse cuando reciben estímulos nerviosos. Las fibras musculares contienen un gran número de miofibrillas, que a su vez están compuestas de miofilamentos de proteínas contráctiles, actina y miosina.

La contracción muscular se lleva a cabo por el deslizamiento de los filamentos de actina, delgados, a lo largo de los filamentos de miosina, gruesos. Para ello hace falta gran cantidad de energía, que las fibras obtienen de la respiración celular de las mitocondrias.

Las fibras musculares tienen una membrana que se llama sarcolema, y su citoplasma se denomina sarcoplasma. Estas células han perdido su capacidad de división y tienen una gran cantidad de mitocondrias que proporcionan la energía para la contracción.

⇒ ***Tipos de tejido muscular***

En este tema nos vamos a dedicar a estudiar casi exclusivamente los músculos estriados, responsables del movimiento voluntario. Pero, en general, se diferencian tres tipos de tejido muscular:

- *Tejido muscular estriado o esquelético*, que se encuentra en los músculos esqueléticos que se insertan en los huesos. Las fibras musculares miden varios centímetros de longitud, son plurinucleadas y tienen estriaciones transversales. Sus miofibrillas de actina y miosina están ordenadas regularmente lo que le da su aspecto estriado. Ambos tipos de miofilamentos se disponen paralelos e intercalados formando unidades llamadas sarcómeros en los que se observan bandas claras y oscuras, llamadas estriaciones transversales. La fibra muscular se contrae cuando todos los sarcómeros de ésta se contraen y la contracción final del músculo se debe a la contracción simultánea de todas las fibras musculares que lo componen. Está inervado por el sistema nervioso central y su contracción es voluntaria y rápida.
- *Tejido muscular cardíaco o miocardio*, que forma las paredes del corazón y es responsable del latido cardíaco y, por tanto, de llevar la sangre por todo el organismo. Sus fibras musculares presentan también estriaciones y están ramificadas. Actúan todas como una unidad ya que están unidas entre sí por los discos intercalares que se observan como unas estriaciones oscuras transversales. Está inervado por el sistema nervioso autónomo, su contracción es involuntaria pero rítmica y rápida.
- *Tejido muscular liso* que está constituido por células fusiformes, uninucleadas y sin estriaciones transversales ya que las miofibrillas no están ordenadas regularmente dentro de la fibra muscular. Está inervado por el sistema nervioso autónomo lo que hace que su contracción sea involuntaria y lenta. Forma la pared de los vasos sanguíneos, de los conductos digestivos y respiratorios y de la mayoría de las vísceras.

⇒ ***Tipos de músculos según su forma. Los tendones***

La forma de los músculos es muy variada. Estos pueden ser, por ejemplo:

- *Largos*, como los de las extremidades, que pueden hacer movimientos amplios y rápidos.
- *Anchos*, como los del abdomen y tórax, que revisten y protegen las cavidades torácica y abdominal.
- *Cortos*, como los músculos próximos a la columna vertebral, que pueden hacer movimientos no muy amplios pero potentes.
- *En abanico*, como el pectoral mayor, con forma triangular.
- *Redondos*, como el orbicular de los ojos.
- *Redondos con función de válvula*, como el esfínter del ano o los del estómago (cardias, de entrada, y píloro, de salida).

Según el lugar de inserción de los músculos, estos pueden unirse a:

- Los huesos, ya bien directamente o por medio de un tendón, que es una especie de cuerda fibrosa muy resistente. Pueden tener uno, dos o tres tendones en un extremo, o varios tendones transversales. El bíceps, del brazo superior, es un ejemplo de músculo con dos tendones en un extremo.
- Las aponeurosis, que son bandas fibrosas muy anchas, como los músculos abdominales.
- La piel, como los músculos cutáneos.
- Las mucosas, como los músculos de la lengua.

⇒ **Principales músculos del cuerpo humano**

▪ **Cabeza y cuello**

- Occipital, sobre el hueso occipital.
- Frontal, sobre el hueso frontal.
- Orbicular de los párpados, alrededor de los ojos.
- Orbicular de los labios, alrededor de la boca.
- Esternocleidomastoideo, que sostiene la cabeza sobre el cuello, empieza detrás de la oreja y pasa hacia delante del cuello.
- Trapezio, que sostiene la cabeza sobre el cuello, llegando hasta la altura de los riñones.

▪ **Tronco**

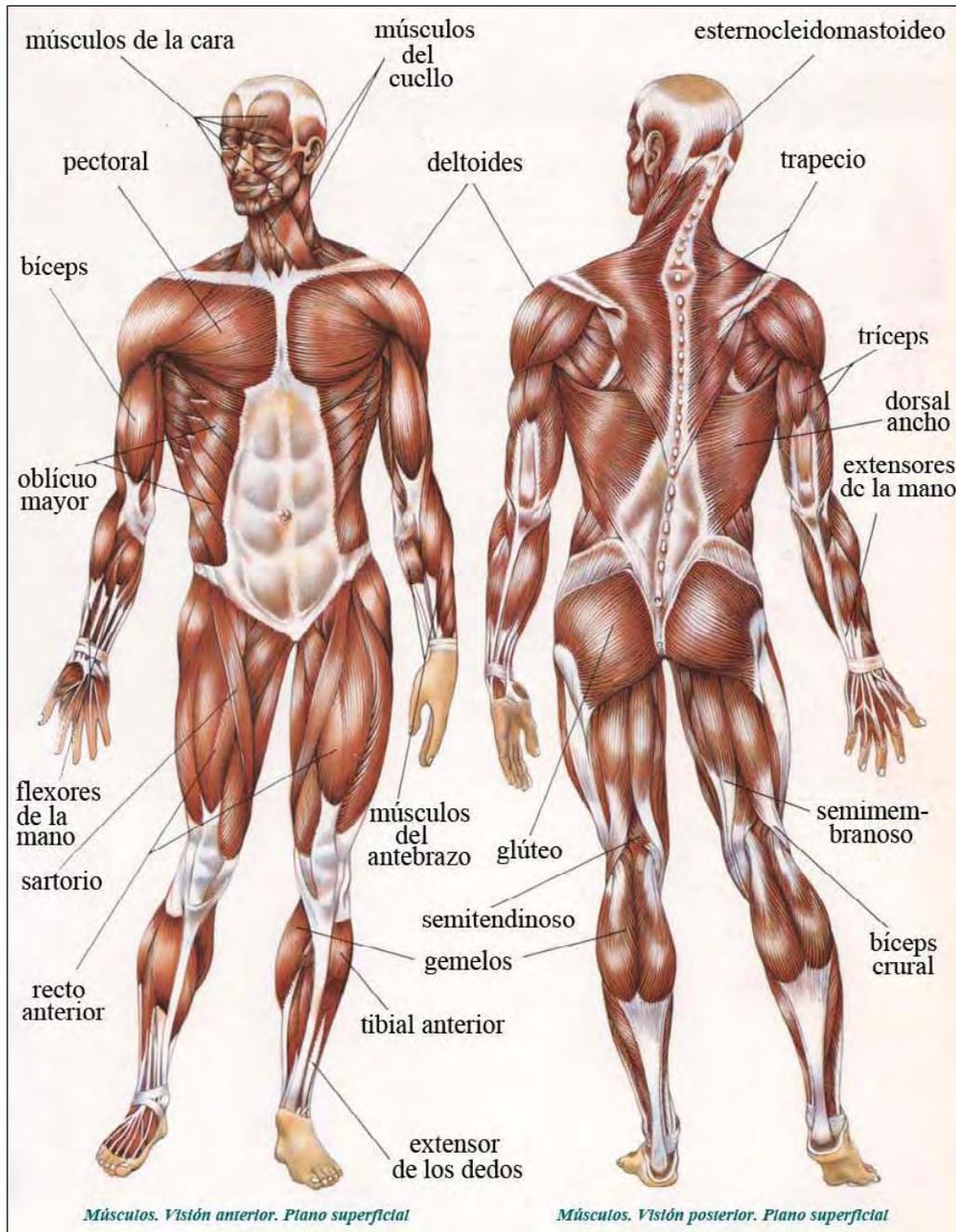
- Deltoides, envuelve el hombro.
- Pectoral mayor, en el pecho, a nivel superficial.
- Recto anterior, que son los “abdominales”, parte central del abdomen, desde el pecho hasta el pubis. Está cubierto por sus aponeurosis.
- Oblicuo mayor, más abajo que el pectoral, por ambos lados del recto anterior, a nivel superficial.
- Dorsal ancho, por detrás, cubre el lomo y llega hasta las nalgas.
- Intercostales, entre las costillas. Intervienen en la respiración.
- Diafragma, que separa la cavidad torácica de la abdominal e interviene en la respiración.

▪ **Extremidades superiores**

- Bíceps, en la mitad superior del brazo, con la palma de la mano hacia adelante, encargado de la flexión del antebrazo.
- Tríceps braquial, en la mitad superior del brazo, cara opuesta del bíceps, encargado de la flexión del antebrazo, es decir, con función contraria a los dos anteriores.

▪ **Extremidades inferiores**

- Glúteo mayor, en las nalgas, a nivel superficial.
- Bíceps crural, por detrás del muslo, en la cara externa.
- Cuádriceps, en el muslo de la pierna, en la cara anterior. Sus partes más importantes son:
 - Recto anterior, en la parte central del muslo.
 - Vasto interno, en la parte interna del muslo.
 - Vasto externo, en la parte externa del muslo.
- Gemelos, en las pantorrillas.
- Tibial anterior, cubriendo la tibia.



3. Actividades

1. Indica dónde se encuentran exactamente 5 huesos del cuerpo (los que tú quieras).
2. ¿Qué relación hay entre el sistema óseo, el sanguíneo y el inmunológico?
3. Indica dónde se encuentran exactamente 5 músculos del cuerpo (los que tú quieras).
4. ¿Qué tipos de articulaciones existen según su movilidad? Pon ejemplos.
5. ¿Cómo tiene lugar la contracción de una fibra muscular y qué efectos tiene sobre la longitud del músculo?

EL SISTEMA CIRCULATORIO

1. *Funciones*
2. *Anatomía*
3. *Principales vasos del cuerpo humano*
4. *Mecánica de la circulación*
5. *Términos médicos útiles*
6. *Actividades*

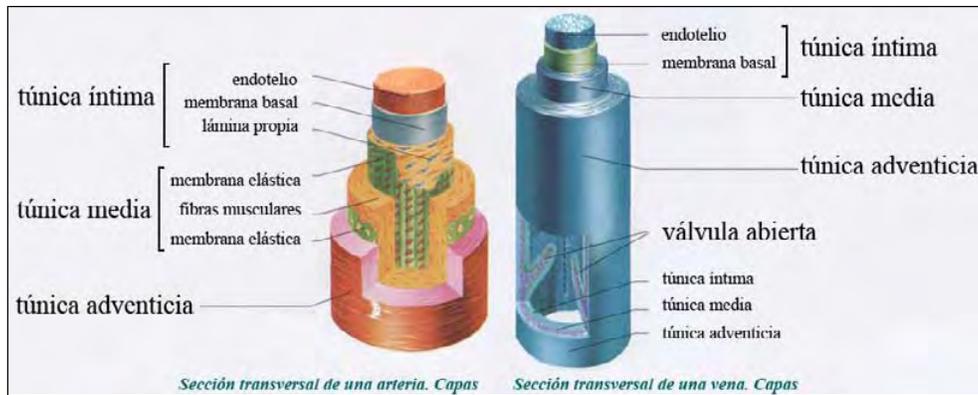
1. Funciones

- Aporte de nutrientes a todo el cuerpo.
- Recogida de productos de desecho de todo el cuerpo.
- Vehículo para el sistema inmunológico.
- Intercomunicación de varios sistemas de nuestro cuerpo.
- Mantenimiento de la turgencia o presión del cuerpo.
- Mantenimiento de la temperatura corporal.
- Mantenimiento de la presión osmótica, salinidad y acidez del medio interno.

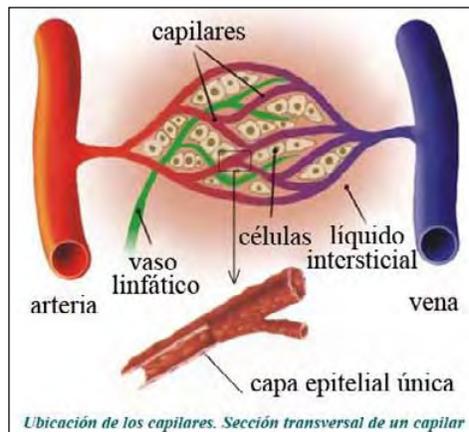
2. Anatomía

El sistema circulatorio consta de varios órganos:

- *Los vasos sanguíneos*, conductos por los que circula la sangre:
 - Las arterias, que provienen del corazón, se ramifican y van a los tejidos de los órganos. Tienen unas capas que se llaman tunicas, que desde el exterior al interior son:
 - Adventicia, la más externa, de tejido conectivo conjuntivo colágeno.
 - Media, la más gruesa, que contiene fibras musculares, para que puedan soportar más presión y para poder controlar su diámetro y, por tanto, su presión, de forma más precisa.
 - Íntima, la más interna, recubierta en su interior por otra capa fina de endotelio, para que la sangre circule finamente.
 - Las venas, que salen de los tejidos de los órganos, se agrupan y llegan al corazón. Tienen unas capas que se llaman tunicas, que desde el exterior al interior son:
 - Adventicia, la más externa, elástica y de tejido conectivo conjuntivo elástico.
 - Media, la más gruesa, pero no tanto como en las arterias (debido a que éstas no soportan tanta presión como las arterias), que contiene fibras elásticas y musculares (estas últimas en mucho menor número que en las arterias).
 - Íntima, la más interna, que es una capa fina de epitelio de revestimiento.



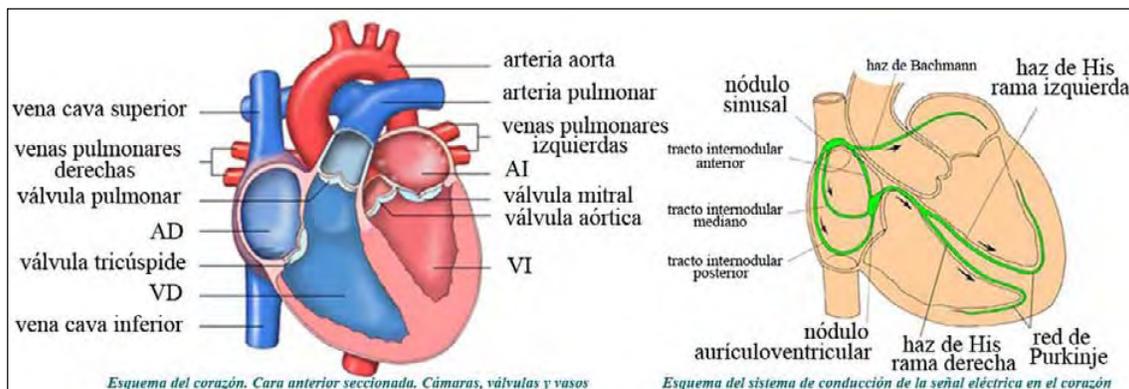
- Los capilares, o puntos de unión entre las primeras y las segundas a nivel de tejidos. En estos se realiza el intercambio de gases (oxígeno, O_2 , y dióxido de carbono, CO_2) a nivel de los tejidos. Tienen una pared delgada (epitelio simple monoestratificado).



- *El corazón*, situado en el mediastino, espacio que queda en la caja torácica, entre los pulmones y el esternón y queda sujeto gracias al pericardio, que es un saco formado por tres capas que rodean y protegen al corazón. El corazón tiene:

- 3 capas, de fuera a dentro:
 - El epicardio, que es la capa más externa, fina y transparente de la pared cardíaca.
 - El miocardio, formado por tejido muscular cardíaco, que constituye el mayor componente del corazón y es responsable de su contracción. Sus células musculares son estriadas, ramificadas y de contracción involuntaria.
 - El endocardio, que es una fina capa de endotelio que recubre a una fina capa de tejido conjuntivo. Da un revestimiento liso del interior del corazón y recubre las válvulas cardíacas. El endocardio se continúa con el revestimiento endotelial de los grandes vasos asociados al corazón y el resto del sistema circulatorio.
- 4 cámaras, conectadas de dos a dos:
 - Aurícula izquierda y ventrículo izquierdo, AI y VI.
 - Aurícula derecha y ventrículo derecho, AD y VD.

- 4 válvulas:
 - 2 auriculoventriculares, separando aurículas y ventrículos. La bicúspide o mitral entre AI y VI y la tricúspide entre AD y VD.
 - 2 sigmoideas, justo en las salidas de sangre del corazón. La pulmonar, que da paso a la arteria pulmonar, y la aórtica, que da paso a la arteria aórtica.
- Un tejido nervioso auto excitable, que comprende:
 - El nódulo sinusal, llamado tejido marcapasos, generador del impulso eléctrico y que se encuentra en la parte superior de la AD.
 - El nódulo auriculoventricular, encargado de la conducción del impulso eléctrico. Se sitúa en la parte inferior de la AD.
- Esta señal eléctrica se conduce hasta los ventrículos por:
 - El fascículo o haz de His, que pasa por medio de la pared que separa los ventrículos, llamada tabique ventricular.
 - La red de Purkinje, que con sus ramas derecha e izquierda, distribuye la señal a todo el músculo cardíaco de los ventrículos.



3. Principales vasos del cuerpo humano

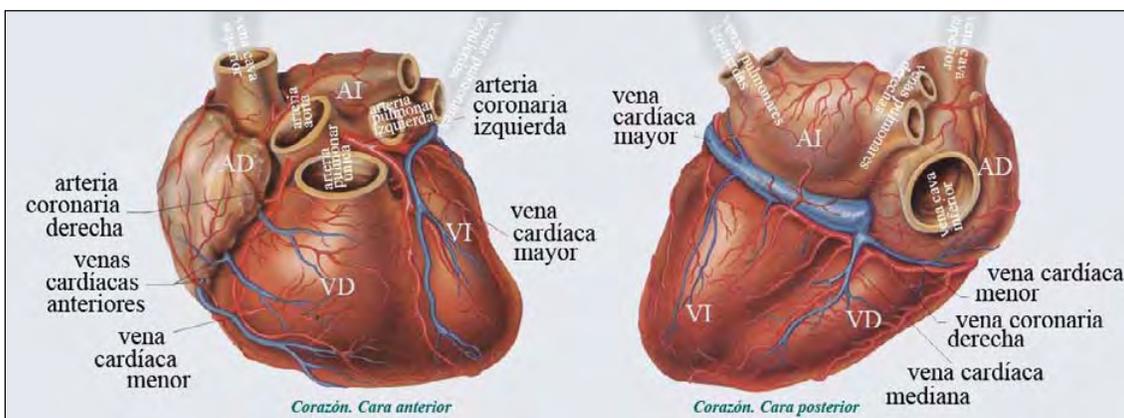
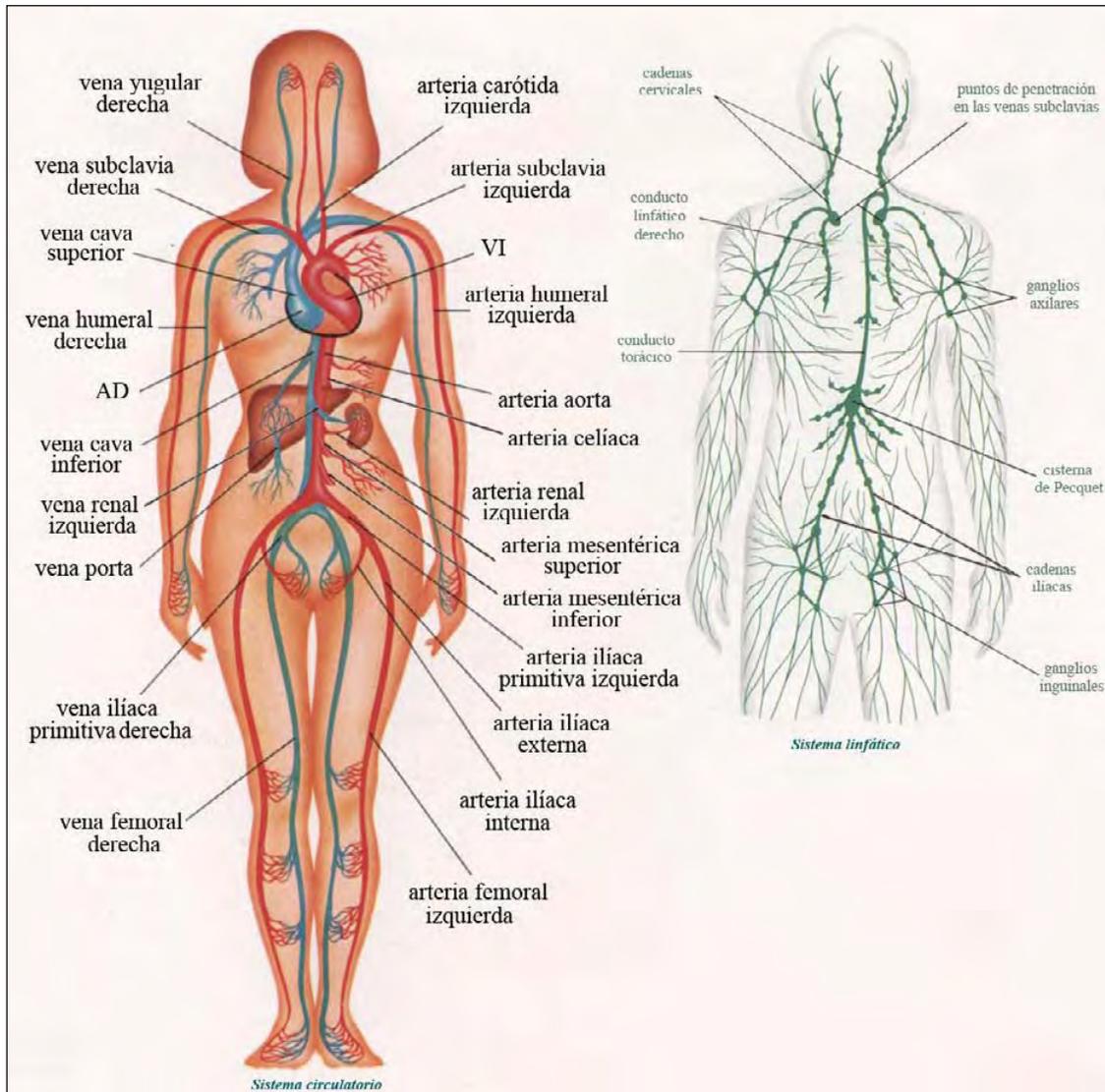
Algunos de los vasos sanguíneos más importantes del cuerpo son los que aparecen a continuación.

- *La arteria aorta*, que sale del VI. Sale por la parte de arriba del corazón (lado ancho), gira y va hacia abajo del cuerpo. Tiene varios tramos:
 - La aorta ascendente, desde su salida del corazón hasta el arco aórtico. De ella salen:
 - Las arterias coronarias (2), que irrigan el corazón. La sangre se devuelve directamente a las aurículas del corazón por venas.
 - El arco aórtico, que es la curva de la aorta. Da origen a:
 - Las subclavias (2), que irrigan las extremidades superiores.
 - Las carótidas (2), que irrigan el cuello y la cabeza.

- La aorta descendente, desde el arco hacia abajo, hasta el lugar donde salen las arterias ilíacas comunes. Sus tramos se llaman aorta torácica, sobre el diafragma, y aorta abdominal, desde el diafragma hasta que empiezan las arterias ilíacas comunes. De este último tramo salen sucesivamente:
 - El tronco celiaco, arteria que irriga el esófago, estómago, duodeno, bazo, páncreas, hígado y vesícula biliar.
 - La arteria mesentérica superior, que nace por debajo del tronco celiaco e irriga el intestino delgado, la mitad derecha del intestino grueso, un trozo de colon y la parte superior del páncreas.
 - La arteria mesentérica inferior, que nace de la aorta abdominal e irriga la mitad izquierda del colon y el recto.
 - Las arterias renales (2), cada una irrigando un riñón abundantemente.
 - Las arterias ilíacas primitivas (2), que irrigan las extremidades inferiores.
- *Las venas cavas* (2), que llegan a la AD con sangre no muy oxigenada. Llegan independientemente una de arriba y la otra de abajo a la AD:
 - La vena cava superior, que recoge la sangre de todas las partes que quedan por encima del músculo diafragma con excepción de los pulmones y el corazón. Se forma a partir de la unión de:
 - Los troncos braquiocefálicos [(2), derecho e izquierdo, que a su vez se forman de la unión de las:
 - Las venas yugulares (2), derecha e izquierda, que recogen sangre de la cabeza y cuello.
 - Las venas subclavias (2), derecha e izquierda, que recogen sangre de las extremidades superiores, resto del tórax. Además, son los vasos en donde los conductos linfáticos torácico y derecho vierten la linfa.
 - La vena cava inferior, que retorna sangre de las extremidades inferiores, los órganos del abdomen y la pelvis y que se origina de la unión de:
- *Las venas ilíacas primitivas* (2), que recogen sangre de las extremidades inferiores.

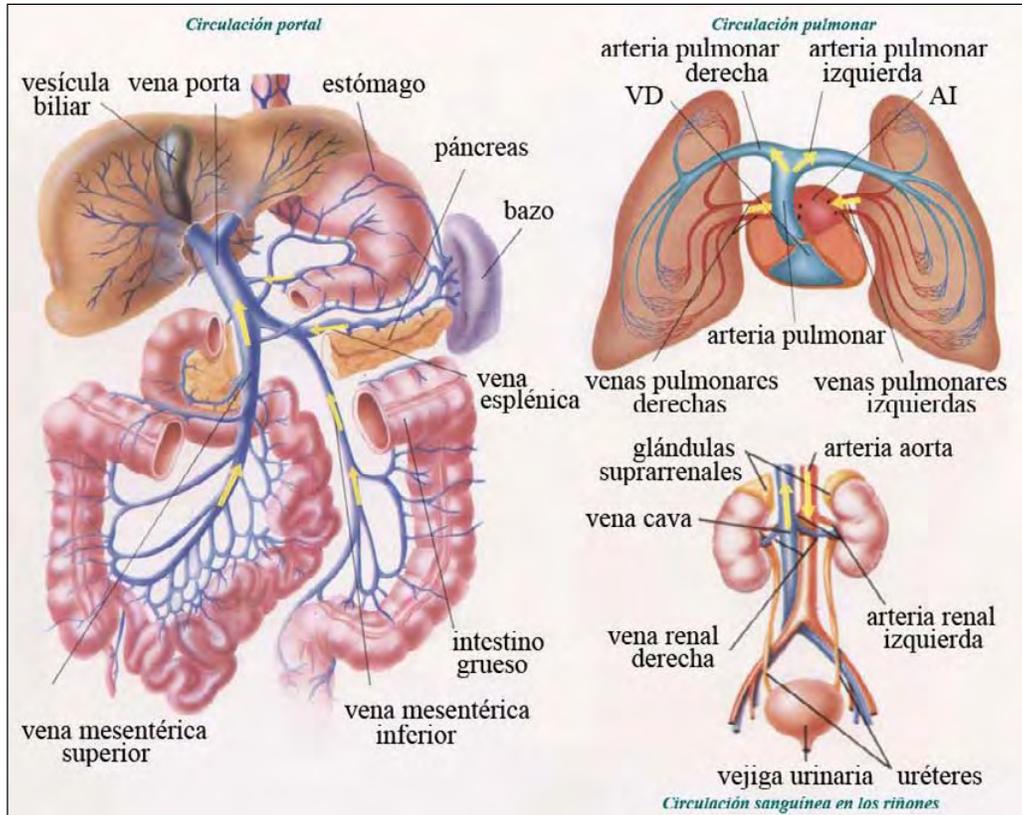
A la vena cava inferior se le unen:

- Las venas renales (2) derecha e izquierda, con sangre que viene de los riñones.
 - La vena porta, que recoge la sangre rica en nutrientes de la digestión desde los intestinos y la conduce al hígado.
- *La arteria pulmonar*, que sale del VD y se dirige hasta los pulmones, donde se oxigenará la sangre. Poco después de salir del VD se bifurca en dos, derecha e izquierda, y cada una va hacia un pulmón.
 - *Las venas pulmonares* (4), que llegan a la AI desde los pulmones con sangre oxigenada. Hay dos que provienen del pulmón derecho y dos del pulmón izquierdo. Llegan todas ellas independientemente a la AI.



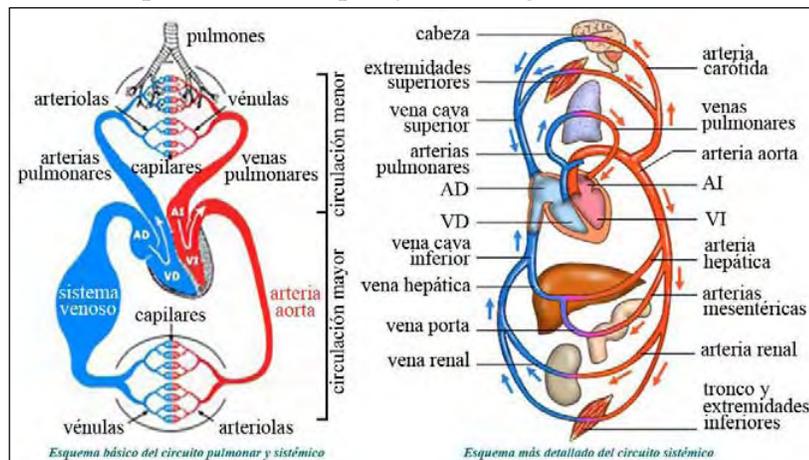
4. Mecánica de la circulación

El sistema circulatorio consta de dos circuitos que se reparten el volumen de sangre de nuestro cuerpo:



- *El circuito sistémico* (circulación mayor). La sangre mayormente oxigenada sale por el VI y la arteria aorta, llega a todas partes del cuerpo, y se recoge en las venas cavas, devolviéndose al corazón por la AD.

- *El circuito pulmonar* (circulación menor). La sangre escasamente oxigenada sale por el VD por la arteria pulmonar, llega hasta los pulmones, donde se realiza el intercambio de gases, y vuelve al corazón por las venas pulmonares a la AI.

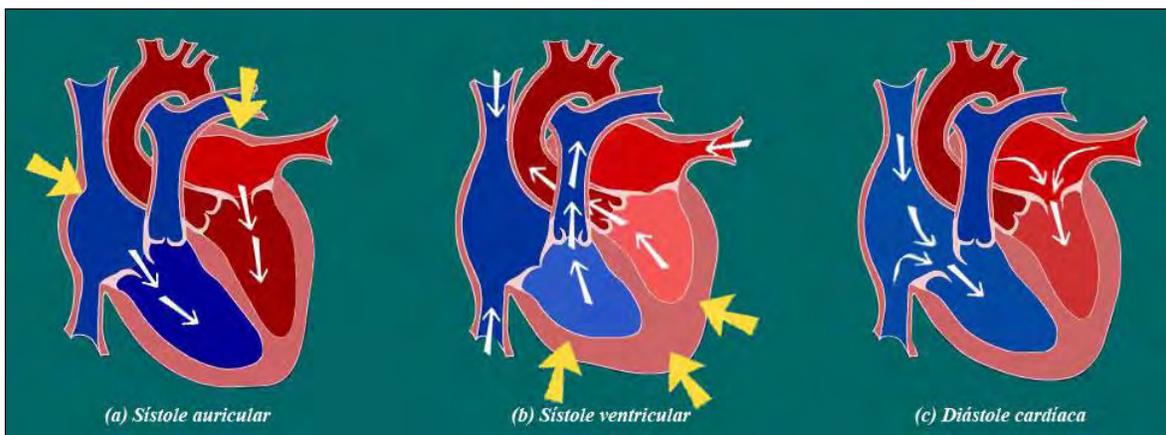


Los movimientos del corazón son cíclicos y ocurren de 60 a 80 veces por minuto. El músculo cardíaco es auto excitable, y eso significa que se contrae de manera regular y espontánea. La frecuencia de las contracciones puede ser cambiada por influencias de nervios u hormonas, o como resultado del ejercicio físico o en situaciones de peligro. En estos dos últimos casos, se acelera la frecuencia cardíaca. La adrenalina (neurotransmisor del sistema nervioso periférico autónomo simpático) acelera el ritmo, pero la acetilcolina (neurotransmisor del sistema nervioso periférico autónomo parasimpático) lo desacelera.

El bulbo raquídeo es el centro que controla la frecuencia cardíaca y respiratoria.

La contracción ocurre gracias a la auto excitación del tejido nervioso del nódulo sinusal. A lo largo del ciclo cardíaco, la presión arterial aumenta y disminuye. A continuación se expone lo que ocurre en cada ciclo cardíaco, proceso también conocido como latido del corazón:

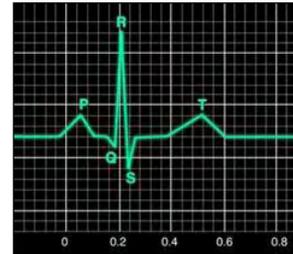
- *Sístole auricular* (contracción de las aurículas), que se da simultáneamente a una diástole ventricular (relajación de los ventrículos) y dura $\frac{1}{4}$ de la primera mitad del ciclo. El nódulo seno-auricular se auto excita, lo que causa una sístole de las aurículas y un mayor llenado de los ventrículos, que siguen encontrándose en diástole.
- *Sístole ventricular*, que se da simultáneamente a una diástole auricular y dura $\frac{3}{4}$ de la primera mitad del ciclo. Las válvulas auriculoventriculares se cierran porque ya no llega suficiente presión desde las aurículas. El impulso eléctrico pasa al nódulo auriculoventricular, por el haz de His y después por la red de Purkinje, y los ventrículos entran en sístole, mientras que las aurículas están ya en diástole. Como consecuencia, la sangre es fuertemente impulsada por las arterias aorta y pulmonar, abre las válvulas sigmoideas, y sale hacia los circuitos sistémico y pulmonar, respectivamente.
- *Diástole cardíaca*, que tiene lugar durante la segunda mitad del ciclo. La sangre que retorna de los circuitos sistémico y pulmonar llena las aurículas pasivamente, sin necesidad de sístole. Las válvulas auriculoventriculares se abren por el empuje de la sangre y se llenan también pasivamente los ventrículos, que están también en diástole, y con las válvulas sigmoideas cerradas, por falta de presión.



5. Términos médicos útiles

▪ *Electrocardiograma (ECG)*: representación gráfica de la actividad eléctrica del corazón.

- La onda P corresponde a la excitación del nódulo auricular, que da inicio a la sístole auricular.
- El complejo QRS refleja la excitación del músculo ventricular y el comienzo de la sístole ventricular.
- La onda T da inicio a la relajación ventricular y entrada a la diástole total.



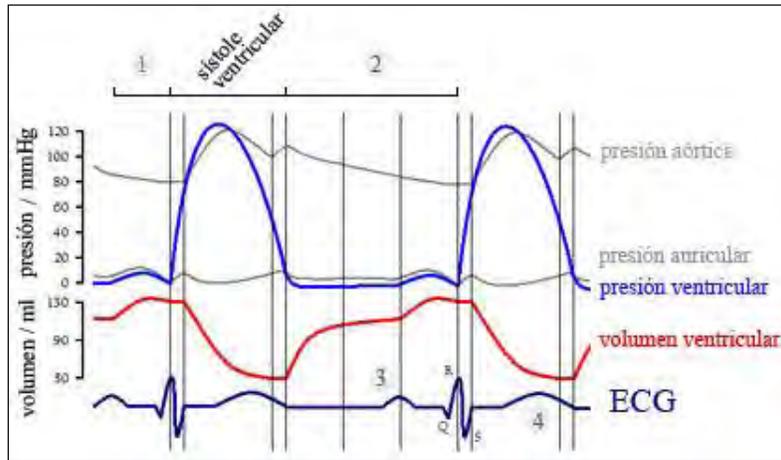
▪ *Presión o tensión arterial*: presión que ejerce la sangre contra la pared de las arterias. Esta presión es imprescindible para que circule la sangre por los vasos sanguíneos y aporte el oxígeno y los nutrientes a todos los órganos del cuerpo para que puedan funcionar. Se mide en el brazo izquierdo. La presión arterial tiene dos valores, llamados comúnmente “la mínima” y la “máxima”:

- Presión arterial diastólica: corresponde al valor mínimo de la tensión arterial cuando el corazón está en diástole o entre latidos cardíacos. Depende fundamentalmente de la resistencia vascular periférica. Se refiere al efecto de presión que ejerce la sangre sobre la pared del vaso.
- Presión arterial sistólica: corresponde al valor máximo de la tensión arterial cuando el corazón está en sístole. Se refiere al efecto de presión que ejerce la sangre eyectada del corazón sobre la pared de los vasos.

Cuando se expresa la tensión arterial, se escriben dos números separados por un guión. Por ejemplo: 70-120 (que se refiere a mm Hg) o también 7-12. Los valores normales de presión arterial varían entre 90/60 y 120/80 mm Hg. Valores por encima de 130/90 son indicativos de hipertensión o presión arterial alta y por debajo de 90/60 son indicativos de hipotensión o presión arterial baja.

6. Actividades

1. Compara una vena y una arteria, indica sus diferencias y propón por qué tienen una estructura diferente.
2. Ejercicio por tríos: Uno explica el recorrido que sigue la sangre desde que es bombeada por el VI hasta que vuelve a llegar a él. Otro compañero tiene que decir cómo están las válvulas del corazón en cada momento (abiertas o cerradas) y el otro compañero tiene que decir cómo se encuentran las cámaras del corazón (sístole o diástole).
3. ¿Por qué se recomienda no tomar mucha sal a personas que tienen la presión sanguínea elevada y por qué no se prohíbe tomar café en general a personas con la tensión baja?
4. Una señora va a la médica de cabecera y su enfermero le toma el pulso y la tensión. Explica si tienen algo en común las pulsaciones por minuto y la tensión arterial.
5. Observa el gráfico donde se presenta un electrocardiograma (ECG, registro de la actividad eléctrica del corazón). Después, identifica los 4 números con los siguientes términos: onda T, diástole cardíaca, sístole auricular, onda P.



EL APARATO RESPIRATORIO

1. *Funciones*
2. *Anatomía*
3. *Mecánica de la ventilación*
4. *Intercambio de gases*
5. *Actividades*

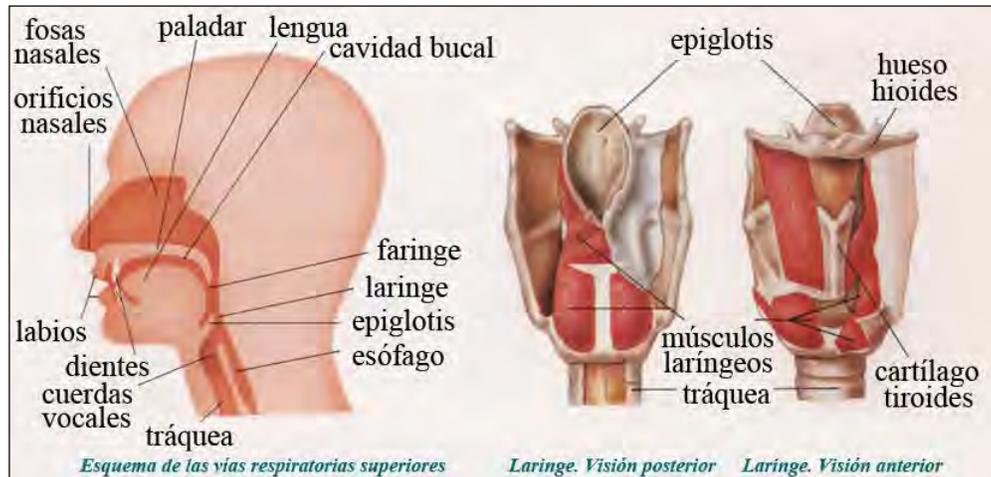
1. Funciones

- Ventilación del cuerpo humano y, por tanto, aporte de oxígeno como nutriente.
- Regulación de la temperatura (a partir de la excreción/expulsión de vapor de agua) y de la acidez de la sangre y del medio interno (a partir de la expulsión de dióxido de carbono).
- Expulsión del dióxido de carbono como producto de desecho.

2. Anatomía

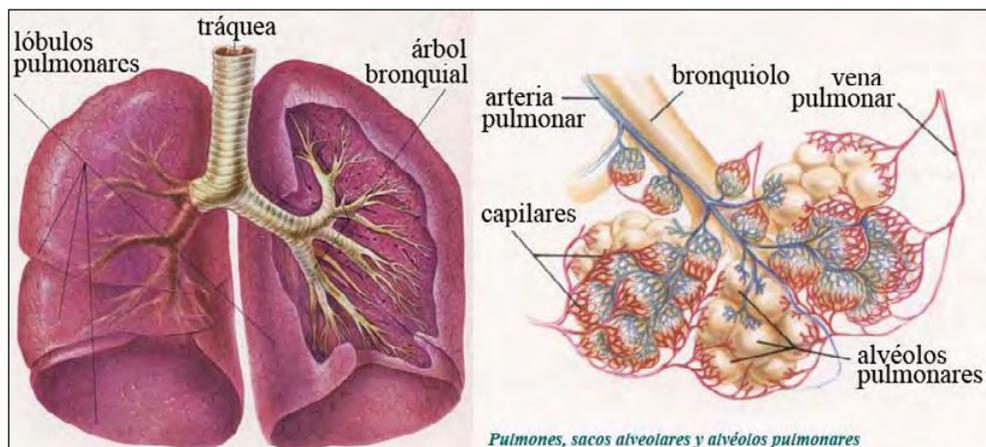
El sistema respiratorio consta de varios órganos:

- *Vías respiratorias superiores*
 - Las fosas nasales, que son las cavidades que se encuentran en el centro de la cara, delimitadas lateralmente por los huesos maxilares superiores. Están tapizadas por mucosa. Las fosas nasales desembocan en la parte superior de la faringe, llamada rinofaringe.
 - La laringe, que es un órgano hueco situado en la parte anterior del cuello, por delante del esófago. Está formado por piezas de tejido cartilaginoso, músculos y ligamentos. En su parte superior, de contacto con la faringe, hay un órgano cartilaginoso, la epiglotis, que se encarga de cerrar el paso hacia las vías respiratorias cuando comemos. En la laringe también está el órgano fonador, que nos permite articular el lenguaje. Por su parte inferior, la laringe comunica con la tráquea. A nivel superficial de la laringe, está la nuez, donde se encuentra la glándula tiroides.
 - La tráquea, que es un tubo formado por anillos cartilagosos, cilíndrico excepto en su cara posterior, aplanada, que está en contacto con el esófago. La capa que tapiza su interior está formada por un epitelio pseudoestratificado vibrátil, es decir, con cilios, que se encarga de barrer la suciedad introducida en el sistema respiratorio hasta la parte superior de las vías respiratorias, para que no llegue a los pulmones. En esta función interviene también el mucus secretado por unas células especializadas.



▪ *Vías respiratorias inferiores.* Son los pulmones, que se encuentran dentro de la caja torácica. El derecho tiene 3 lóbulos. Por debajo de los pulmones está el músculo diafragma, que es el que posibilita la ventilación.

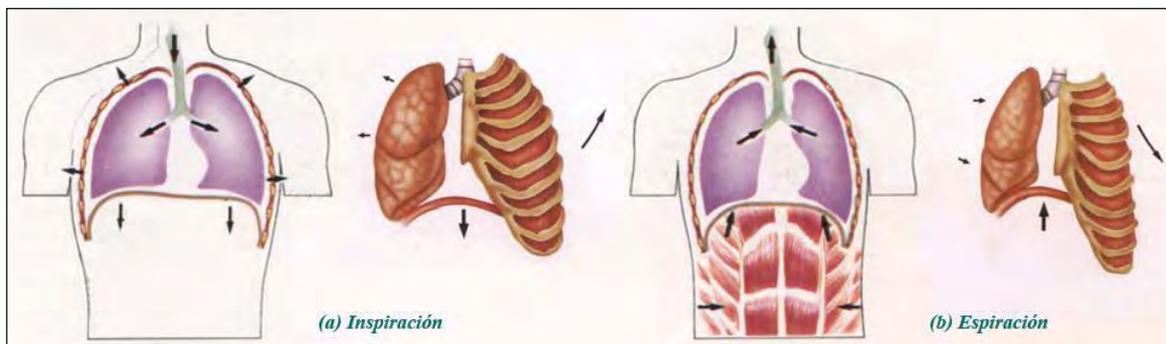
- Los bronquios, que son la continuación de la tráquea, que se bifurca en 2 ramas, derecha e izquierda, y que penetran en los pulmones.
- Los bronquiolos, que son la continuación de los bronquios y llegan hasta diámetros microscópicos.
- Los sacos alveolares, que son agrupaciones de alvéolos pulmonares.
- Los alvéolos pulmonares, que son los espacios en donde se realiza el intercambio de gases. Al estar interconectados, entre todos forman un gran espacio o volumen para el intercambio de gases. A los alvéolos llegan vasos sanguíneos y estos forman una red de capilares en su pared para realizar el intercambio de gases. En los alvéolos hay dos tipos de células:
 - neumocitos de tipo I, que tapizan la pared los alvéolos.
 - neumocitos de tipo II, que producen una sustancia llamada líquido surfactante, que mantiene la tensión superficial del líquido de la superficie del espacio alveolar, evitando que los alvéolos se colapsen después de una espiración.



3. Mecánica de la ventilación

La ventilación consta de dos movimientos continuos que tienen lugar involuntariamente y que son controlados directamente por el centro de la respiración del bulbo raquídeo mediante fibras del sistema nervioso periférico autónomo, aunque también pueden ser variados voluntariamente:

- *La inspiración* o entrada de aire hasta los pulmones desde el exterior: el diafragma se contrae y baja, y los músculos intercostales se contraen subiendo un poco, con lo que aumenta el volumen de la caja torácica y, al disminuir la presión en los pulmones, el aire se ve forzado a entrar desde el exterior hasta su interior. El aire inhalado pasa principalmente por la nariz, donde los pelos filtran el aire, impidiendo que partículas extrañas entren en el sistema respiratorio. Luego el aire pasa por la cavidad nasal, por donde empieza a calentarse y humedecerse. Después de allí, el aire viaja por la faringe, hacia la laringe, para continuar atravesando la tráquea, y posteriormente los bronquios, que conducen el aire hacia los pulmones. Una vez allí, el aire pasa por múltiples conductos pequeños ramificados, los bronquiolos, hasta los alvéolos, que son las cámaras en donde finalizan.
- *La espiración* o salida de aire desde los pulmones hacia el exterior: el diafragma se relaja y sube, y los músculos intercostales se relajan bajando un poco, con lo que disminuye el volumen de la caja torácica y esto fuerza al aire a salir de ella hacia el exterior. También se exhalan productos de desecho, como CO_2 y vapor de agua. Por tanto, funciona como mecanismo para enfriar el cuerpo. El surfactante pulmonar es un líquido que está dentro de los alvéolos y aumenta la tensión superficial en su interior, evitando que estos se colapsen, es decir, que sus paredes se peguen después de una espiración, optimizando así el intercambio de gases.



La ventilación tiene una amplitud (volumen de aire inspirado o espirado) y una frecuencia (ritmo del ciclo inspiración-espiración) que no son siempre fijas, y que pueden cambiar, por ejemplo, por propia voluntad, como reacción a momentos de estrés, por variaciones en la acidez o salinidad del medio interno, por enfermedades, cuando dormimos, etc. La frecuencia de la respiración está bajo control del bulbo raquídeo.

4. Intercambio de gases

El intercambio gaseoso de O_2 y CO_2 es posible gracias a la diferencia de concentración de gases, que se encuentran tanto en los alvéolos como en los capilares que los rodean. El intercambio de gases se produce por difusión a favor de gradiente, es decir, por el paso de moléculas de una zona de mayor concentración a otra donde ésta es menor. La hemoglobina

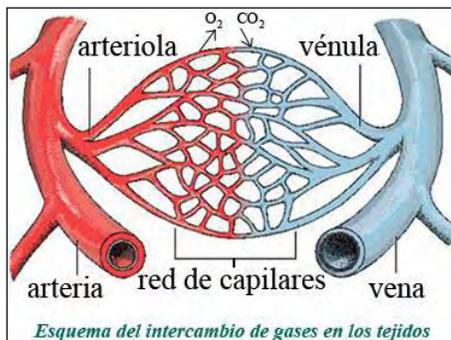
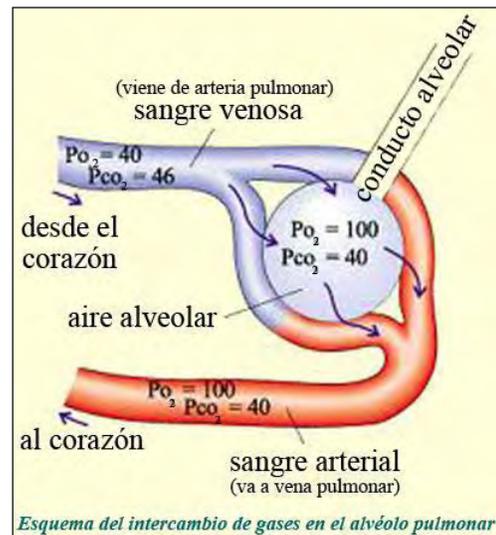
de los glóbulos rojos es la proteína encargada de transportar estos gases y puede unirse reversiblemente a los dos.

El aire alveolar tiene una composición bastante constante y es el resultado de la mezcla continua entre aire inspirado y espirado. Está saturado de vapor de agua. La mucosa en las fosas nasales y la irrigación periférica de las vías respiratorias superiores contribuyen a este humedecimiento y además, calientan el aire.

Los glóbulos rojos de la sangre normalmente suman casi la mitad del volumen sanguíneo. Están llenos de hemoglobina, que tiene una gran afinidad por el O_2 y CO_2 (más por este último) y puede combinarse con ellos de manera reversible. Cuando el oxígeno penetra a los capilares desde el espacio alveolar, se une a la hemoglobina, que suelta de la misma manera el CO_2 . Cuando ésta se encuentra en los tejidos del cuerpo, cede el O_2 y coge el CO_2 . Tanto el O_2 como el CO_2 son gases capaces de difundirse hacia el interior de la célula.

De manera más detallada, se pueden diferenciar dos procesos de intercambio de gases:

- Entre los alvéolos pulmonares y los capilares sanguíneos. A los pulmones llega sangre no muy oxigenada por las arterias pulmonares. Una vez aquí, a nivel de los capilares de los alvéolos, la hemoglobina de la sangre, que contiene un bajo porcentaje de O_2 y alto de CO_2 (40 mm Hg y 46 mm Hg respectivamente, valores típicos de la sangre venosa), tiende a captar O_2 y ceder CO_2 por difusión a favor de gradiente, debido a que estos se encuentran en concentraciones de 100 y 40 mm Hg respectivamente en el espacio alveolar. Como resultado, la sangre arterial que sale por las venas pulmonares tendrá 97 y 38 mm Hg de O_2 y CO_2 respectivamente. Así pues, el O_2 se difunde desde los alvéolos hacia los capilares venosos, para ser posteriormente distribuido a todas las regiones del cuerpo saliendo del corazón por la arteria aorta. El CO_2 , por otro lado, que llega a los pulmones por las arterias pulmonares, se difunde desde los capilares arteriales hacia los espacios alveolares, desde donde es expulsado al exterior.

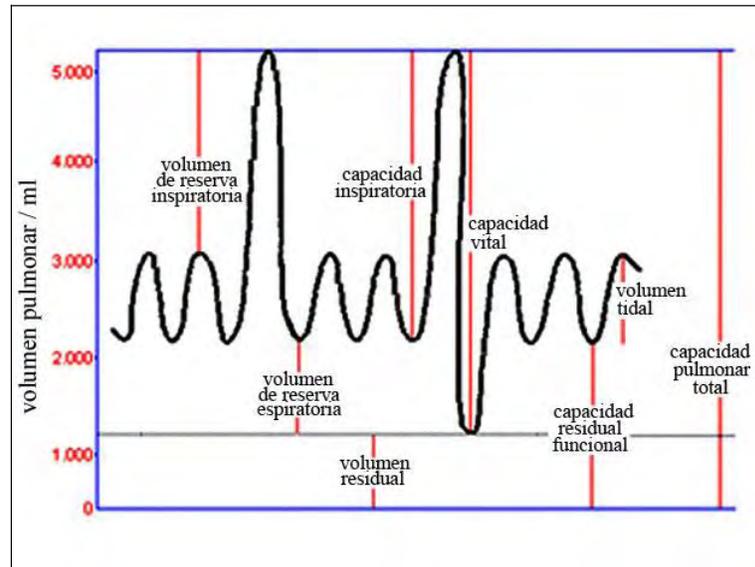


CO_2 es mayor que para el O_2 . La sangre oxigenada contenida en los capilares mantiene una presión parcial de O_2 mayor que la que existe en las células (aproximadamente 40 mm Hg). Debido a esta diferencia de presión, el O_2 se difunde desde los capilares arteriales hacia las

células. Por el contrario, la presión parcial del CO_2 en las células (45 mm Hg) es mayor que en los capilares venosos (40 mm Hg) y, por eso, el CO_2 sale desde la célula y entra en los capilares venosos, que lo transportan hacia los pulmones, para ser liberado en la espiración.

5. Actividades

1. Observa el siguiente gráfico y completa los huecos del texto con los términos del gráfico:



- a) En condiciones normales, el volumen de aire que se mueve en cada respiración es de unos 500 ml; este volumen se denomina volumen normal, también llamado volumen corriente o volumen _____.
 - b) Nuestro pulmón es capaz de introducir más aire con la inspiración profunda: es el volumen de _____.
 - c) De la misma forma, puede expulsar más aire al hacer una espiración máxima: se trata del volumen de _____.
 - d) La suma de estos tres volúmenes recibe el nombre de capacidad _____, que es el volumen total de aire que puede movilizar una persona. Este volumen dependerá en cada individuo, principalmente, de su edad, talla y sexo. Si existe un proceso patológico que provoque una disminución de esta capacidad, decimos que existe una restricción.
 - e) Pero en el pulmón y en las vías aéreas queda además una cierta cantidad de aire remanente: es el llamado volumen _____, cuya determinación precisa de técnicas de laboratorio de función pulmonar, como la pletismografía corporal.
 - f) La suma de la capacidad vital y el volumen residual es la cantidad total de aire que pueden contener los pulmones y se denomina capacidad _____.
2. ¿Qué función tiene el epitelio vibrátil de las vías respiratorias superiores?
 3. Explica cómo tiene lugar el intercambio de gases en el alvéolo pulmonar. ¿Por qué no se colapsan los alvéolos pulmonares?
 4. ¿Por qué en situaciones de estrés respiramos más rápido?

5. Se ha comentado anteriormente que la afinidad del CO₂ por la hemoglobina es mayor a la del O₂. ¿Crees que esto puede afectar de alguna manera en el intercambio de gases? Busca en Internet un gas compuesto de carbono que tiene una afinidad más de 200 veces superior a la del O₂ por la hemoglobina. Intenta investigar en qué casos se podría dar una intoxicación.

EL SISTEMA INMUNOLÓGICO

1. *El sistema biológico de defensa*
2. *Defensas inespecíficas*
3. *Tejidos y órganos linfoides en el hombre*
4. *El sistema inmune humoral: Los anticuerpos*
5. *El sistema inmune celular: Los linfocitos T*
6. *Complejo mayor de histocompatibilidad (HMC)*
7. *Funciones de los linfocitos T*
8. *Respuesta inmune contra el cáncer*
9. *Inmunidad*
10. *Los trasplantes*
11. *Enfermedades del sistema inmune*
12. *Enfermedades autoinmunes*
13. *Actividades*

1. El sistema biológico de defensa

Sistema inmune: Conjunto de mecanismos de defensa (en animales), frente a agentes extraños o células propias modificadas.

Las defensas pueden ser:

- *Defensas inespecíficas:* frente a todo tipo de invasiones. Barreras externas (piel y mucosas) y respuesta inflamatoria. (primera línea de defensa)
- *Defensas específicas:* frente a un invasor determinado. El sistema inmune. (Segunda línea de defensa)

En ambos sistemas intervienen factores celulares (*células*) y *factores humorales* (sustancias incluidas en líquidos circulatorios, sangre y linfa).

2. Defensas inespecíficas

⇒ **Barreras externas: Piel y mucosas**

- *Piel:*
 - Barrera infranqueable si está intacta.
 - Secreciones de sudor y grasa. (su degradación produce un pH ligeramente ácido que dificulta la supervivencia de muchos microorganismos)
 - Competencia de los patógenos con la biota normal de la piel.

▪ **Mucosas:**

- Protegidas por fluidos (mucus, saliva, lágrimas,...) que contienen sustancias antimicrobianas (*lisozima*)
- A pesar de sus defensas, las mucosas constituyen la principal vía de entrada para los agentes patógenos.

⇒ **La respuesta inflamatoria**

▪ Se da tras la entrada de agentes extraños en el organismo (ej. herida). Las células de la zona afectada liberan sustancias (ej: *histamina*) que desencadenan la respuesta inflamatoria:

- Aumento de la vasodilatación capilar: aumenta el flujo sanguíneo. La zona enrojece y se calienta.
- Aumenta la sensibilidad de los receptores de dolor.
- Aumento de la permeabilidad capilar:

▪ Salida de plasma a los tejidos. El tejido se inflama. (*Edema*) : Ciertas proteínas del plasma (*anticuerpos, proteínas del complemento y otras enzimas*) comienzan las reacciones de eliminación de elementos extraños.

- Los leucocitos empiezan a acumularse en la zona lesionada (*adhesión y quimiotaxis*)
 - Comienzan a eliminar patógenos (*fagocitosis*)
 - Liberan sustancias (ej. *interleucinas*) que estimulan la respuesta de defensa.

Si la infección es fuerte estas sustancias pueden alcanzar (vía sangre) el centro regulador de la temperatura corporal (*hipotálamo*) y ésta se eleva (*fiebre*) creando un ambiente desfavorable para los patógenos.

- En la zona de infección puede formarse una acumulación de patógenos, leucocitos y restos de células muertas (*pus*)

⇒ **Defensas inespecíficas celulares: Las células fagocitarias**

Se forman en la médula ósea a partir de células madre (*Céls Stem*). Periodo de vida limitado. 2 grupos de leucocitos:

Tabla 1. Leucocitos granulocitos

Granulocitos: (=Polimorfonucleados) Con gránulos en el citoplasma y núcleo multilobulado	
<i>Neutrófilos</i> (50-70%)	Gránulos con afinidad por colorantes neutros Función fagocitaria
<i>Basófilos</i> (1-2%)	Gránulos con afinidad por colorantes básicos. Función fagocitaria. Los <i>mastocitos o células cebadas</i> (basófilos en los tejidos) liberan <i>histamina</i> (aumenta las respuestas inflamatoria y alérgica)
<i>Acidófilos</i> (1-4%) (<i>Eosinófilos</i>)	Gránulos con afinidad por colorantes ácidos. (<i>eosina</i>) Función fagocitaria y otras poco conocidas. Implicados en eliminación de endoparásitos

Tabla 2. Leucocitos agranulocitos

Agranulocitos Sin gránulos en el citoplasma. Núcleo grande y esférico	
<i>Linfocitos</i> (20-40%)	Función inmunitaria. 2 tipos: <i>linfocitos B</i> (maduran en la médula ósea) <i>linfocitos T</i> (maduran en el Timo)
<i>Monocitos</i> (2-8%)	Acuden después que los neutrófilos al foco de infección, y se convierten en <i>macrófagos</i>

3. Tejidos y órganos linfoides en el hombre

Diseminado por todo el cuerpo. Formado por leucocitos de sangre y linfa, y tejidos y órganos linfoides

- Primarios: Órganos donde se forman los leucocitos (*Médula ósea y Timo*)
- Secundarios: donde maduran, se almacenan, y toman contacto con los antígenos. (*Ganglios linfáticos, Bazo y tejidos linfoides asociados a las mucosas*)
- Médula ósea (médula ósea roja)
 - En el interior de huesos largos (fémur) y de huesos esponjosos (pelvis, esternón, vértebras)
 - Es tejido *hematopoyético*: formación de células sanguíneas. (*eritropoyesis y leucopoyesis*)
 - Tras su formación los leucocitos pasan a la sangre, y de aquí a su ubicación definitiva:
 - *Monocitos*: en diversos tejidos y cavidades del cuerpo (se convierten en macrófagos)
 - *Linfocitos*: en los diversos órganos linfoides secundarios.
- Timo:
 - Bajo la parte superior del esternón
 - Lugar donde maduran de los linfocitos T.

Una vez maduros, retornan a la sangre.
- Ganglios linfáticos:
 - Masas de tejido linfoide muy repartidos por el cuerpo: cuello, axilas, ingles, cavidad abdominal...
 - “Centros de vigilancia” a nivel local: Eliminan patógenos y sustancias extrañas, que circulan por los *vasos linfáticos*.
 - Los *vasos linfáticos* son la vía de retorno al torrente sanguíneo del exceso de *líquido intersticial* de los tejidos (*linfa*)
 - (La linfa se origina por aporte de agua y nutrientes del plasma sanguíneo y por regulación osmótica celular)
 - El sistema linfático es un sistema de vasos ciegos. Drena a la sangre a la altura de la *vena subclavia izquierda*.

- Bazo:
 - Eliminación de eritrocitos no funcionales (*Pulpa roja*)
 - Eliminación de patógenos que circulan en sangre (*Pulpa blanca* con gran cantidad de linfocitos y macrófagos)

4. El sistema inmune humoral: Los anticuerpos

- Antígeno: Cualquier sustancia extraña que introducida e el organismo provoque la respuesta inmune, estimulando la producción de anticuerpos.

(Puede tener varios *epítomos* o *determinantes antigénicos*)

Anticuerpos: (=Inmunoglobulinas). Proteínas fabricadas por los linfocitos B ante la presencia de un antígeno. Los anticuerpos se unen al antígeno anulando su posible efecto nocivo.

- Estructura de los anticuerpos:
 - 2 cadenas proteicas pesadas y 2 ligeras, con *regiones constantes* (dan estructura a la molécula) y *regiones variables* (zonas de unión específica con el antígeno)

Los vertebrados superiores tenemos 5 tipos de *inmunoglobulinas*:

Tabla 3. Tipos de inmunoglobulinas

Inmoglobulinas	
<i>Ig G</i>	Presentes en el plasma sanguíneo. <i>Gammaglogulinas</i> . Atraviesa la placenta. Presente en leche materna.
<i>Ig A</i>	En mucosas y secreciones (saliva, lágrimas, moco, leche, etc.)
<i>Ig D</i>	En la superficie de linfocitos B antes de ser activados. Puntos de unión del antígeno a la célula.
<i>Ig M</i>	En la superficie de linfocitos B. Las primeras en aparecer en sangre tras una infección.
<i>Ig E</i>	Intervienen en procesos alérgicos y en la eliminación de parásitos internos.

⇒ **Linfocitos B: los productores de anticuerpos**

- Pequeños, redondos, núcleo enorme, se dividen poco. Membrana con *anticuerpos IgD* específicos. (cada célula porta unos IgD distintos)
- Si un antígeno se une a los anticuerpos superficiales, la célula se activa: comienza a fabricar proteínas y a dividirse. (Proceso regulado por linfocitos T. Ocurre en los ganglios linfáticos. Éstos se agrandan.)
- Células resultantes de *linfocitos B activados*:
 - Células plasmáticas:
 - Producen enormes cantidades de anticuerpos específicos contra el antígeno y los vierten a la sangre.

- Si la infección no se controla de inmediato es por que estas células tardan 5 días en madurar.

- o Células de memoria

- También producen anticuerpos.
- Viven solo unos días pero los clones de células de memoria viven muchos años, (incluso toda la vida)
- La siguiente vez que un patógeno entra en el organismo y es detectado por las células de memoria circulantes, éstas “lo recuerdan” y fabrican de inmediato anticuerpos en cantidad para frenar la invasión.
- La respuesta inmediata de las células de memoria es la causa de la inmunidad a muchas enfermedades infecciosas
- La existencia de las células de memoria es la base de la vacunación.

⇒ ***Mecanismo de acción de los anticuerpos***

Los anticuerpos se unen a los antígenos de un modo altamente específico y actúan contra ellos de diferentes formas:

- o Precipitando un antígeno que se encontraba en disolución (*precipitación*)
- o Impidiendo que el antígeno se fije a las células y provoque infección (*neutralización*)
- o Aglutinando e inmovilizando los antígenos favoreciendo su eliminación por otros métodos. (*aglutinación*)
- o Favoreciendo su fagocitosis por macrófagos (*opsonización*)
- o Actuando sobre el *sistema de complemento* y activándolo.

⇒ ***Genética de la formación de anticuerpos***

- o Un humano puede formar millones de anticuerpos diferentes, contra antígenos naturales o sintéticos.
- o Si cada anticuerpo estuviera codificado por un gen, no habría espacio en el genoma para albergar tantos genes.
- o Existen algo más de un centenar de genes para las regiones variables de los anticuerpos, y algunas decenas para las regiones constantes.
- o Estos genes sufren *recombinación génica (somática)* en los linfocitos, y pueden sufrir *splicing alternativo* en la transcripción del ARNm. (Teoría de la *selección clonal* -S. Tonegawa-)
- o Se calculan unos 18.000 millones de posibles combinaciones en humanos que darían lugar a otros tantos anticuerpos diferentes.

5. El sistema inmune celular: Los linfocitos T

Acción de los linfocitos T contra las células del cuerpo que están infectadas.

⇒ ***Origen y desarrollo de los linfocitos T***

- Se originan en la médula ósea y se diferencian y maduran en el Timo.
- *Diferenciación*: Síntesis de 3 tipos de glucoproteínas de membrana que determinan su función y especificidad antigénica.

- Proteínas T₄ en linfocitos: T_{helper}, y prots T₈ en T_{sup} y T_{citotox}
 - Proteínas TCR de membrana: Receptor para reconocer las células propias y antígenos extraños desplegados sobre las células.
 - Proteínas T₃ que median en el proceso de activación de las células T
- *Selección*: En el Timo se eliminan los linfocitos con capacidad para destruir las células sanguíneas del organismo.
 - *Maduración*: Las células T que no se unen a ninguna proteína del HMC mueren.

6. Complejo mayor de histocompatibilidad (HMC)

- También llamado *complejo HLA*. (*Human lymphocyte antigen*)
- Conjunto de unos 20 genes (cada uno con 8-10 alelos en humanos) que codifican para ciertas *glucoproteínas* en la superficie de las células (*antígenos de superficie*)
- Estas proteínas son específicas de cada individuo y son responsables del rechazo de trasplantes.
 - La probabilidad de que existan 2 personas con el mismo HMC es nula (excepto gemelos)
 - Empleadas en medicina legal para identificaciones y precisar relaciones de parentesco.
- Participan en el proceso de selección y maduración de los *linfocitos T* en el Timo.
 - Los *antígenos HMC clase I* se encuentran en todas las células. Son identificados por los *linfocitos T citotóxicos*.
 - Los *Antígenos HMC clase II* se encuentran solo en las células del sistema inmune y sirven para que estas se identifiquen entre sí.

7. Funciones de los linfocitos T

⇒ *Linfocitos T citotóxicos (Tc)*

- Reconocen células del organismo infectadas (tienen antígenos extraños en su superficie)
- Se activan y se dividen produciendo un clon de células Tc. (Parte permanece en la circulación indefinidamente como células de memoria)
- Segregan sustancias (interleucinas y linfoquinas) que atraen a los macrófagos y estimulan la fagocitosis de células infectadas.
- Un tipo especial de Tc, Los *linfocitos NK* (“*Natural killer*”, o *células asesinas*) segregan *citotoxinas* que actúan directamente sobre células infectadas por virus, células recubiertas de IgG y sobre algunas células tumorales.
- Los linfocitos T están relacionados con rechazos en trasplantes

⇒ *Linfocitos T cooperadores o auxiliares (Th) -helper-*

- Reconocen los antígenos de superficie que exhiben los *macrófagos* que han fagocitado patógenos y fabrican *interleucinas* que:
 - Inducen la diferenciación y proliferación de los linfocitos T y de linfocitos B como células productoras de anticuerpos y células de memoria.
 - Atraen a los macrófagos y estimulan la fagocitosis.

⇒ **Linfocitos T supresores (Ts)**

- Actúan una vez controlada la infección.
- Suprimen la acción de los linfocitos B, y por tanto la síntesis de anticuerpos. (detienen la respuesta inmunitaria)

8. Respuesta inmune contra el cáncer

- Existen diferencias entre las células cancerosas y las células normales (marcadores o antígenos de membrana diferentes).
- El sistema inmune pueden identificarlas como extrañas (invaden los tejidos normales) y combatirlos. (habitualmente lo hace)
- Se puede decir que si el cáncer vence al organismo es por fallos en el sistema inmune.
- El refuerzo de la respuesta inmune puede proporcionar un medio para la prevención o control del cáncer.

9. Inmunidad

Capacidad del organismo de resistir una infección.

⇒ **Inmunidad innata**

Algunas especies animales no son susceptibles a determinadas infecciones porque:

- el patógeno no puede parasitar células humanas
- es eliminado en el primer contacto por los mecanismos inespecíficos sin producir infección ni memoria inmune.

Ej. El hombre no enferma de *peste bovina*

⇒ **Inmunidad adquirida**

Tabla 4. Tipos de inmunidad

Inmunidad adquirida	De forma Activa El organismo <i>genera</i> anticuerpos específicos contra un antígeno y memoria inmune	De forma Pasiva El organismo <i>adquiere</i> anticuerpos específicos (efecto temporal)
Sin intervención humana (Natural)	Tras superar una infección	A través de la placenta o leche materna
Con intervención humana (Artificial)	Mediante vacunas	Mediante sueros

⇒ **Vacunas**

- Suelen ser líquidos que contienen agentes patógenos cuya virulencia ha sido total o parcialmente suprimida, pero que conservan su capacidad antigénica.
- El individuo adquiere, sin padecer la enfermedad, una inmunidad similar a la que conseguiría si la padeciese.

- La persona vacunada fabrica células de memoria que permiten producir una respuesta inmune secundaria mucho más rápida e intensa que la primaria.
- Deben tener capacidad inmunogénica, ser seguras y no producir efectos secundarios.
- Supresión de la virulencia mediante tratamiento con calor, productos químicos o luz UV.

Tipos de vacunas:

- Vacunas de patógenos atenuados:
 - Muy inmunogénicas pero pueden ser peligrosas en personas con inmunodeficiencias.
 - Triple vírica (*sarampión rubéola y paperas*) y *Poliomielitis*
- Vacunas de patógenos muertos:
 - Son menos inmunogénicas.
 - Requieren dosis de recuerdo para inducir una memoria inmune eficaz. (*Rabia, Tifus, Tos ferina...*)
 - Toxinas alteradas (*tétanos y difteria*)
 - Antígenos aislados (*hepatitis B*)
- Vacunas antiidiotípicas: (En experimentación)
 - Utilizan como antígenos, anticuerpos producidos contra anticuerpos. Potencialmente inocuas.

Vacunas más buscadas actualmente: *Paludismo, enfermedad del sueño y Bilharciosis*. (3/4 de la población mundial). SIDA

⇒ **Sueros**

- (=antisueros) Suelen ser líquidos que contienen anticuerpos específicos contra un determinado antígeno.
- Indicado si el paciente infectado no dispone de tiempo suficiente para fabricar sus propios anticuerpos (*tétanos o ciertos venenos*)
- Es temporal. No existen células de memoria, solo anticuerpos.
- Los anticuerpos pueden extraerse de la sangre de un animal (caballo, oveja...) previamente infectado con el patógeno al que se quiere combatir.
 - Se inyecta un agente infeccioso en caballo. El caballo fabrica anticuerpos contra él.
 - Se extraen los anticuerpos de la sangre de los animales que sobreviven a la enfermedad (suero) y se inyectan en un paciente infectado por el mismo agente.
 - Los anticuerpos del suero pueden acabar con el agente infeccioso antes de que el sistema inmune del paciente fabrique anticuerpos contra los anticuerpos del suero.

10. Los trasplantes

- El rechazo de trasplantes de órganos y tejidos es consecuencia de la diferencia de los antígenos del HMC del donante y del receptor. (*hipersensibilidad de tipo II y IV*)
- Cuanto más parecidos menos respuesta de rechazo (trasplantes entre parientes)

- A los receptores de un trasplante se le administran fármacos (*inmunodepresores*) para controlar el rechazo. (no es buena solución: infecciones por patógenos oportunistas)
 - Un fármaco (*ciclosporina*) actúa sobre las células T (inhibe los receptores de interleucinas) sin afectar al resto del sistema inmune (aumento de éxito en trasplantes)
 - Investigaciones actuales:
 - Alterar el tejido transplantado de forma que se aumente la compatibilidad con el receptor.
 - Inocular al paciente antes del trasplante con antígenos del donante que potencien su tolerancia.
 - Trasplantes a humanos, de órganos de animales (*xenotrasplantes*) genéticamente modificados, para evitar el rechazo.

Algunos trasplantes sin problemas: *Córnea y cartílago articular.*

⇒ **Transfusión de sangre**

- En el pasado provocaban con frecuencia respuestas inmunes graves y muertes.
- Existen 4 grupos principales de sangre: A, B, AB, y 0.

⇒ **Los grupos sanguíneos**

- Los eritrocitos carecen de antígenos CMH pero presentan unos antígenos únicos: los *aglutinógenos*.

Codificados por un gen con 3 alelos: A, B, y 0. (A y B son dominantes sobre 0 y codominantes entre sí)

- El plasma contiene anticuerpos (*aglutininas*) contra los antígenos no propios.
- Si una persona recibe sangre con eritrocitos extraños, sus anticuerpos actuarán contra ellos haciendo que se aglutinen, con riesgo de bloquear el riego sanguíneo en capilares.

Tabla 5. Grupos sanguíneos

Genotipo	Grupo sanguíneo (<i>aglutinógenos</i>)	Anticuerpos en el plasma sanguíneo (<i>aglutininas</i>)	Posibilidad de donación
AA , A0	A	Anti-B	A y AB
BB , B0	B	Anti-A	B y AB
AB	A y B (AB)	-	AB
00	- (0)	Anti-A , Anti-B	A todos

⇒ **El factor Rh**

- Antígeno de superficie en eritrocitos. (mono *Rhesus*)
- Presencia del antígeno (*Rh+*), ausencia (*Rh-*)
- Durante el embarazo hay paso de anticuerpos de la madre al feto. Ello previene futuras infecciones en el niño. (inmunidad natural pasiva)
- La incompatibilidad de factor Rh entre madre e hijo puede ocasionar problemas:

- Madre *Rh-* y padre *Rh+*. El hijo puede ser *Rh+*
- Fallo de la placenta. Paso eritrocitos del feto a la madre. (frecuente en el parto)
- La madre fabrica anticuerpos *anti-Rh* contra los antígenos de su hijo.
- En un segundo embarazo, la madre transmitirá al feto anticuerpos beneficiosos pero también anticuerpos *anti-Rh*
- Esos anticuerpos destruirán los glóbulos rojos del feto. (*eritroblastosis fetal = anemia hemolítica* en el recién nacido)

Ello puede ser fatal antes o justo después del nacimiento.

11. Enfermedades del sistema inmune

⇒ *Enfermedades autoinmunes*

- Un individuo produce anticuerpos (y/o células reactivas) contra sus propias células.
- Causa no bien conocida, pero influyen
 - Factores ambientales: alimentación, infecciones, estrés...
 - Predisposición genética.
 - Sexo del individuo (parece afectar más a mujeres que a varones tal vez por factores hormonales)
- Elevado número de enfermedades y muy diversas.
 - Respuesta contra antígenos de órganos concretos:
 - *Esclerosis múltiple*: contra la mielina del SNC
 - *Diabetes melitus tipo I*: contra células secretoras de insulina
 - *Artritis reumatoide*: contra el cartílago de articulaciones.
 - *Miastenia gravis*: contra la unión neuromuscular
 - *Anemia hemolítica*: contra los eritrocitos.
 - *Anemia perniciosa*: contra el factor responsable de la absorción intestinal de la Vit-B₁₂ (se fabrica en el estómago)
 - Respuesta contra antígenos no de órganos concretos:
 - *Lupus eritematoso sistémico*:

Contra componentes del núcleo de las células.

Los anticuerpos se dispersan en la sangre y pueden dañar diversos órganos: riñón, piel, articulaciones...

⇒ *Reacciones de hipersensibilidad: Alergias*

- Respuesta inmune exagerada y anómala.
 - Frente a patógenos o sustancias inocuas.
 - Puede causar respuesta inflamatoria y lesiones en los tejidos.

▪ Varios tipos de reacciones de hipersensibilidad

(Según el efecto producido, el proceso causante y el tiempo que tarda en aparecer tras el contacto con el antígeno)

- *Tipo I: Alérgica, anafiláctica o Inmediata*
- *Tipo II: Citotóxica*
- *Tipo III: Mediada por complejos inmunitarios*
- *Tipo IV: Retardada*

▪ Alergias

- La más común de las *reacciones de hipersensibilidad*. (Respuesta inmunitaria exagerada y anómala)
- Se da frente a antígenos ambientales (*alérgenos*) inocuos para la mayoría de los individuos.
 - veneno de abejas, polen, esporas de mohos
 - caspa de animales, heces de ácaros del polvo
 - algunos alimentos (marisco) y medicamentos (penicilina)
- Es rápida (a los pocos minutos del contacto con el alérgeno)
- La alergia no se manifiesta con el primer contacto con el alérgeno, suele aparecer tras contactos posteriores.
 - La primera exposición a un alérgeno (polen, polvo...) estimula la producción de anticuerpos (IgE) que se fijan en la membrana de ciertos leucocitos (*basófilos y mastocitos*). Se ha producido una *sensibilización*.
 - Tras una nueva exposición al alérgeno, éste se une a las IgE de *basófilos y mastocitos* e induce la liberación de grandes cantidades de sustancias como *histamina*.
 - Ello induce una importante respuesta inflamatoria y por tanto se producen *irritaciones, urticarias, hinchazón, enrojecimiento, dermatitis, fiebre, asma, estornudos, secreción mucosa y lacrimal, diarreas...*
 - Si la descarga de *histamina* es intensa y se libera en la sangre, se produce vasodilatación, pérdida de presión arterial y contracción de los bronquiolos (asma) que puede causar una situación peligrosa (*shock anafiláctico*)
- Las alergias normales se tratan con *antihistamínicos*
- Hay casos de *hipersensibilidad congénita* frente a ciertos antígenos y se desencadena una respuesta de alergia incluso en el primer contacto. (Ej. alérgicos a Penicilinas)

⇒ ***Inmunodeficiencias***

Incapacidad para desarrollar una respuesta inmunitaria adecuada ante la presencia de antígenos extraños.

▪ *Inmunodeficiencias congénitas:*

Debidas a defectos genéticos en alguno de los componentes del sistema inmune. (Muchas son curables con trasplante de médula ósea)

- *Agammaglobulinemia.* (Ligada al cromosoma X): Los varones afectados carecen de células B y por tanto de inmunoglobulinas.
- *Inmunodeficiencia combinada grave:* deficiencia de linfocitos B y T. (niños burbuja)
- *Hipoplasia tímica:*

▪ *Inmunodeficiencias adquiridas:*

- Debidas a factores ambientales (radiaciones, fármacos contra el cáncer, malnutrición, infecciones...)
- La más importante actualmente es el SIDA.

12.SIDA

- Inmunodeficiencia permanente y progresiva (lenta)
- Una de las principales amenazas para la salud mundial.
 - Enorme expansión (1 contagio cada 15 segundos)
 - Ausencia de tratamiento adecuado.
- Campañas de prevención (uso del preservativo y esterilización de agujas y jeringuillas) de éxito limitado.
- Primeros casos descritos: EEUU 1981
 - Pacientes: homosexuales, prostitutas, usuarios de drogas de administración intravenosa, y receptores de transfusiones de sangre. (mayoritariamente jóvenes)
 - Síntomas: Sistema inmune debilitado (infecciones por μ .o. habitualmente inofensivos, *Sarcoma de Kaposi*,...)
 - Conclusión: El agente responsable debía ser un μ .o. transmitido por vía sexual o por intercambio de sangre.

⇒ ***El VIH***

- Es un virus icosaédrico, envuelto, de ARN 1c. Portador del enzima *transcriptasa inversa* (*retrotranscriptasa*)
- Muy variable:
 - Varían las proteínas que actúan como antígenos de superficie. (Los virus de pacientes diferentes, son diferentes, incluso pueden serlo los de un mismo enfermo)
 - Ello dificulta conseguir una vacuna efectiva.
- Infecta específicamente *linfocitos T*
 - Posee una *glucoproteína de membrana* (GP-120) con elevada afinidad por un receptor de membrana (CD4) de los *linfocitos Th*, y penetra fácilmente en ellos (*endocitosis mediada por receptor*)

- También puede infectar macrófagos.
 - Son un reservorio importante del virus en el organismo
 - La interacción de los macrófagos con las células Th tiene un papel importante en la extensión del virus a las células Th.

⇒ **Ciclo y efectos del VIH**

- Entrada en la célula (*endocitosis mediada por receptor*)
- La *transcriptasa inversa* pasa la información de ARN a ADN
- Integración en el cromosoma (*provirus*). El provirus permanece un tiempo variable en estado latente.
- El virus se replica con el ADN celular. Todas las células hijas son portadoras del provirus.
- Las condiciones ambientales pueden activarlo (el suceso que lo activa no es conocido del todo)
- El virus activado comienza la replicación de nuevas partículas virales.
- El linfocito infectado es destruido y de él surgen multitud de nuevas partículas víricas que continúan la infección.
- Sin células Th, el organismo no puede desarrollar una respuesta inmune contra otros patógenos.

La persona muere por las enfermedades adquiridas por falta de defensas inmunitarias. (*neumonías, tuberculosis, meningitis, toxoplasmosis, sarcoma de Kaposi, linfoma de Burkitt...*)

Al inicio de la infección, cuando todavía hay suficientes células Th operativas, los linfocitos B forman *anticuerpos* que aunque poco efectivos, permanecen en la sangre.

Su detección es diagnóstico de la presencia del virus en el paciente. (*Seropositivo*)

⇒ **Transmisión del VIH**

- *Hipótesis sobre su origen:*
 - El VIH está relacionado con un retrovirus que causa inmunodeficiencia leve en un mono africano (*Cercopithecus aethiops*)
 - Paso de los monos a la población humana vecina (hacia 1950) (contacto accidental con sangre infectada?)
 - Mutación posterior. El virus adquiere sus características actuales.
 - Expansión gradual entre la población humana.
- *Vías de transmisión*
 - Virus extremadamente hostil, pero de transmisión más difícil que la de otros virus. (Sin un entorno adecuado se inactiva rápidamente)
 - Contacto sexual entre una persona infectada y una sana.
 - El VIH está presente en semen y secreciones vaginales.
 - Posibilidad de contagio si estos fluidos entran en contacto con microheridas por las que el virus pueda introducirse.

- Contacto con sangre infectada.
 - Transfusiones sanguíneas, o contacto accidental (jeringuillas cortaúñas, agujas de acupuntura y de tatuajes, cuchillas de afeitar, cepillos de dientes...)
- Vía materno-fetal.
 - El virus puede atravesar la barrera placentaria. También puede haber contagio durante el parto, y a través de la leche materna.
 - **No** se conocen casos de transmisión por abrazos, besos, estornudos, vajilla o inodoro de las personas infectadas.
 - Tampoco por picaduras de insectos, ni por cuidado de enfermos (salvo contacto accidental con sangre contaminada).

⇒ ***Sida y embarazo***

- Transmisión maternofetal, principal vía de adquisición de la enfermedad en niños.
- Transmisión durante el embarazo: El VIH puede atravesar la barrera placentaria pero no es frecuente.
- Transmisión durante el parto: Por intercambio de sangre entre madre e hijo o contacto con secreciones cervicales. (cesárea no admitida totalmente como método de prevención)
- Transmisión post-parto: A través de la leche materna.
- El recién nacido puede presentar anticuerpos frente al virus sin estar infectado (los anticuerpos maternos pueden atravesar la barrera placentaria).
- Estos anticuerpos pueden persistir hasta 18 meses, y por ello el diagnóstico de la infección en lactantes nacidos de madres infectadas es problemático durante el primer año de vida.

(Diagnóstico y seguimiento más eficaz mediante *determinación de carga viral plasmática por PCR*)

- El embarazo no interfiere en el curso de la enfermedad, pero puede dificultar la administración de fármacos. Por otra parte, la gestación entraña riesgos en una paciente inmunodeprimida.

⇒ ***Tratamiento de la infección por VIH***

- Intensa investigación pero no se conoce tratamiento definitivo. La prevención es el mejor tratamiento
- Fármacos empleados:

- *Análogos de nucleósidos*

- inhiben la retrotranscriptasa (Interrumpen la transcripción)
- Tratamientos altamente tóxicos.
- AZI, DDI, DDC, Aciclovir, ARA-A, BVDU
- Terapias combinadas para evitar problemas de resistencia (El VIH tiene una elevada tasa de mutación)
-

- *Inhibidores de la proteasa vírica* (novedad)
 - Inactivan un enzima responsable de originar proteínas víricas funcionales a partir de inactivas.
 - Tratamiento con toxicidad selectiva.
 - Saquinavir, *indinavir*, *ritonavir*

13.Actividades

1. ¿Qué características de la piel hacen que ésta sea una importante barrera defensiva?
2. ¿A que tipo de inmunidad corresponden la vacunación y la sueroterapia? ¿Por que?
3. ¿Cuales son las diferencias principales entre los linfocitos T y los linfocitos B?
4. Describe la estructura de un anticuerpo.
5. ¿Que inmunoglobinas son las que forman una barrera defensiva en las mucosas?
6. En que consiste el fenómeno de la alergia ¿A que se puede deber?
7. ¿Cuál es la función principal del Timo?
8. ¿Qué tipo de virus es el virus del Sida?

EL APARATO DIGESTIVO

1. *Introducción*
2. *Estructura del tubo digestivo*
3. *Glándulas anejas*
4. *Absorción*
5. *Nutrición y salud*
6. *Problemas nutricionales*
7. *Dieta mediterránea*
8. *Actividades*

1. Introducción

Los seres humanos somos omnívoros y el alimento ya sea verdura, o una porción de carne está formado por complejos tejidos animales o vegetales. La reserva de energía y materiales, se obtiene gracias a la ingestión de alimentos, pero éstos pueden ser aprovechados si son degradados a sus componentes moleculares.

La digestión es la fragmentación de los materiales alimenticios ingeridos en moléculas que pueden ser enviados a las células, éstas moléculas son utilizadas en variedad de funciones. Obtención de energía, para suministrar moléculas químicas esenciales, como calcio, nitrógeno o hierro, o moléculas que la célula necesita pero no puede sintetizar por sí misma como aminoácidos, ácidos grasos y vitaminas.

En los vertebrados el sistema digestivo consiste en un tubo largo que se extiende desde la boca hasta el ano, éste sistema digestivo incluye además una serie de glándulas como glándulas salivales, el páncreas, el hígado, la vesícula biliar, son órganos accesorios que proporcionan enzimas y otras sustancias esenciales para la digestión.

El aparato digestivo digiere los alimentos y está formado por:

- Tubo digestivo
- Glándulas digestivas.

Así el proceso digestivo implica dos etapas:

- Digestión de las moléculas de alimento.
- Absorción en el cuerpo.

2. Estructura del tubo digestivo

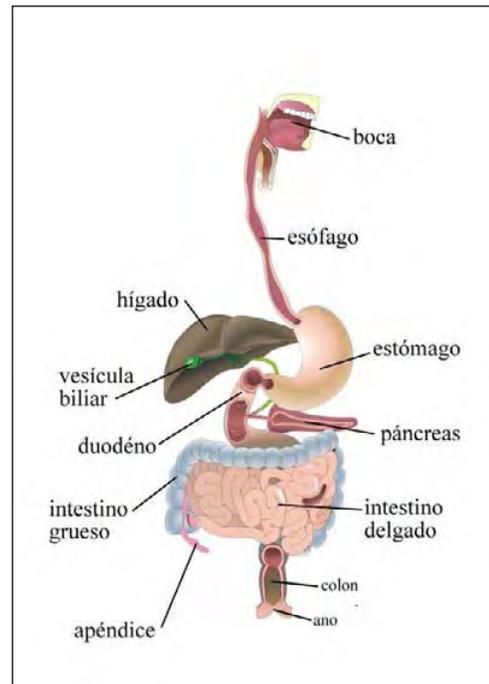
⇒ ***La boca***

La toma e ingestión del alimento, se lleva acabo por la boca, estructura que también comienza su fragmentación mecánica, aquí los alimentos son reducidos a partículas de menor

tamaño mediante la masticación, gracias a los **dientes**. De los 16 dientes adultos de cada maxilar, 4 son incisivos, estructuras planas en forma de cincel especializadas en el corte, 2 caninos, usados por los carnívoros para morder y despedazar, 4 premolares, cada uno de los cuales tiene una forma bicúspide, y 6 molares, los cuales tienen 5 o 5 bicúspides, tanto molares como premolares se usan para triturar. Se encuentra la **lengua**, un órgano musculoso con receptores del sentido del gusto, que permite articular sonidos para la comunicación. Cuando se mastica el alimento, éste es humedecido por la saliva, que es una secreción acuosa producida por tres pares de glándulas salivares grandes y glándulas bucales que se localizan en el tapiz de la boca. La saliva lubrica el alimento de modo que éste pueda ser tragado con facilidad. Posee pH un poco básico debido a la presencia de bicarbonato de sodio, contienen también una enzima, la amilasa salival, que comienza la digestión de los almidones. La secreción de la saliva es controlada por el sistema nervioso autónomo, y puede ser desencadenada por la presencia de alimento dentro, el miedo inhibe la salivación y es por ello que en ocasiones de estrés o de miedo, la boca puede secarse tanto que es difícil hablar. Producimos en promedio entre 1-1,5 litros de saliva cada 24 horas.

⇒ *Faringe y esófago*

La **faringe** es un conducto común que comunica el aparato digestivo con el aparato respiratorio, para que el alimento no pase a los pulmones tras la ingestión del alimento existe una glándula la **epiglotis**, que en caso de que se produzca entrada de alimento hacia la tráquea se produce una tos involuntaria y repetida, con el fin de expulsar cualquier partícula sólida. Desde la boca la comida es impulsada hacia el **esófago**, éste es un tubo muscular de aproximadamente 25 cm. El paso de los alimentos hacia el estómago se denomina deglución, éste movimiento es voluntario en el principio, y posteriormente continúa por movimiento involuntario. Se debe a que en la parte superior del esófago es músculo estriado, pero la parte inferior es músculo liso. Líquidos y sólidos son impulsados a lo largo del esófago gracias a los movimientos de contracción de sus paredes, denominados movimientos peristálticos. El esófago pasa a través del diafragma, un músculo que separa las cavidades torácica y abdominal, y se abre en el estómago que, como los órganos digestivos restantes se encuentra en el abdomen. Para pasar al estómago el alimento debe pasar por el primer esfínter (orificio) del tubo digestivo, el **cardias**.



La cavidad abdominal está completamente tapizada por el peritoneo, una capa delgada de tejido conectivo cubierto por un epitelio húmedo. El estómago, los intestinos y otros órganos de la cavidad abdominal están suspendidos por pliegues del peritoneo denominados mesenterios. Los mesenterios son dobles capas de tejido con vasos sanguíneos, vasos linfáticos y nervios entre las dos capas.

⇒ ***Estómago – almacenamiento y licuación***

El estómago es una bolsa muscular y flexible. En general los estómagos varían ampliamente en su capacidad, en el humano en torno a 2-4 litros de capacidad. Posee una musculatura muy potente que remueve los alimentos y los mezcla con el jugo gástrico fabricado por las células glandulares de sus paredes. La mucosa del estómago es muy gruesa, sus células producen ácido clorhídrico (HCl) y pepsinógeno, precursor de la pepsina. Estas secreciones junto con el agua constituyen el jugo gástrico. Como consecuencia de ésta secreción, cuyo pH varía entre 1,5-2,5; el jugo gástrico posee una acidez muy superior de cualquier otro fluido corporal. La sensación de ardor que se tiene cuando se vomita es causada por la acidez del jugo gástrico que actúa sobre membranas sin protección.

En condiciones normales el epitelio estomacal se protege de la autodigestión gracias a una barrera antiácida formada por tres niveles. En ocasiones, la protección de las paredes no es suficiente y puede ocurrir que el jugo gástrico digiera la pared estomacal provocando llagas o úlceras. En los casos más graves se pueden producir perforaciones. La causante de muchas de las úlceras es la bacteria *Helicobacter pylori* que infecta células secretoras de muco y provoca una disminución del moco protector. El HCl destruye la mayoría de las bacterias y otras bacterias vivas existentes en el alimento ingerido, también disgrega los componentes rígidos, fibrosos de los tejidos animales y vegetales, inicia la conversión del pepsinógeno en pepsina, proteína que digiere las proteínas para transformarlas en péptidos más pequeños.

El estómago se encuentra bajo el control del sistema nervioso autónomo y del sistema endocrino. La visualización y el olor del alimento, así como su presencia en la boca, resultan los principales estímulos para que el sistema parasimpático promueva una importante secreción de agua y HCl. El miedo y la ira, mediados por el sistema simpático, disminuyen estas respuestas.

En el estómago, el alimento se convierte en una masa semilíquida, el **quimo**, que pasa a través de una válvula el píloro, que separa el estómago del intestino delgado. El estómago vacía en aproximadamente 4 horas, dependiendo de la proporción de lípidos y fibras que el alimento contenga.

⇒ ***Intestino delgado***

En el intestino delgado se completa la digestión que empezó en la boca y el estómago. Las moléculas de nutrientes pasarán por absorción desde el tubo digestivo al sistema circulatorio del cuerpo. Anatómicamente el intestino delgado se divide en tres regiones: **duodeno, yeyuno e íleon**. A lo largo del intestino se encuentran una serie de pliegues en la mucosa denominados vellosidades y las diminutas proyecciones citoplasmáticas llamadas microvellosidades, que se encuentran en la superficie de las células epiteliales. Éstas características hacen que éste tubo de aproximadamente 6 metros de longitud, tenga una superficie de 300 m².

El duodeno, los primeros 15 cm corresponden al proceso más activo del intestino delgado, mientras que el resto interviene en la absorción. Las células que tapizan el intestino secretan una sustancia compuesta por moco, que lubrica el contenido intestinal, agua que hidrata y varias enzimas que continúan con su digestión. Además ésta porción del intestino recibe las secreciones provenientes del páncreas y del hígado. Los tipos de secreción contienen bicarbonato, que neutraliza la acidez del alimento que proviene del estómago, y es

el páncreas el que aporta la mayor parte de esa sustancia neutralizante. El **páncreas** e hígado secretan sustancias que poseen enzimas inactivas que son activadas en el intestino, de ésta forma los conductos se protegen de la digestión.

El **hígado** produce bilis, que se almacena en la **vesícula biliar**, la bilis contiene agua, iones como bicarbonato, sodio y calcio, que asociados con los ácidos biliares pueden llegar a precipitar dando lugar los cálculos biliares. Las sales de ácidos biliares provocan la emulsión de grasas en el intestino, esto hace que aumente la superficie y facilita el ataque enzimático por parte de las **lipasas**. La actividad de las enzimas intestinales es óptima a pH que varía entre 7 y 8, por éste motivo neutralizar la acidez es esencial. Los fluidos del páncreas, del hígado y de la vesícula biliar se fusionan formando un conducto grande, que se vacía en el intestino a unos 10 cm por debajo del esfínter pilórico.

En el intestino delgado, las **amilasas pancreáticas** continúan con la degradación del almidón iniciada en la boca, produciendo disacáridos. Las **lipasas** hidrolizan las grasas produciendo glicerol y ácidos grasos, tres son los tipos de enzimas que degradan las proteínas.

- *Tripsina y quimiotripsina*: rompen las cadenas largas de proteínas, en péptidos más cortos.
- *Carboxipeptidasas y aminopeptidasa*: actúan sobre los extremos de estos polipéptidos.
- *Dipeptidasas*: desintegran los dipéptidos restantes en aminoácidos individuales.

La actividad digestiva está regulada y coordinada por las hormonas. Ante la llegada de jugo gástrico ácido, el duodeno libera secretina, una hormona que estimula la secreción del páncreas y el hígado. Las grasas y aminoácidos del alimento estimulan la producción de otra hormona por parte del duodeno, la coleciscinina, que provoca la liberación de enzimas por el páncreas y vaciamiento de la vesícula biliar.

El agua y las moléculas de alimento liberadas por los procesos digestivos son absorbidas a través de las células epiteliales de la mucosa intestinal. En las membranas de estas células epiteliales hay enzimas que participan en las últimas etapas de digestión de algunos compuestos.

- *Maltasa, sacarasa y lactasa*: que degradan los disacáridos.
- *Fosfatasa alcalina*: libera compuestos fosfatados.

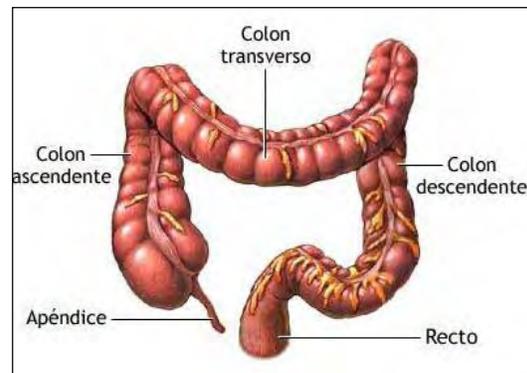
Los ácidos grasos largos, el glicerol y otros compuestos lipídicos entran en a la mucosa intestinal por difusión pasiva. El colesterol y los fosfolípidos son modificados (esterificados), lo que evita que difundan libremente por la célula. Todos son transportados al retículo endoplasmático liso, donde se les unen proteínas, los **quilomicrones**. Estas microestructuras poseen un núcleo central de triglicéridos, ácidos grasos y colesterol esterificado, rodeado por colesterol libre y recubierto por fosfolípidos y apoproteínas que les permiten transportarse por el torrente sanguíneo. El transporte de lípidos por el sistema circulatorio y su intercambio entre tejidos está mediado por las **lipoproteínas**, que son caracterizadas en función de su densidad. Los quilomicrones son las lipoproteínas de menor densidad, las restantes tienen una densidad creciente debido a un menor contenido de triglicéridos y colesterol. Excepto los quilomicrones, las demás lipoproteínas son de origen hepático o producto de un procesamiento que se lleva a cabo en el plasma sanguíneo. Los quilomicrones interactúan con las HDL, los ácidos grasos extraídos por las HDL pasan a los tejidos como el músculo que los utiliza como fuente de energía. Los ácidos grasos también

son depositados en los adipositos del tejido graso. El hígado y el epitelio intestinal son los principales sitios de síntesis de triglicéridos y colesterol.

⇒ *Intestino grueso*

La absorción de agua, sodio y otros minerales, continúa en el intestino grueso. En el curso de la digestión grandes cantidades de agua, aproximadamente 7 litros por día, entran al estómago y al intestino delgado, por glándulas que se vacían en el tubo digestivo, por ósmosis desde los fluidos corporales y directamente con el alimento y bebida que ingerimos. Cuando la absorción de ésta agua y de los minerales que contiene se interrumpe, como ocurre durante la diarrea, puede originarse una deshidratación grave. La mortalidad por diarrea infantil, es una de las principales causas de muerte de los niños de muchos países, esto provoca alteraciones de la flora bacteriana intestinal, aumentando la proporción de compuestos orgánicos, como los ácidos orgánicos.

El intestino grueso aloja una gran cantidad de bacterias simbióticas. Estos microorganismos degradan las sustancias alimenticias que escaparon a la digestión en el intestino delgado y las usan como materia prima para sintetizar aminoácidos y vitaminas. Estas bacterias son la fuente principal de algunas vitaminas que no podemos sintetizar. En términos generales en el segmento derecho del colon se llevan acabo procesos fermentativos que dan lugar a varias de éstas sustancias útiles, mientras que en el segmento izquierdo tienen lugar procesos putrefactivos, con producción de gases y varios ácidos orgánicos.



Hay una prolongación llamada **apéndice**, que puede inflamarse, hincharse y romper, derramando su contenido bacteriano en la cavidad abdominal, provocando una infección grave incluso fatal. El apéndice está implicado en los procesos de respuesta inmune.

La mayor parte de la **materia fecal**, que tenemos que diferenciar con productos de excreción, que provienen del metabolismo celular, está formada por agua, bacterias y fibras de celulosa, junto con otras sustancias indigeribles y productos de desecho como el colesterol y los provenientes de la degradación de la hemoglobina. Está lubricada por moco secretado por el epitelio del intestino. Se almacena brevemente en el recto y luego es eliminada a través del ano. El color oscuro de las heces se debe a pigmentos biliares como la urobilina, que procede de la degradación bacteriana de la bilirrubina en el intestino. La bilirrubina es el subproducto de la degradación del grupo hemo de la hemoglobina, es secretada con la bilis y así se elimina en la porción final del intestino delgado. En la circulación sanguínea la bilirrubina se encuentra en forma no conjugada, y por tanto es insoluble, debido a sus características hidrofóbicas. Los hepatocitos captan la bilirrubina no conjugada y la unen con ácido glucurónico dando lugar a la bilirrubina conjugada. La bilirrubina no conjugada puede aumentar su concentración plasmática debido a un aumento fisiológico o patológico de la destrucción de tejido sanguíneo o afección hepática como la hepatitis. En éste caso la piel toma un color amarillento-verdoso por el pigmento circulante, la orina adopta un color oscuro al filtrar y eliminar ese pigmento.

3. Glándulas anejas

Existen glándulas que están fuera del tubo pero vierten a él los jugos que producen. Se llaman glándulas anejas: glándulas salivares, páncreas e hígado.

⇒ *Glándulas salivares*

3 pares de glándulas situadas respectivamente, debajo de la lengua (sublinguales), debajo de la mandíbula inferior (submaxilares) y al lado de los oídos (parótidas). Producen saliva que vierten a la boca.

⇒ *Páncreas*

Es un órgano secretor especializado, la masa de tejido del páncreas se diferencia en dos porciones: páncreas exocrino y endocrino. El primero secreta agua, algunos iones y una enzima, la amilasa que interviene en la degradación del almidón. Además secreta otras enzimas y una gran cantidad de bicarbonato que neutraliza la acidez proveniente del estómago.

El páncreas endocrino es una glándula productora de hormonas, se secretan las hormonas peptídicas insulina, glucagón, polipéptido pancreático y somatostatina que son liberadas al torrente sanguíneo. Estas hormonas participan en la regulación de la glucosa en sangre y en parte en la regulación del páncreas exocrino. Este jugo actúa sobre las azúcares, grasas y proteínas y colabora en su transformación en nutrientes.

⇒ *Hígado*

- Almacena y libera carbohidratos, desempeña un papel central en la regulación de la glucosa sanguínea.
- En el hígado también se procesan aminoácidos que se convierten en azúcares, es de gran importancia en la regulación del colesterol sanguíneo.
- Almacena vitaminas liposolubles como A, B y E.
- Produce la bilis que se almacena en la vesícula biliar, que participan en el proceso de digestión de lípidos. Degrada la hemoglobina de los glóbulos rojos muertos o dañados a bilirrubina. El hígado inactiva diversas hormonas, degrada sustancias extrañas como el alcohol.

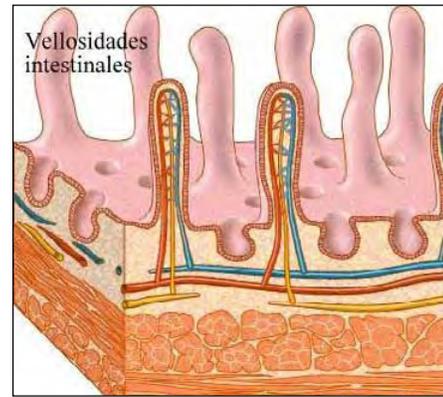
Posee un sistema de circulación sanguínea especial: recibe sangre con oxígeno procedente de la arteria hepática y sangre cargada de nutrientes, procedente del intestino, a través de la vena porta. Además de fabricar bilis, el hígado.

4. Absorción

Es el proceso por el cual los nutrientes procedentes de la digestión de los alimentos pasan a la sangre y a la linfa. En su mayor parte se realiza a lo largo del duodeno y en los restantes partes del intestino delgado, yeyuno e íleon. Se produce a través de las paredes del intestino delgado y es relativamente rápida gracias a la gran longitud y superficie de absorción que presenta el intestino. La superficie intestinal se incrementa mucho porque presenta unos pliegues de sus paredes que emiten unas prolongaciones con forma de dedo llamadas **microvellosidades intestinales**. En su interior se encuentran capilares sanguíneos que

recogen los alimentos digeridos. Las grasas son recogidas por los capilares linfáticos y se incorporan posteriormente al sistema circulatorio sanguíneo.

En el intestino grueso se absorbe la mayor parte del agua, lo que produce la compactación de las heces. También se absorben las vitaminas y los aminoácidos que fabrican las bacterias de la flora intestinal.



5. Nutrición y salud

Los requerimientos energéticos de un adulto son satisfechos por una combinación de carbohidratos, proteínas o grasas. Los carbohidratos y proteínas suministran el mismo número de calorías por gramo de peso seco, y la grasa alrededor del doble. Además de calorías, las células del cuerpo necesitan 20 tipos diferentes de aminoácidos para ensamblar proteínas. Cuando falta cualquiera de los aminoácidos para la síntesis de una proteína, ésta no puede producirse y los otros aminoácidos son convertidos en carbohidratos. Los humanos no pueden sintetizar los 20 aminoácidos. Los humanos pueden sintetizar 12, los otros 8 deben ser obtenidos de la dieta y se conocen como aminoácidos esenciales. Las plantas son la fuente última de aminoácidos esenciales, sin embargo haciendo una combinación adecuada de legumbres, granos y cereales, una persona vegetariana puede obtener los aminoácidos que necesita.

También necesitamos ciertos ácidos grasos poliinsaturados necesarios para la síntesis de grasas y de un grupo de hormonas de acción local, como las prostaglandinas. Éstos ácidos grasos pueden obtenerse comiendo plantas o insectos.

Las vitaminas son un grupo adicional de moléculas requeridas por las células vivas que no pueden ser sintetizadas por las células animales. Muchas de ellas funcionan como coenzimas y son requeridas como cantidades pequeñas. Deficiencias vitamínicas como las ocurridas en zonas donde hay malnutrición, pueden tener consecuencias pasmosas.

Nuestro cuerpo también necesita nutrientes como la vitamina C, el beta-caroteno, vitamina E y el selenio, que cumplen la función de antioxidantes, es decir, son capaces de neutralizar la acción oxidante de un radical libre. Un radical libre posee un electrón desapareado, que intenta recuperar atacando a otras moléculas estables, así se inicia un ciclo destructivo para nuestras células. Los antioxidantes ofrecen a los radicales libres, salvando así nuestras células de sufrir daño. Los radicales libres son producidos por contaminantes externos que penetran en nuestro cuerpo. La contaminación atmosférica, el humo del tabaco, los herbicidas, pesticidas y ciertas grasas, éstos radicales degradan la membrana de las células, y son capaces de producir mutaciones en el ADN. La acción de los radicales libres está ligada al cáncer y al envejecimiento, así como al daño causado en las arterias por el colesterol, relacionado directamente con las enfermedades cardiovasculares.

En una alimentación saludable, influyen además de la calidad y cantidad de los nutrientes ingeridos, que los alimentos que consumimos sean sanos y seguros. Un **alimento sano** es aquel que aporta la energía y los nutrientes que el cuerpo necesita, y consideramos un **alimento seguro** aquel que está libre de parásitos, virus, bacterias y cualquier sustancia

química o agentes físicos externos.

El hecho de comer está ligado a las necesidades biológicas del ser humano, pero el comportamiento alimentario está relacionado con aspectos culturales, sociales y sensoriales. La disposición y el rechazo de los alimentos están relacionadas con lo que en cada cultura, y en cada familia se considere bueno o malo provechoso o dañino, los hábitos alimentarios se establecen a edad temprana, y conocer lo que se debe comer para conseguir una dieta saludable y equilibrada, es el primer paso para evitar los errores que se cometen en la nutrición. La alimentación equilibrada y sabrosa es la base del bienestar y la salud. Para nutrirse es preciso acompañarla de una presentación agradable, un aroma que estimule y unos sabores que deleiten, de esta forma la digestión será más efectiva y el apetito estará asegurado.

6. Problemas nutricionales

El principal problema nutricional en muchos países desarrollados es la obesidad. Cuando se ingieren más calorías de las que se pueden acumular en forma de glucógeno, el exceso se acumula en forma de grasa en células especializadas, los adipocitos. En los Estados Unidos, el 30% de las mujeres y el 15% de los hombres de edad media son obesos, es decir, pesan más del 120% de su peso ideal. La obesidad está relacionada con un aumento significativo de enfermedades coronarias, la diabetes y otros trastornos como varios tipos de cáncer.

Además de un exceso de calorías, muchas dietas poseen riesgos para la salud. En general se consume una cantidad de sal superior a la que nuestro cuerpo necesita, y esto produce riesgo de hipertensión, es decir alta tensión arterial. Otro factor de riesgo es la grasa animal, como la que se encuentra en la carne vacuna y de cerdo. Se sabe que las dietas ricas en grasa animal interfieren en la regulación del colesterol sanguíneo, implicado en la arteriosclerosis y en los ataques cardíacos, así como ciertos tipos de cáncer, principalmente cáncer de colon, producido principalmente por una mayor retención de la masa fecal, cargada de grasa. Por lo que la Fundación Mundial de Investigaciones sobre Cáncer, recomiendan una dieta donde el 45-60% de la energía provenga de carbohidratos y el 7-14% de vegetales y frutas con una distribución de 4 a 5 raciones diarias, y el resto carnes, en particular pescado, aves y otros animales de granja, en detrimento de las carnes rojas.

Lamentablemente la cultura de las ciudades con sus costumbres y modas importadas lleva a importar el consumo de alimentos según el modelo norteamericano-europeo. Por otro lado existen muchos tipos de dietas para adelgazar. La mayoría incluye la reducción de la ingestión de calorías diarias. En muchas ocasiones sucede que el cuerpo despierta sensaciones de hambre muy fuertes y obliga a comer más que antes de comenzar la dieta, algo que no sucede si se acompaña con la realización de ejercicio físico. Por tanto existen desórdenes alimentarios que afectan principalmente a mujeres adolescentes, como es el caso de la anorexia nerviosa, donde los que la sufren tienen una percepción de sobrepeso, e incluso cuando su peso es muy inferior al óptimo para sus medidas. Otro desorden es la bulimia, las personas ingieren grandes cantidades de comida y luego se desprenden del exceso de kilogramos mediante vómitos, laxantes y ejercicio físico intenso. Las personas bulímicas generalmente comen a escondidas e incluso más que lo que sus propios límites les permiten.

A continuación se presenta un tipo de dieta que por sus resultados saludables, así como su forma de entender la alimentación, se la considera un tipo de dieta modelo a seguir.

7. Dieta mediterránea

¿Por qué se habla de dieta mediterránea, como un tipo recomendado de dieta saludable?

Hablar de dieta es hablar de un tema de gran interés no sólo desde el punto de vista nutricional, sino también político y social, pues muchos de los problemas y enfermedades en las sociedades actuales, están causadas o tienen una gran relación con las conductas y hábitos de consumo inadecuados (ej. problemas cardiovasculares, diabetes, colesterol...). Para hablar de dieta equilibrada, debemos tener en cuenta que es aquella que: “contiene todos los alimentos necesarios para conseguir un estado nutricional óptimo”, es decir:

- Aportar una cantidad de nutrientes energéticos (calorías) que sea suficiente para llevar a cabo los procesos metabólicos.
- Suministrar suficientes nutrientes con funciones plásticas y reguladoras (proteínas, minerales y vitaminas).
- Que las cantidades de cada uno de los nutrientes estén equilibradas entre sí.

Estudios llevados a cabo durante los últimos 30 años han puesto de manifiesto que países de la cuenca mediterránea como Grecia, Italia, España, Portugal, Francia... presentan menor índice de infarto de miocardio, y menor tasa de mortalidad por cáncer. Éstos datos están íntimamente relacionados con la dieta de dichos países, siendo la dieta mediterránea una dieta abundante en productos farináceos (pastas, pan...), arroz, verduras, legumbres, abundante fruta, aceite de oliva, poca carne y mucho pescado, pan integral, y todo sazonado con algunas especias como el ajo, el orégano, algo de pimienta y pequeñas cantidades de buen vino. Siendo los tres productos básicos (productos farináceos, aceite de oliva y vino), junto con la utilización del ajo y la cebolla hacen de ésta dieta la más interesante en la actualidad.



Hablar de esta dieta Mediterránea, es hablar del Aceite de Oliva Virgen Extra, siendo España el mayor productor (31% de la producción mundial). Sus propiedades están relacionadas con el tipo de ácidos grasos, el mayoritario el ácido oleico, ácido graso monoinsaturado, que es el ácido graso que se encuentra en las membranas celulares. Pero además, presenta unas propiedades gracias a su composición insaponificable, propiedades que lo hacen inigualable frente a otras grasas, gracias a su contenido en polifenoles, estudios han demostrado que el aceite de Oliva Virgen Extra : - disminuye el nivel de colesterol, -reduce el riesgo de infarto de miocardio, -estimula la secreción de bilis, y es mejor absorbido por el intestino, - reduce las posibilidades de trombosis arterial, - disminuye la acidez gástrica y regula el tránsito intestinal, -ofrece una acción eficaz de protección contra úlceras y gastritis, - estimula el crecimiento óseo, ayuda a la absorción del calcio y permite una excelente mineralización del hueso, - contribuye a conseguir un envejecimiento más saludable. –está demostrado que su consumo regular previene la aparición de determinados tipos de cáncer.

8. Actividades

1. Cite cada uno de los órganos del tubo digestivo e indique la función que desempeñan.
2. ¿Dónde se produce la digestión química? Enumera los principales enzimas.
3. ¿Por qué se habla de dieta mediterránea, como un tipo recomendado de dieta saludable?

EL APARATO EXCRETO-URINARIO

1. *Mecanismos de excreción*
2. *Estructura del aparato urinario*
3. *Funcionamiento de los riñones*
4. *Regulación de la función renal*
5. *Actividades*

1. Mecanismos de excreción

Se denomina excreción al proceso mediante el cual el organismo elimina los productos de desecho procedentes de las reacciones metabólicas que tienen lugar en las células. Estos residuos cuando alcanzan cierta concentración pueden resultar tóxicos para las propias células, por lo que han de ser expulsadas fuera del organismo.

Las funciones del sistema excretor son:

- Mantener el equilibrio hídrico del organismo y la composición química de la sangre.
- Expulsar o excretar los productos residuales de la actividad celular y de otras sustancias presentes en exceso en la sangre.

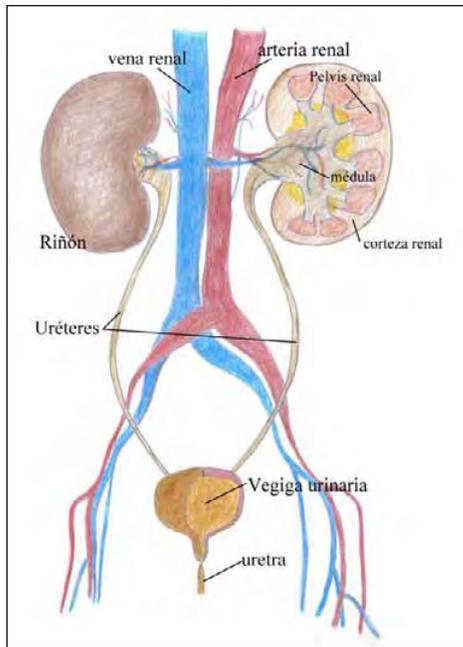
En el proceso de excreción participan los siguientes órganos

Además de los **riñones**, existen otras partes del organismo que también eliminan sustancias de desecho.

- 1) El CO₂ que se elimina en el proceso de espiración de la respiración a través de los **pulmones**.
- 2) La piel también actúa como órgano excretor mediante las **glándulas sudoríparas** que segregan sudor, también formado por sustancias extraídas de la sangre. Tiene una composición similar a la orina pero con más cantidad de agua.
- 3) **Hígado**. Además de sus importantes funciones metabólicas, actúa como órgano de excreción de algunas sustancias como los pigmentos biliares (procedentes de la destrucción de la hemoglobina).
- 4) **Riñones**. Son nuestros principales órganos excretores y desempeñan un papel fundamental en el mantenimiento y constancia del medio interno, ya que regulan no sólo el volumen sino también la concentración de muchos compuestos.

2. Estructura del aparato urinario

Como podemos apreciar en el siguiente dibujo, el aparato urinario tiene la siguiente estructura:



Los **riñones** son órganos especializados en realizar la función de excreción. Están situados a ambos lados de la columna vertebral, en la parte posterior del abdomen. Tienen forma de judía y son de color rojizo-marrón. Su tamaño es aproximadamente 6 cm. El cuerpo principal del riñón también presenta tres capas: **corteza renal**, repleta de nudos de capilares denominados glomérulos y sus cápsulas, a continuación la **médula renal**, que contiene los capilares y los túbulos que forman la orina, y un espacio central donde se recoge la orina, la **pelvis renal**. Los glomérulos, las cápsulas y los túbulos forman parte de las unidades filtrantes, **NEFRONAS**, que se encargan de extraer de la sangre los productos de desecho, sales minerales y agua. Cada riñón está conectado a la vejiga por un tubo largo llamado **uréter** que descarga la orina. La **vejiga** es un órgano muscular hueco en el centro de la pelvis que almacena la orina

hasta el momento de su evacuación. A partir de cierto volumen, los receptores de la pared transmiten los impulsos nerviosos que inician un deseo consciente de orinar. En ese momento la **uretra** conduce la orina desde la vejiga al exterior.

3. Funcionamiento de los riñones

Cada riñón contiene más de un millón de nefronas,
Cada nefrona está constituida por:

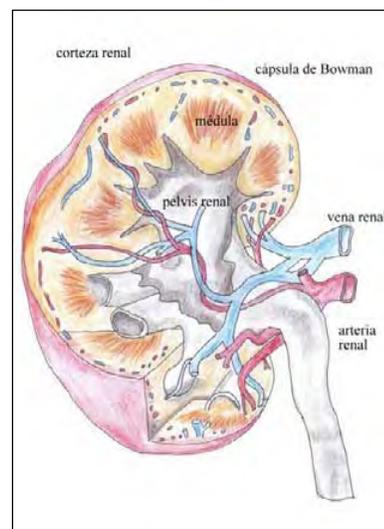
- **Corpúsculo renal** – formado por un **glomérulo renal** que es un ovillo de capilares envueltos por una cápsula, la **cápsula de Bowman**.
- **Túbulo renal** – conducto largo muy plegado y doblado donde se forma el **asa de Henle**, lugar donde se concentra la orina. Los túbulos de varias nefronas desembocan en un **tubo colector** que recoge la orina y la vierte en la pelvis renal.

En la corteza renal se localizan las cápsulas de las nefronas y los vasos que las irrigan, y en la médula se encuentran los túbulos de la nefrona y los tubos colectores.

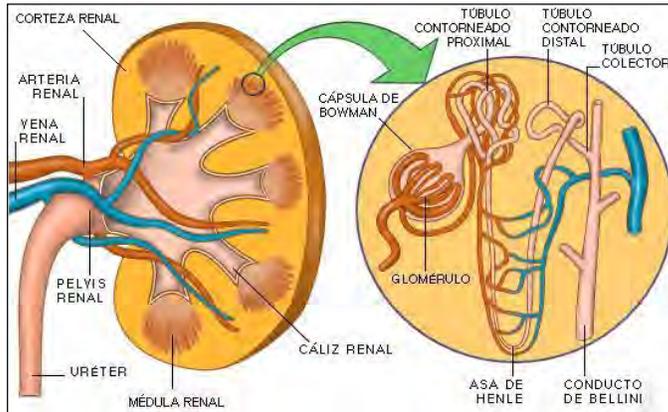
Proceso de formación de la orina:

La sangre llega al riñón por la arteria renal (rama de la aorta que lleva sangre cargada de productos de desecho hacia el riñón) y allí es filtrada por la nefrona. El proceso tiene lugar en dos fases diferentes:

- En el corpúsculo, la sangre que circula por los capilares del glomérulo es filtrada hacia el interior de la cápsula. Ambos espacios están separados por una delgada capa de células que



permiten el paso de moléculas pequeñas (agua, sales, glucosa, aminoácidos, urea, y ácido úrico) pero impiden el paso de grandes moléculas, como las proteínas y los lípidos, y de células sanguíneas.



El filtrado avanza por el túbulo de la nefrona y en su recorrido se produce la reabsorción de la mayoría de las sustancias útiles y del 99% del agua filtrada. La glucosa y los aminoácidos se reabsorben en su totalidad, mientras que las sales y la urea se absorben en menor cantidad. Esta diferencia en la reabsorción es esencial para la función reguladora de los riñones.

Todo el plasma sanguíneo se filtra unas dos veces cada hora y produce al día 1,5 L de orina diarios de promedio.

- 1) La sangre que contiene glucosa, proteínas y urea entra en la nefrona y se dirige hacia el glomérulo, éste filtra la sangre y se segregan las sustancias superfluas como sales, agua y urea que pasan a la cápsula de Bowman.
- 2) En el **túbulo convoluto proximal**, otras sustancias innecesarias se segregan con la circulación de la sangre filtrada, por otro lado la glucosa, el agua y algunas sales se reabsorben en la sangre desde el túbulo.
- 3) La solución que procede del glomérulo recorre el túbulo y en el asa de Henle el agua y las sales se bombean fueran del túbulo y la orina se vuelve más concentrada.
- 4) La sangre filtrada sale de la nefrona hacia la vena renal.
- 5) En el **túbulo convoluto distal**, se ajusta el contenido de agua de la orina, que es conducida hacia el **conducto colector de orina** que recoge la orina de otras nefronas para transportarla a la pelvis renal.

Los productos de desecho más comunes son la **urea**, fabricada por el hígado y procedente de la degradación de los aminoácidos y el **ácido úrico**, que procede de la degradación de las bases nucleares de los ácidos nucleicos, éstos junto con el agua forman la orina. Su volumen y composición varían para mantener el equilibrio del medio corporal interno.

4. Regulación de la función renal

Los desechos disueltos en la sangre se eliminan con agua y sales minerales, pero estas sustancias son al mismo tiempo necesarias para el buen funcionamiento del organismo. Debe alcanzarse un equilibrio, por tanto los riñones tienen una doble función: **función depuradora** que permite la excreción de las sustancias de desecho procedentes del metabolismo celular y **función reguladora** contribuye a mantener constante la cantidad de agua y sales minerales del medio interno.

La regulación de la función renal está relacionada íntimamente con las hormonas que segregan los riñones, como es el caso de la **Renina**, que es segregada por el riñón en respuesta a determinados estímulos, también la **Eritropoyetina** que regula la formación de eritrocitos, **vitamina D** y **prostaglandinas**.

El riñón es responsable del mantenimiento del equilibrio de varias sustancias:

- glucosa, que si no es reabsorbida por el riñón, ésta aparece en la orina.
- aminoácidos.
- urea
- sodio.
- cloruro.
- agua.
- bicarbonato.
- potasio.
- calcio.
- magnesio
- hidrogenoiones.
- fosfato.

El cuerpo es muy sensible al valor del pH. Fuera del rango del pH que es compatible con la vida, las proteínas son desnaturalizadas y digeridas, las enzimas pierden su capacidad para funcionar, y el cuerpo es incapaz de sostenerse. En éste punto tenemos que resaltar la importancia de los riñones, manteniendo el equilibrio ácido-base con la regulación del pH del plasma sanguíneo. Las ganancias y pérdidas de ácido y base deben ser equilibradas.

La autorregulación del organismo, en cuanto a la cantidad de orina producida puede ser alterada o modificada debido a nuestros hábitos o debido a determinados condicionantes tanto externos como medioambientales. El ser humano elimina aproximadamente 1,4 L de orina al día, aproximadamente 1 L de agua contiene, 10 mg de cloruro sódico, 25 g de urea y 0,5 g de ácido úrico. Pero estos valores pueden ser modificados por la ingestión excesiva de bebidas o alimentos que contengan gran proporción de agua.

5. Actividades

1. Explique cada uno de los órganos que participan en la excreción humana.
2. Explique la anatomía y el funcionamiento del aparato urinario humano.
3. Busca información sobre las principales enfermedades o anomalías que se presentan en el tubo digestivo.

EL SISTEMA NERVIOSO

1. La comunicación nerviosa
2. Sistema nervioso humano
3. Sistema nervioso central
4. El sistema nervioso periférico
5. La transmisión del impulso nervioso
6. Actividades

1. La comunicación nerviosa

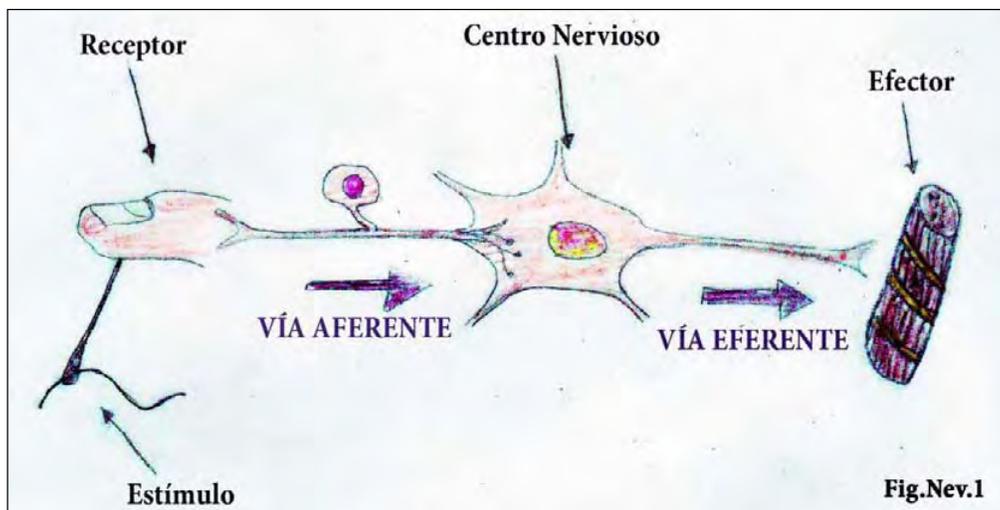
El sistema nervioso es el encargado de recibir señales, transformarlas en impulsos y transmitirlos a través del cuerpo de los organismos. Está formado por células nerviosas denominadas **neuronas**, y células que contribuyen al soporte y nutrición de las neuronas, las **células de neuroglia**.

Para que el sistema nervioso realice sus funciones en los seres vivos más evolucionados se precisan tres tipos de elementos:

Los **receptores**. Son células o estructuras sensoriales capaces de percibir modificaciones tanto del medio interno como del externo y generar impulsos o mensajes nerviosos.

Los **circuitos neuronales**. Están localizados en los centros nerviosos donde se reciben los mensajes sensoriales, se interpretan, se integran y se elaboran las respuestas nerviosas apropiadas.

Los **efectores**. Son estructuras, como los músculos y las glándulas, encargadas de ejecutar las órdenes nerviosas elaboradas como respuesta a un estímulo externo o interno.



⇒ ***Tipos de neuronas según su función.***

Se distinguen los siguientes tipos de neuronas:

- *Neuronas sensitivas o aferentes.* Permiten el paso de los mensajes generados en los receptores sensoriales y órganos de los sentidos hasta los centros nerviosos.
- *Interneuronas.* Forman circuitos que conectan las neuronas aferentes con las neuronas eferentes. Se localizan en los centros nerviosos.
- *Neuronas motoras o eferentes.* Llevan los mensajes desde los centros nerviosos hasta los órganos efectores (músculos y glándulas).

Las células de Schwann

Los axones de las neuronas motoras suelen estar rodeados por las **células de Schwann**. Estas células están formadas casi exclusivamente por membrana plasmática rica en una materia lipídica llamada **mielina**, y muy poco citoplasma. Esta membrana plasmática se enrolla alrededor de los axones formando una capa, llamada **vaina de mielina**, que presenta unas discontinuidades denominadas **nódulos de Ranvier**.

El impulso nervioso se propaga más rápidamente en los axones con mielina, que es un buen aislante eléctrico. A este tipo de propagación del estímulo, que sólo se transmite por los nódulos de Ranvier, se le denomina, de manera muy intuitiva, conducción o propagación saltatoria. Este proceso permite, además, ahorrar mucha energía.



2. Sistema nervioso humano

⇒ ***Origen***

Todos los sistemas nerviosos de los vertebrados, desde los peces hasta los mamíferos, tienen la misma estructura básica, formada a partir de capas de células embrionarias.

El sistema nervioso, situado en posición dorsal, se origina a partir del ectodermo que constituye el **tubo neural**. Este tubo se expande y se diferencia: la parte anterior origina el encéfalo y la parte posterior se convierte en la médula espinal. El encéfalo y la médula espinal se continúan y sus cavidades se comunican.

A medida que el encéfalo comienza a diferenciarse surgen tres protuberancias en el extremo anterior: encéfalo anterior o **prosencefalo**; encéfalo medio o **mesencefalo**; encéfalo posterior o **rombencefalo**.

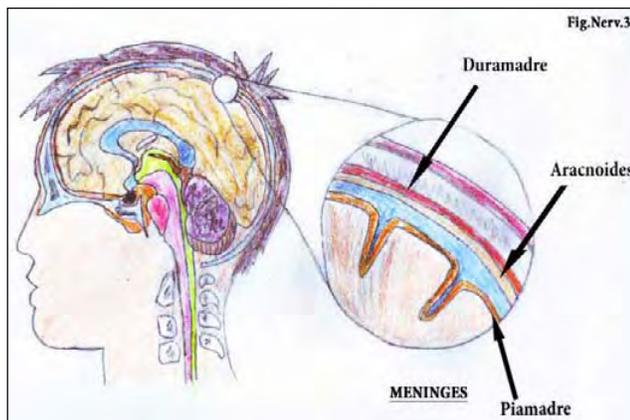
⇒ *Estructura*

Los vertebrados requieren de un sistema nervioso altamente organizado. En él se distinguen dos unidades diferentes:

- *Sistema nervioso central.* Formado por el encéfalo, localizado en el cráneo, y la médula espinal, dentro de la columna vertebral. Constituye un centro de control que integra la información que le llega y determina las respuestas apropiadas.
- *Sistema nervioso periférico.* Constituido por los nervios craneales y espinales, y por los ganglios nerviosos periféricos. Relaciona el sistema nervioso central con los diferentes órganos. El sistema nervioso periférico se divide en:
 - Sistema nervioso **somático**.
 - Sistema nervioso **autónomo** o **vegetativo**. Posee dos tipos de vías nerviosas o nervios: **simpáticos** y **parasimpáticos**, que ejercen una función antagónica.

3. Sistema nervioso central

El *sistema nervioso central* está constituido por el **encéfalo** y la **médula**, que se encuentran alojados y protegidos por el cráneo y la columna vertebral, respectivamente. Ambas estructuras están rodeadas por tres membranas, las **meninges**, que se denominan, de fuera a dentro, **duramadre**, **aracnoides** y **piamadre**. Entre las dos últimas se encuentra el **líquido cefalorraquídeo**, que actúa como amortiguador contra los golpes.



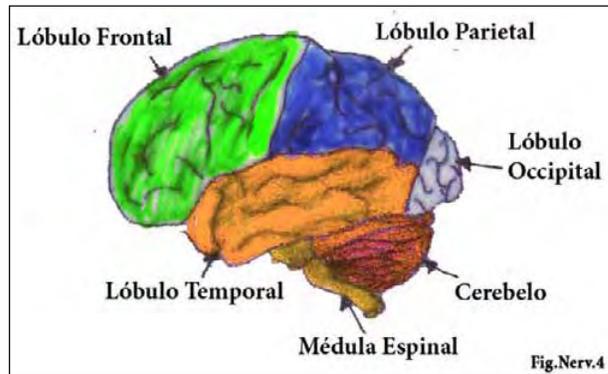
En el interior del encéfalo se localizan cuatro cavidades o **ventrículos**, comunicados entre sí, que se prolongan por el **epéndimo**, un pequeño conducto que recorre longitudinalmente la médula espinal por el centro. Estas cavidades están llenas de líquido cefalorraquídeo.

En el encéfalo humano el **cerebro** es el órgano más desarrollado.

⇒ *Estructura del cerebro*

La parte interior del cerebro está formada por axones con mielina, que constituyen la **materia blanca**. La parte exterior, o **corteza cerebral**, está integrada por cuerpos neuronales y axones sin mielina lo que le proporciona color grisáceo, la **materia gris**.

La corteza cerebral posee numerosos repliegues que aumentan considerablemente su extensión sin aumentar el volumen. Se denominan **circunvoluciones**.



En el cerebro existe un gran surco que lo divide en dos mitades, llamadas **hemisferios derecho e izquierdo**. También existen otras hendiduras que, según sean más o menos profundas, se denominan **cisuras** y **surcos**, respectivamente. Las cisuras permiten distinguir cuatro regiones en cada hemisferio: **lóbulo frontal, parietal, temporal y occipital**.

Del cerebro parten o llegan los nervios **craneales** que inervan distintos órganos de la cabeza, como los ojos, los oídos, las fosas nasales, la lengua, etc.

⇒ *Funcionamiento del cerebro*

Los dos hemisferios cerebrales están conectados por haces de fibras nerviosas (sustancia blanca), de los que el más importante es el **cuerpo calloso**. La mayor parte de la información sensorial del lado derecho del cuerpo pasa a través del cuerpo calloso hacia el hemisferio cerebral izquierdo y viceversa.

En las **zonas sensoriales** de la corteza se produce el análisis de los estímulos sensoriales, su integración en las **zonas de asociación**, y se elaboran las órdenes motoras voluntarias en las **zonas motoras** que, como sucede con la información sensorial, cruzan al lado contrario del cuerpo a través del cuerpo calloso.

Las zonas de asociación son las responsables de las funciones superiores como el lenguaje, la creatividad, el aprendizaje y la memoria

⇒ *Estructura y funciones de la médula*

La médula también está formada por cuerpos neuronales, o **sustancia gris**, y por axones mielínicos, o **sustancia blanca**, pero situadas en orden inverso a como lo están en el cerebro: la sustancia gris en el interior y la blanca rodeándola. La sustancia gris tiene una distribución en forma de mariposa. De la médula parten y llegan axones que se reúnen formando los nervios raquídeos.

La **médula** tiene dos funciones fundamentales. Es el centro de muchos **actos reflejos** somáticos y vegetativos pero también es la **vía de comunicación** entre la periferia y el encéfalo a través de los nervios raquídeos. La elaboración de respuestas en la médula se basa en la existencia de los **arcos reflejos medulares**.

⇒ *Actividad motora del sistema nervioso central*

El sistema nervioso central controla y coordina toda la actividad motora, que incluye:

- *Movimientos simples*, como un acto reflejo defensivo (retirada de la mano de una fuente de calor), en los que sólo intervienen la médula. Son involuntarios e inconscientes.

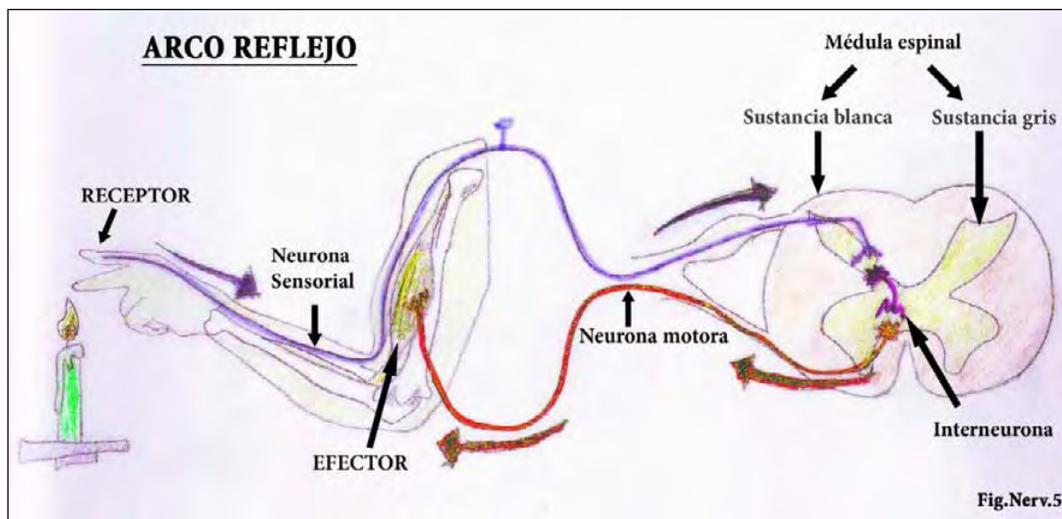
- *Movimientos complejos*, como una conducta motora elaborada (jugar al tenis), en los que intervienen la médula y diversas estructuras del encéfalo. Son voluntarios, conscientes y precisan un aprendizaje previo.

- El acto reflejo

En las respuestas reflejas, o **actos reflejos**, el estímulo recorre el camino más corto desde el receptor al efector, a través del sistema nervioso central. La **cadena de neuronas** que intervienen en esta acción se denomina **arco reflejo**.

Para realizar una función de coordinación o control en respuesta a un cambio en el medio, hacen falta al menos dos neuronas conectadas sinápticamente entre sí y que, a su vez, una de ellas, la sensitiva, contacte con un receptor por donde llegue el estímulo, y la motora contacte con un efector que ejecute la orden nerviosa.

Por tanto, un arco reflejo está formado, como mínimo, por: **receptor, neurona sensitiva, neurona efectora o motora y efector**. En otros casos, entre la neurona sensitiva y la motora existen una o más interneuronas.



4. El sistema nervioso periférico

El **sistema nervioso periférico** está formado por los **nervios**, que permiten la comunicación entre el medio externo o interno y el sistema nervioso central. Los nervios pueden incluir dos tipos de vías:

- De **entrada** o **sensitivas**, que provienen de los receptores sensoriales. Están formadas por los axones de las neuronas que llevan los mensajes desde la periferia hacia el sistema nervioso central.

- De **salida** o **motoras**, formadas por los axones de las neuronas por las que viajan las órdenes desde el sistema nervioso central hacia los órganos efectores, músculos y glándulas.

Por tanto, los nervios, según su función, pueden ser **motores**, **sensitivos** o **mixtos**, según tengan axones motores, sensitivos o de ambos tipos. Dependiendo de la zona del sistema nervioso central de la que procedan, se pueden clasificar a su vez en nervios **craneales** y nervios **raquídeos**.

Los nervios raquídeos salen por el orificio que hay entre dos vértebras consecutivas. Cada nervio raquídeo tiene una raíz posterior y una raíz anterior que se comunican con la parte posterior y anterior de la médula. La raíz posterior contiene exones sensitivos, mientras que la raíz anterior es de naturaleza motora.

Uno de los mayores nervios del cuerpo, el ciático, se forma por la unión de los nervios que salen de la zona sacro-lumbar de la médula.

Según sea el recorrido de sus fibras y la función que realiza, el sistema nervioso periférico se divide en:

- *Sistema nervioso somático.* Está formado por los nervios que unen el sistema nervioso central con los órganos receptores y efectores. Es el responsable de las acciones voluntarias como el movimiento corporal o la vida de relación.
- *Sistema nervioso vegetativo o autónomo.* Controla las funciones fisiológicas básicas de modo involuntario. Actúa sobre el músculo cardíaco, el músculo liso o involuntario y las glándulas de secreción.

⇒ ***El sistema nervioso vegetativo***

El sistema nervioso vegetativo o autónomo se divide en simpático y parasimpático. Sus funciones suelen ser antagónicas para lograr un balance funcional que tiende a mantener el equilibrio corporal.

- Sistema nervioso vegetativo **simpático**. Se caracteriza porque sus neuronas salen de las zonas torácico-lumbares de la médula. Es especialmente importante en situaciones de emergencia para las que se necesita un aporte extra de energía al sistema muscular esquelético y un mejor funcionamiento de los sistemas de alerta.

- Sistema nervioso vegetativo **parasimpático**. Las neuronas parten de dos zonas distantes del sistema nervioso central: del encéfalo, a través de los nervios craneales, y desde la zona sacra de la médula. Desempeña una función relevante en situaciones que impliquen reposo, relajación y aprovechamiento energético.

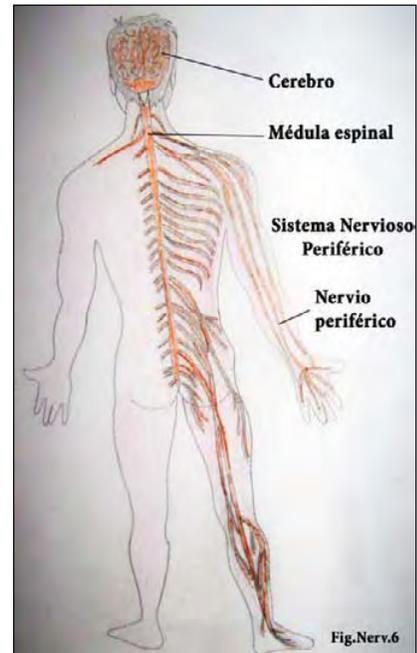


Fig.Nerv.6

5. La transmisión del impulso nervioso

⇒ ***Neuronas en reposo***

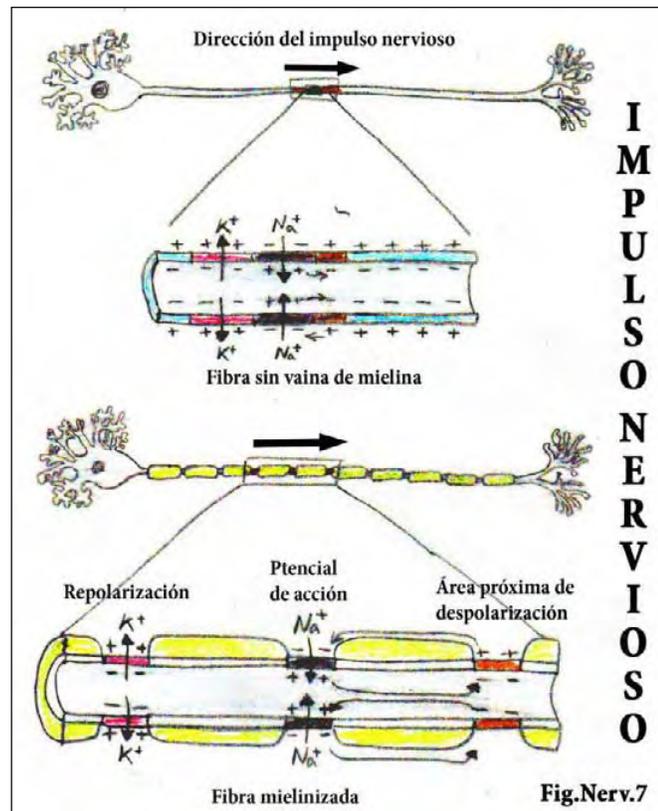
Cuando no existe estímulo, se dice que la neurona está en **reposo**, y su **membrana** está polarizada, ya que existe mayor cantidad de cargas o iones positivos en el exterior que en el interior.

Esta diferencia de polaridad es posible gracias a la existencia de un mecanismo de transporte activo de iones en la membrana celular que, continuamente, fuerza la salida de tres iones sodio y deja entrar dos de potasio, lo que crea una desigual distribución de cargas. La diferencia de potencial entre el exterior y el interior de la membrana es de alrededor de -70 mV y se denomina **potencial de reposo**.

⇒ *La neurona activada*

Cuando llega un estímulo apropiado a la neurona, la membrana se vuelve permeable y el Na^+ entra de manera masiva. La entrada de Na^+ cambia la polaridad de la membrana, de manera que, en ese punto, el interior de la neurona se hace positivo, y el exterior, negativo. La diferencia de potencial en ese momento oscila entre $+40$ y $+50$ mV y se denomina **potencial de acción** o impulso nervioso. En este momento se dice que la **membrana** está **despolarizada**.

La entrada de sodio dura poco. Inmediatamente empieza la salida de potasio hacia el exterior de la célula, que se vuelve otra vez positivo con respecto al interior. Se recupera así el potencial de reposo y la membrana se **repolariza**.



○ *Propagación del impulso nervioso*

La inversión de la polaridad en un punto de la membrana estimula las zonas próximas, generando en ellas el mismo fenómeno. De esta manera, el mensaje nervioso se desplaza a lo largo del axón. A este desplazamiento se le denomina **propagación del impulso nervioso**.

El impulso nervioso se propaga más rápidamente en los axones con mielina, que es un buen aislante eléctrico y obliga al impulso a propagarse sólo por donde no hay mielina, es decir, por los nódulos de Ranvier.

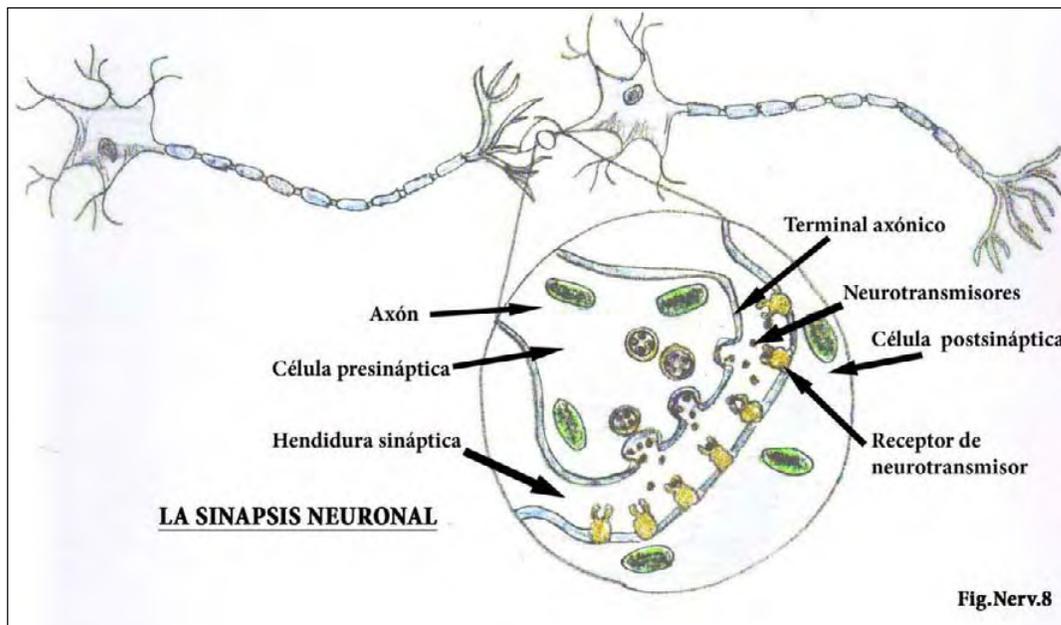
⇒ *La sinapsis*

Santiago Ramón y Cajal, premio Nobel en 1906, descubrió que el sistema nervioso está formado por una red de neuronas separadas unas de otras por unos espacios muy pequeños. Dado que no hay contacto físico entre las neuronas, los impulsos nerviosos se propagan entre ellas gracias a la existencia de estructuras especializadas llamadas **sinapsis**.

La sinapsis se compone de tres elementos:

- *Elemento presináptico o botón sináptico*: engrosamiento de la parte terminal del axón de la neurona por la que llega el impulso. En él se localizan unas vesículas que contienen sustancias químicas, excitadoras o inhibitorias, llamadas **neurotransmisores**.
- *Hendidura sináptica*: espacio que separa el elemento presináptico del elemento postsináptico.
- *Elemento postsináptico*: zona de la membrana de la neurona postsináptica que tiene receptores específicos a los que se unen los neurotransmisores.

Normalmente, las sinapsis se establecen entre las ramas terminales del axón de una neurona y las dendritas o el cuerpo de otras. También se producen entre una neurona y otro tipo de células, como una fibra muscular o una célula glandular.



○ *Transmisión sináptica*

La llegada de un impulso nervioso al botón sináptico provoca una entrada de cationes calcio desde el exterior. Esto hace que algunas de sus vesículas liberen, por exocitosis, moléculas de **neurotransmisor** a la hendidura sináptica.

Si el neurotransmisor es **excitador**, se une a sus receptores postsinápticos provocando la despolarización de la membrana y la propagación del mensaje nervioso.

Si el neurotransmisor es **inhibidor**, la unión a sus receptores provoca que el interior de la membrana se haga todavía más negativo (hiperpolarización). Esto hace a la neurona postsináptica menos excitable y dificulta que el mensaje nervioso continúe su camino.

Cuando han realizado su misión, los neurotransmisores se separan de sus receptores y quedan libres pudiendo seguir dos caminos: ser destruidos por enzimas específicas o ser recaptados por la membrana del elemento presináptico para ser reutilizados.

6. Actividades

1. Cita los tres tipos de elementos que facilitan la comunicación nerviosa.
2. ¿Qué células forman el Sistema Nervioso?
3. ¿Qué partes forman el Sistema Nervioso Central? ¿Qué estructuras óseas lo protegen?
4. ¿Cuál es la función de la médula? ¿De qué está formado el Sistema nervioso Periférico?
5. ¿Cómo es la distribución de cargas en la membrana de una neurona en reposo? ¿Qué es el potencial de acción?
6. ¿De qué está compuesta la sinapsis neuronal? ¿Cómo se produce la transmisión sináptica?

LOS SENTIDOS

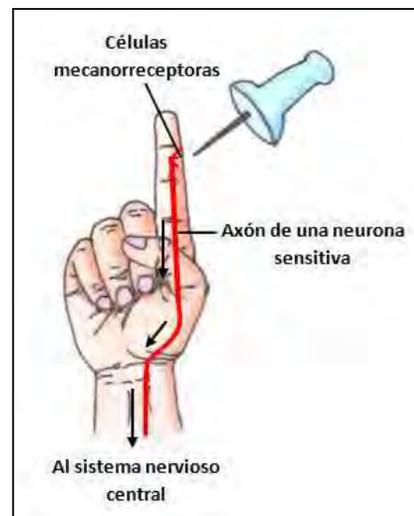
1. *Importancia biológica de la recepción en los seres vivos*
2. *Tipos de recepción*
3. *Los sentidos en la especie humana*
4. *Actividades*

1. Importancia biológica de la recepción en los seres vivos

Los seres vivos necesitan estar en contacto con el medio ambiente y elaborar distintas respuestas ante las variaciones de éste. Los distintos procesos mediante los cuales los organismos pueden responder al percibir los estímulos del medio son importantes en la función de relación, la cual es esencial para la supervivencia de los individuos. Un paso indispensable para que todos estos fenómenos puedan suceder es la **recepción del estímulo**, que consiste en la transformación de las variaciones del ambiente en impulsos nerviosos. Dicho de otro modo, los seres vivos tienen una gran cantidad de células, que se llaman **receptores**, que son capaces de detectar los cambios en el medio y generar potenciales de acción que se transmiten por el sistema nervioso.

Se puede entender bien el concepto de recepción imaginando lo que ocurre al pincharnos el dedo con una chincheta. En la piel humana existen numerosas células mecanorreceptoras, es decir, que son capaces de generar potenciales de acción cuando perciben un cambio de presión en el medio. Así, la presión que ejerce la chincheta sobre estas células produce impulsos nerviosos que viajan hasta el sistema nervioso central, donde se procesa la información para poder elaborar una respuesta, como puede ser, por ejemplo, retirar el dedo rápidamente.

De esta manera, en la percepción de los distintos factores del medio tal como la luz, el calor o el contacto, están implicados diferentes receptores, que son células especializadas en la detección de dichos factores. Esto conlleva a que los animales presenten diferentes tipos de receptores atendiendo al estímulo que sean capaces de percibir.

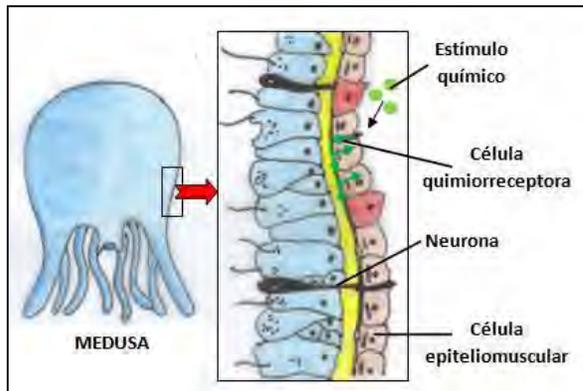


2. Tipos de recepción

Los tipos de recepción más importantes que se pueden observar en el Reino Animal son los siguientes:

⇒ *Quimiorrepción*

La **quimiorrepción** es el modo de recepción más primitivo y universal que existe en los animales. El proceso consiste en la detección de estímulos químicos por **células quimiorreceptoras**, las cuales son capaces de generar potenciales de acción ante los cambios de naturaleza química que ocurren en el entorno. Estos impulsos se transmiten por el sistema nervioso para que el animal pueda producir una respuesta.

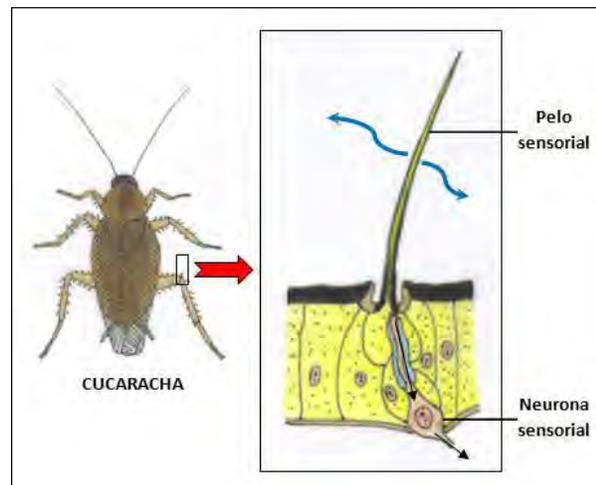


Las medusas, por ejemplo, poseen en su superficie células quimiorreceptoras que conectan, a través de neuronas, con las células epitelio musculares. Así, cuando el animal detecta un estímulo químico, como puede ser una sustancia nociva, manda esta información a las células epitelio musculares produciéndose una respuesta, tal como el movimiento y distanciamiento del individuo.

Por su parte, el proceso de quimiorrepción también es muy importante en la especie humana ya que es uno de los mecanismos implicados en la percepción del sentido del gusto y del olfato.

⇒ *Mecanorrepción*

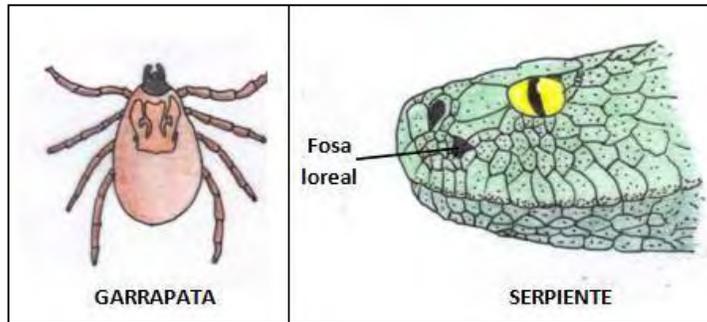
Como se ha mencionado con anterioridad, la **mecanorrepción** consiste en la detección de las variaciones de presión por las **células mecanorreceptoras** y la consecuente producción de impulsos nerviosos, es decir, potenciales de acción. Algunos artrópodos, como por ejemplo las cucarachas, poseen **pelos sensoriales** en su cutícula que están conectados a neuronas sensoriales. Estos mecanorreceptores son capaces de detectar pequeñas variaciones de presión en el aire del entorno, que pueden ser causadas por el movimiento de un depredador. De este modo, la información se transmite al sistema nervioso del animal, el cual procesa una respuesta, tal como la huida inmediata del individuo.



Además, como se verá más adelante, el fenómeno de mecanorrepción es de especial importancia en la especie humana, tanto en el sentido del tacto como en el sentido del oído.

⇒ *Termorrepción*

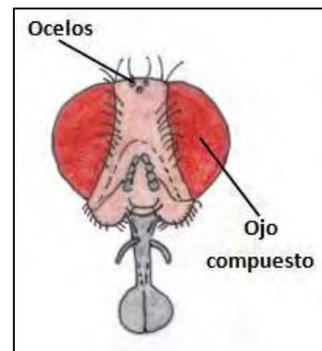
La **termorrepción** es el proceso por el cual las **células termorreceptoras** generan potenciales de acción cuando detectan un aumento o descenso de la temperatura,



transmitiéndose la información a otras células del sistema nervioso. Las garrapatas, por ejemplo, son unos artrópodos que viven en las hierbas y árboles a la espera del paso de un animal endodermo, como podría ser un perro (figura 4A). Estos arácnidos poseen termorreceptores en sus patas y

boca, de modo que pueden percibir el calor de algún posible animal huésped que se mueva en las zonas próximas e inmediatamente parasitarlo. Asimismo, existen animales depredadores que utilizan la termorrecepción para localizar a sus presas, como algunas serpientes, que tienen células termorreceptoras en la **fosa loreal**. Así, el réptil es capaz de detectar las diferencias de temperatura generadas por otros animales para rápidamente poder acecharlos. En el caso de los humanos, la termorrecepción es especialmente relevante en el sentido del tacto.

⇒ **Fotorrecepción**

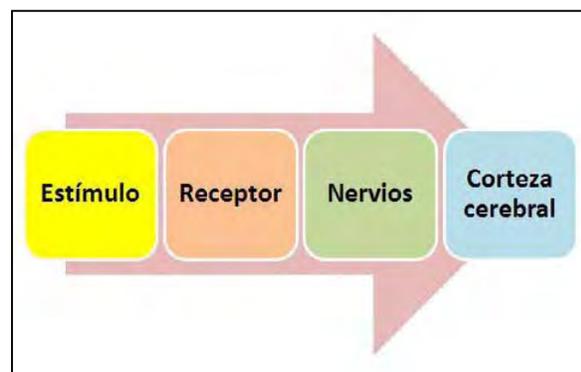


La **fotorrecepción** consiste en la transformación de las variaciones de la longitud de onda de la luz en impulsos nerviosos. Este proceso lo llevan a cabo las **células fotorreceptoras**, que son capaces de detectar los cambios en las longitudes de onda de la luz y generar, consecuentemente, potenciales de acción. Las moscas, por ejemplo, tienen células fotorreceptoras tanto en sus **ocelos** como en sus ojos **compuestos**. Sin embargo, estos insectos son incapaces de formar imágenes y detectar formas mediante sus ocelos, por lo que la función de ellos queda restringida a la percepción de presencia e intensidad de luz. Así, la detección de las imágenes es competencia de los ojos compuestos, los cuales tienen una mayor cantidad de fotorreceptores. Por su parte, en los

humanos, la fotorrecepción es esencial en el sentido de la vista.

3. Los sentidos en la especie humana

Una vez entendidos los distintos tipos de recepción en los seres vivos se puede abordar el tema de los sentidos en la especie humana. Los humanos, al igual que el resto de los seres vivos, tenemos la necesidad de relacionarnos con el medio que nos rodea y, por ello, hemos desarrollado estructuras y órganos especializados en la función de relación. Así, algunas de nuestras células y tejidos han evolucionado de modo que, en conjunto, facilitan las necesidades básicas



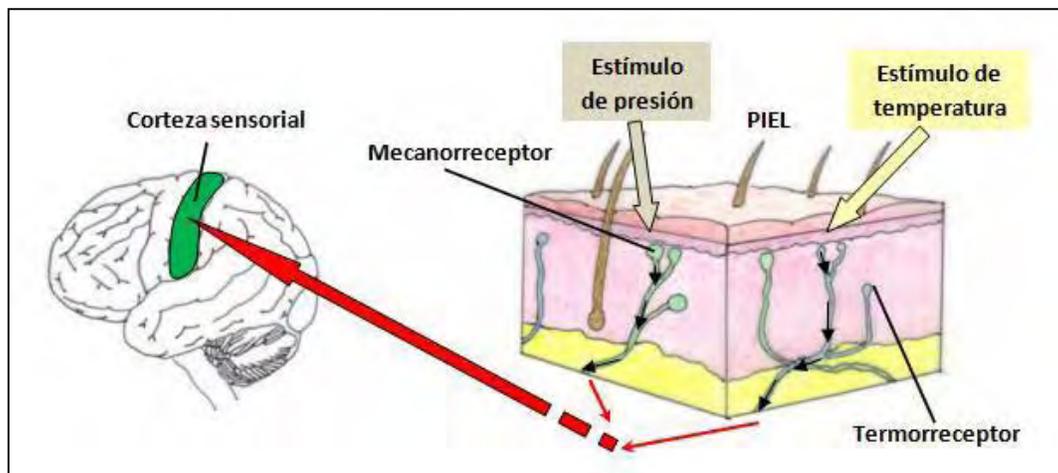
de la especie humana, tal como la búsqueda de pareja, de alimento o la supervivencia. De este modo la evolución diseñó los sentidos, los cuales tienen una relación directa con los procesos

de recepción, ya que para el correcto funcionamiento de cualquiera de los sentidos humanos es indispensable que algunas células detecten un estímulo y lo transformen en impulsos nerviosos. De hecho, los cinco sentidos de la especie humana funcionan, en términos generales, de una manera similar. El **estímulo**, que puede ser de diferentes tipos, es detectado por las **células receptoras**, las cuales producen potenciales de acción. Esta información viaja por los **nervios** del cuerpo hasta el sistema nervioso central, concretamente al cúmulo de neuronas situado en el cerebro que forma la **corteza cerebral**. Finalmente, la corteza es la encargada de procesar la información y, por tanto, la responsable de las sensaciones que causan los sentidos.

⇒ *El tacto*

El **sentido del tacto** es el encargado de las sensaciones de presión, térmicas o dolorosas, permitiéndonos apreciar el frío, el calor, la textura, la vibración o el cosquilleo entre otros. A diferencia de otros sentidos, las células receptoras encargadas del tacto se encuentran repartidas por toda la superficie de la piel del ser humano así como en algunas zonas internas, lo que permite que exista comunicación entre el medio interno de los individuos y el sistema nervioso central.

La sensibilidad táctil de la piel depende principalmente de **termorreceptores** y **mecanorreceptores** que, al detectar un estímulo externo de temperatura y presión respectivamente, generan potenciales de acción. Así, el impulso nervioso viaja al sistema nervioso central, concretamente a la **corteza sensorial**, que es la zona del encéfalo encargada de procesar la información relativa a dicho sentido. Cabe destacar que la dispersión de los receptores del tacto en la piel humana no es homogénea, sino que hay una mayor concentración de éstos en las zonas del cuerpo que necesitan ser más sensibles. De este modo, por ejemplo, existen una gran cantidad de mecanorreceptores y termorreceptores en los dedos de las manos, ya que con ellos tocamos y manipulamos una gran cantidad de objetos distintos.

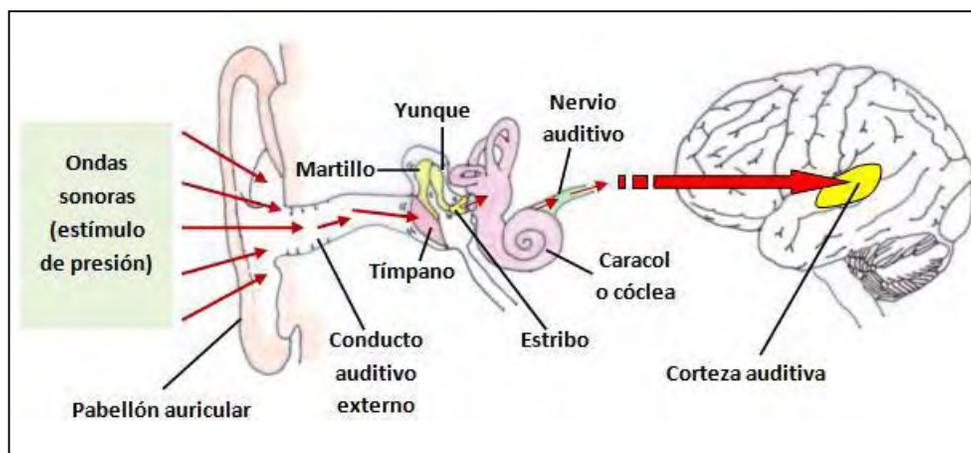


⇒ *El oído*

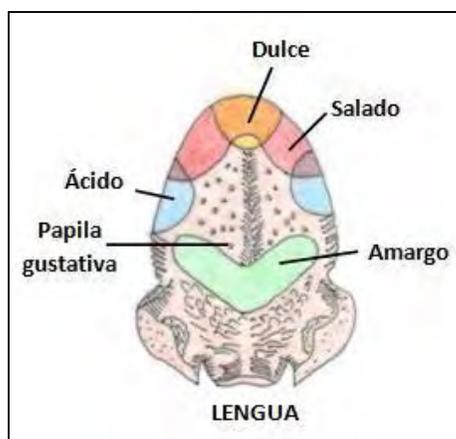
El **oído** es el sentido responsable de la detección de los sonidos y está íntimamente relacionado con procesos de **mecanorrecepción**. Las ondas sonoras proceden de cambios locales en las presiones de los gases que componen el aire, que se propagan por el espacio de

forma esférica. Estos cambios de presión los recoge el **pabellón auricular** y viajan por el **conducto auditivo externo** hasta una pequeña membrana esponjosa llamada **tímpano**, la cual comienza a vibrar. Las vibraciones del tímpano se transmiten a través de tres huesecillos denominados **martillo**, **yunque** y **estribo**. El último de estos tres huesos conecta con la **cóclea o caracol**, dentro de la cual existen **células mecanorreceptoras** que transforman las variaciones de presión procedentes de los huesecillos en potenciales de acción. Estas células tienen conexiones con las neuronas del **nervio auditivo**, que es el encargado de enviar la información a la **corteza auditiva** del cerebro, lugar donde se procesa dicha información resultando finalmente la percepción de los sonidos.

La cóclea, además de estar implicada en el sentido del tacto, es un órgano de especial importancia en los mecanismos de equilibrio y es capaz de detectar, por ejemplo, movimientos lineales o movimientos del giro de la cabeza.



⇒ *El gusto*

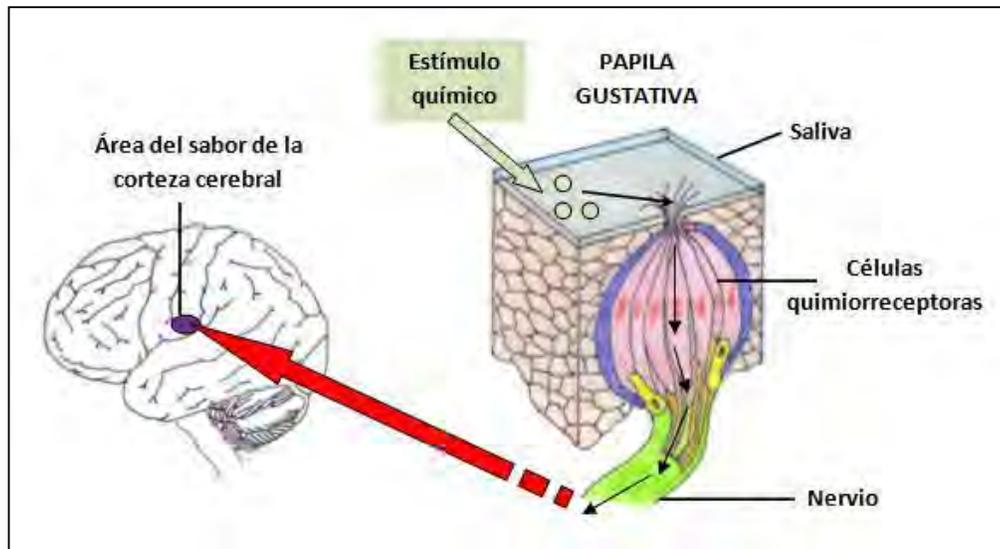


El **sentido del gusto** es el encargado de detectar las moléculas disueltas en la saliva y enviar la información al cerebro, donde se procesa, resultando finalmente los sabores. Es un sentido de especial importancia para poder discriminar, por ejemplo, entre los alimentos, que producen sabores agradables, y las sustancias tóxicas, que producen sabores desagradables. Para que esto pueda suceder, en la lengua existen unas estructuras llamadas **papilas gustativas**, las cuales están especializadas en la detección de cuatro sabores: **el sabor amargo, el sabor ácido, el sabor salado, y el sabor dulce**. Además, en cada zona de la lengua predomina la percepción de uno de estos sabores, de modo que en

la zona anterior de la lengua predominan las papilas para el sabor dulce, en la zona posterior son más abundantes las papilas para el sabor amargo y en los laterales existen principalmente papilas para los sabores ácido y salado. Cada papila gustativa está compuesta por un grupo de **células quimiorreceptoras** alargadas, las que conectan por uno de sus extremos con la **saliva** y por el otro con las neuronas de los **nervios** que llegan a la lengua. Así, las sustancias disueltas en la saliva son detectadas por las células quimiorreceptoras, las cuales generan

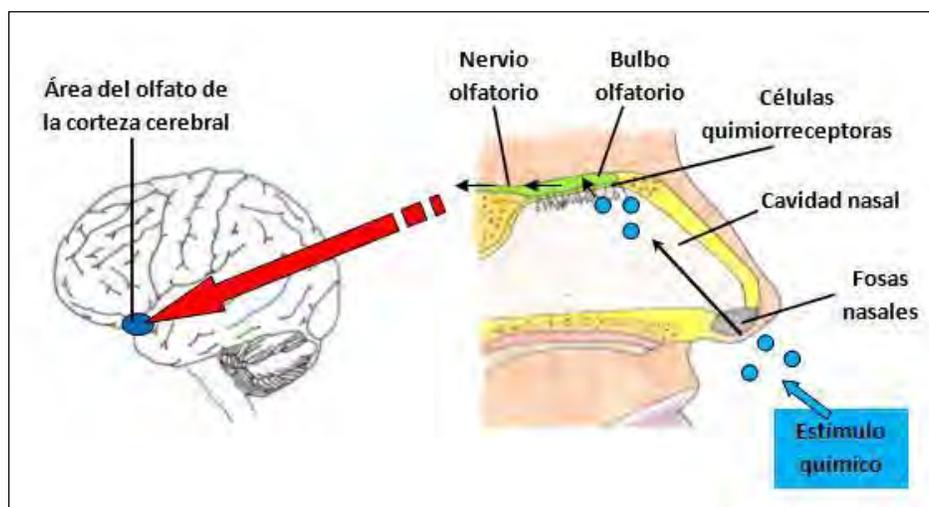
potenciales de acción y los transmiten a las **fibras del nervio**. Desde el nervio la información llega al cerebro, concretamente al **área del sabor de la corteza cerebral**, lugar encargado de procesar los impulsos relativos a los sabores.

Por tanto, la percepción de los sabores se debe a la combinación de acciones de las papilas gustativas de distintos tipos, que mandan la información al encéfalo para que éste nos haga sentir cierto sabor. Sin embargo, cabe destacar que el sentido del gusto está en una estrecha relación con el sentido del olfato y que los sabores son completados y amplificados por la percepción del olor en las fosas nasales.



⇒ **El olfato**

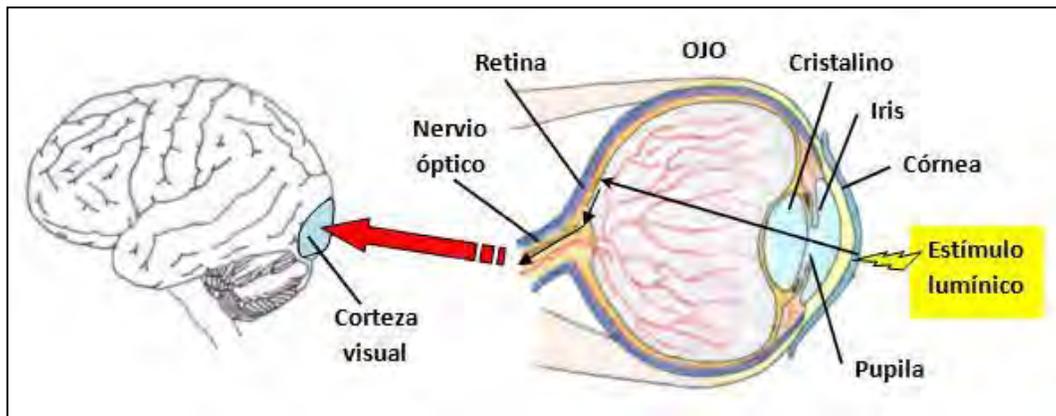
El **sentido del olfato** tiene como función percibir las sustancias químicas que existen suspendidas en el aire y por ello, tiene una relevante importancia asociada a la alimentación así como a estímulos ligados al comportamiento, como puede ser, por ejemplo, la detección de un peligro y consecuente huida.



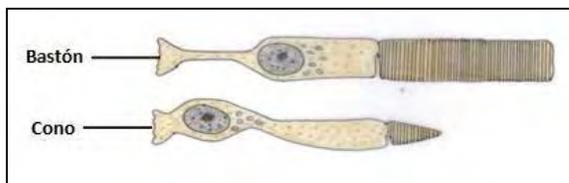
El olfato depende de **células quimiorreceptoras** que, al entrar en contacto con las partículas del aire, emiten impulsos nerviosos. Así, el aire que penetra por las **fosas nasales** llega a la zona superior de la **cavidad nasal**, dónde entra en contacto con los cilios de las células quimiorreceptoras. Éstas últimas envían la información al **bulbo olfatorio**, el que transmite los impulsos nerviosos a las neuronas del **nervio olfatorio**. Finalmente, la información relativa al olfato es procesada por el **área del olfato de la corteza cerebral**.

⇒ **La vista**

El sentido cuya función es elaborar imágenes y, por tanto, diferenciar formas, colores, localización y velocidad de movimiento es el **sentido de la vista** y su funcionamiento depende de procesos de **fotorrecepción**. Así, para poder detectar las ondas lumínicas los humanos, al igual que muchos otros animales, hemos desarrollado un complejo órgano denominado **ojo**. El **estímulo visual**, es decir, las distintas ondas de la luz, entran al ojo atravesando la **córnea** y posteriormente el **crystalino**, el cual tiene la función de enfocar el objeto que se observa. Además, la entrada de luz está regulada por el **iris**, que consiste en un conjunto de fibras de **musculatura lisa** que pueden controlar la apertura de la **pupila**, dejando así entrar más o menos luz dependiendo de las circunstancias. Una vez que la luz ha atravesado el globo ocular entra en contacto con la **retina**, que es una zona en la parte posterior del ojo que contiene numerosas **células fotorreceptoras** que, al detectar la luz, generan impulsos nerviosos. Éstos viajan por el **nervio óptico** hasta la **corteza visual**, que es la zona del cerebro que procesa la información y forma los colores y, por tanto, las imágenes.



En la retina humana existen dos tipos de células fotorreceptoras: los bastones y los conos. Los **bastones**, más alargados, son muy sensibles a la luz, por lo que están especializados en captar el color negro, el blanco y los matices de grises característicos de condiciones luminosas tenues. Por su parte, los **conos**, que son más cortos, están especializados en la detección de la luz intensa, por lo que perciben los detalles de las imágenes y permiten la visión en color característica de las condiciones diurnas.



Ambos tipos celulares conectan, por uno de sus extremos, con el nervio óptico.

4. Actividades

1. Completa el siguiente párrafo:

“Los procesos de recepción en los seres vivos son de gran importancia y consisten, en esencia, en la percepción de un y la posterior transformación de éste en impulsos nerviosos. Si el estímulo es de naturaleza química el tipo de recepción se denomina; si es una variación de presión recibe el nombre de; si consiste en diferencias de temperatura el proceso se llama y si el estímulo es de naturaleza lumínica el tipo de recepción es

2. Busca información en internet y describe brevemente la mecanorrecepción en murciélagos.
3. ¿Qué diferencias generales piensas que existen entre la vista de un animal nocturno y la vista de un animal diurno?
4. Normalmente las personas ciegas tienen muy desarrollado el sentido del tacto. ¿Por qué piensas que sucede esto? ¿A qué se debe tal desarrollo?

EL SISTEMA ENDOCRINO

1. *Introducción*
2. *Naturaleza y función de las hormonas*
3. *Principales glándulas y hormonas humanas*
4. *Actividades*

1. Introducción

Las funciones de relación son aquellas que permiten al individuo mantenerse en contacto con su ambiente, a fin de recibir de él la máxima información que le ayude a responder ventajosamente. La información se recibe mediante estímulos que proceden del exterior o del interior del organismo. La eficacia de la respuesta depende de los mecanismos encargados de recibir, integrar y coordinar la información para elaborar la respuesta adecuada. Dichos mecanismos están constituidos por el **sistema nervioso** y el **sistema endocrino**, éstos se encuentran estrechamente relacionados y trabajan de manera conjunta.

El sistema endocrino, constituido por las glándulas de secreción interna (**glándulas endocrinas**), que son las que vierten sus productos de secreción a la sangre.

Estas glándulas producen unas sustancias: las hormonas, conocidas como «mensajeros químicos», pues son moléculas que se vierten a la sangre y se transportan por ella hasta los diferentes órganos del cuerpo, ejerciendo importantes funciones en la regulación de su actividad.

Cuando las glándulas funcionan por encima o por debajo de sus niveles habituales (**hiper o hipofunción glandular**) producen un exceso o un defecto de hormonas, lo que se traduce siempre en patologías más o menos graves, cuyas consecuencias son muy amplias.

2. Naturaleza y función de las hormonas

Se puede considerar las hormonas como «mensajeros químicos» que viajan por la sangre, ya que son sustancias químicas de distinta naturaleza producidas por un órgano del cuerpo que van a llevar un mensaje o señal hasta otro órgano.

La naturaleza de estas sustancias es variable. Pueden ser:

- Derivadas de aminoácidos: unidos formando polipéptidos o modificados.
- De naturaleza lipídica: derivadas del colesterol (esteroides) o de algunos ácidos grasos (prostaglandinas).

Existen dos características comunes a todas las hormonas:

- Son *necesarias siempre en cantidades muy pequeñas.*
- *Afectan al metabolismo de las células y los tejidos sobre los que actúan.*

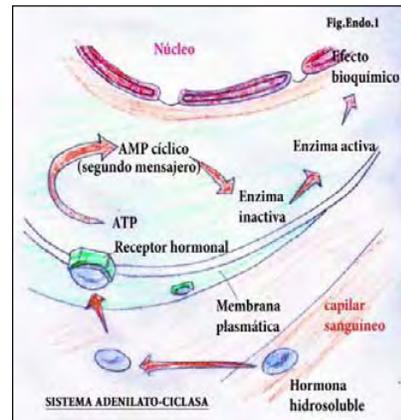
⇒ **Mecanismos de actuación hormonal**

Una vez liberadas, las hormonas viajan por la sangre y en ella son transportadas hasta los tejidos-diana, sobre los que actúan. Las derivadas de aminoácidos se disuelven bien en el agua (componente básico de la sangre) y, por lo tanto, viajan muy bien por ella. Pero las hormonas de naturaleza lipídica se disuelven mal en el agua, por lo que necesitan unas proteínas transportadoras especiales presentes en la sangre, cuya función es unirse a ellas facilitando su disolución en el agua y, de este modo, su transporte.

Cuando las hormonas llegan a los tejidos se difunden por ellos hasta contactar físicamente con las células-diana, pudiendo actuar sobre ellas mediante dos mecanismos generales:

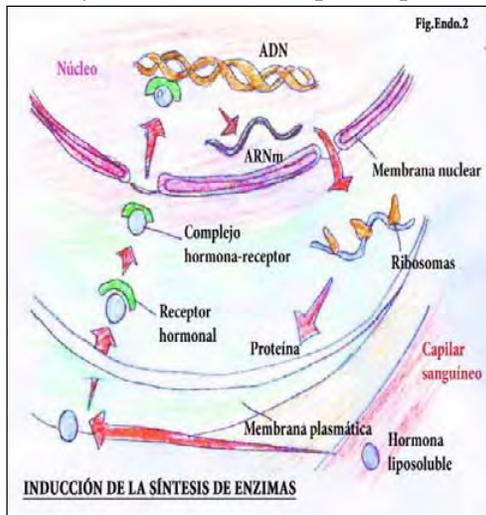
○ Activación del sistema adenilato-ciclasa (hormonas hidrosolubles)

Algunas hormonas actúan a nivel de la **membrana plasmática**, es decir, se unen allí a un receptor específico provocando la activación de una enzima de la membrana llamada **adenilato-ciclasa**. Dicha enzima cataliza la transformación de **ATP a AMP-cíclico**, denominado segundo mensajero porque es una molécula capaz de influir en otros muchos sistemas de la célula, provocando en ella diversas respuestas (modifica la permeabilidad de la membrana, activa otras enzimas, etc.).



○ Inducción de la síntesis de enzimas (hormonas liposolubles)

Otras hormonas actúan a nivel del **núcleo celular**. La hormona entra dentro de la célula y se une a un receptor específico en la membrana nuclear. Este complejo hormona-receptor se une a un represor que habitualmente está unido al **ADN celular, impidiendo el proceso de transcripción**. La unión, por tanto, desbloquea el proceso, y el ADN transcribe su mensaje al ARN-mensajero. Éste sale al citoplasma, donde los ribosomas leen y traducen su mensaje a proteínas enzimáticas, que realizarán la función específica que les corresponda.



Por último, una vez han desencadenado el proceso descrito, las hormonas son degradadas rápidamente, bien en el mismo órgano de destino o bien en el hígado, para evitar su acumulación, ya que eso supondría una continua activación del proceso.

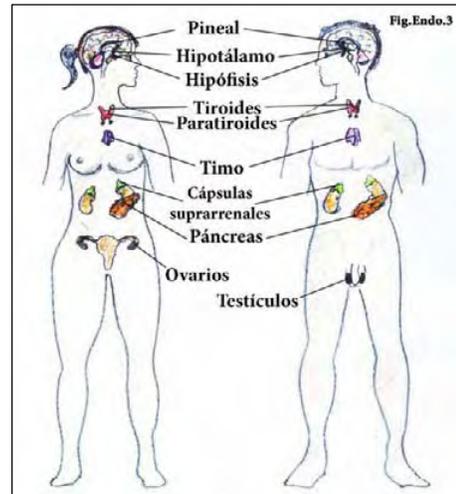
3. Principales glándulas y hormonas humanas

A continuación se van a describir las principales **glándulas endocrinas** del ser humano, determinando:

- Su localización
- **La hormona u hormonas que producen cada una**
- **Sus funciones y disfunciones.**

⇒ **Hipófisis**

Es una pequeña glándula situada en la base del cerebro y alojada en una cavidad del hueso esfenoides (la silla turca).

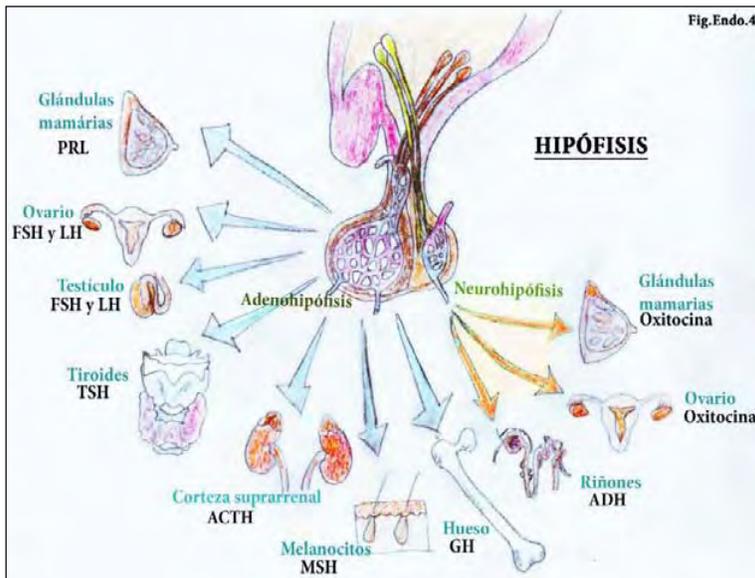


Está unida al hipotálamo a través del tallo hipofisario mediante un conjunto de vasos sanguíneos. Es una glándula muy importante, pues regula la actividad del resto de glándulas endocrinas. En ella se distinguen dos partes, con distinta actividad:

- La neurohipófisis o lóbulo posterior.
- La adenohipófisis o lóbulo anterior.

○ Neurohipófisis

Es un pequeño órgano de **origen nervioso**, que está constituido por lo **axones** de neuronas que liberan directamente dos tipos de hormonas:



- **Vasopresina (ADH).** Es una hormona, que estimula la reabsorción de agua por los riñones y produce vasoconstricción.
- **Oxitocina.** Provoca las contracciones del útero durante el parto y estimula la eyección (expulsión) de la leche en las glándulas mamarias durante la lactancia.

Ambas hormonas son pequeños polipéptidos de estructura muy parecida.

○ Adenohipófisis

En esta parte de la hipófisis se distinguen a su vez **dos lóbulos** (anterior e intermedio) que producen distintas hormonas.

El lóbulo anterior está directamente controlado por el **hipotálamo** y en él se sintetizan y liberan las principales hormonas de la hipófisis, llamadas **tropinas** porque controlan la secreción de otras hormonas. Las principales son:

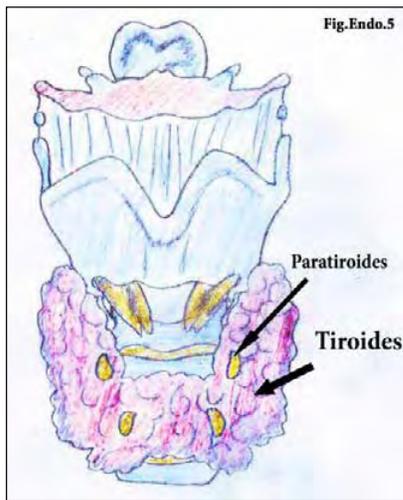
- *Tirotropina (TSH)* u hormona estimulante del tiroides.
- *Hormona del crecimiento (GH)*. Estimula el crecimiento en longitud y tamaño de los huesos y de otros tejidos, sobre todo el muscular. En los adultos estimula la utilización de las reservas corporales de azúcares y lípidos.
- *Hormona corticotropa (ACTH)* u hormona estimulante de la corteza suprarrenal.
- *Gonadotropinas*. Regulan la actividad de las glándulas y órganos sexuales. Las principales son:
 - Hormona estimulante del folículo (FSH). Estimula el crecimiento del folículo ovárico y la secreción de hormonas sexuales en la mujer. En el hombre produce la maduración de los espermatozoides.
 - Hormona luteinizante (LH). Estimula la ovulación en la mujer y la secreción de hormonas sexuales tanto en el hombre como en la mujer.
 - Prolactina (PRL). Estimula la secreción de leche en las glándulas mamarias durante la lactancia.

El lóbulo intermedio es una parte muy pequeña de la adenohipófisis que sintetiza la hormona estimulante de los melanocitos (MSH), encargada de activar estas células de la piel, responsables de los cambios de coloración.

○ Disfunciones de la hipófisis

Una de las alteraciones más características de la glándula consiste en una hiper o hiposecreción de la hormona de crecimiento, ocasionando **gigantismo o enanismo** durante la infancia y adolescencia, por un crecimiento corporal excesivo o escaso respectivamente. En los adultos, su hipersecreción origina un crecimiento desproporcionado de las partes más extremas del cuerpo (manos, pies, nariz, etc.), que se denomina **acromegalia**.

⇒ **Tiroides**



Es una glándula situada en la parte anterior del cuello, cubriendo la tráquea, con dos lóbulos que muestran una peculiar forma de mariposa unidos por un Istmo central. Su actividad es estimulada por la hormona TSH de la hipófisis.

Produce tres hormonas: la tiroxina y la triyodotironina, ambas derivadas del aminoácido tirosina y para cuya elaboración se necesita el aporte de yodo en la dieta, y también la calcitonina, que es una hormona formada por un pequeño polipéptido.

○ Funciones

- Tiroxina y triyodotironina. Tienen dos efectos fundamentales:
 - Aumentan el **metabolismo oxidativo** en casi todas las células, es decir, aceleran el ritmo de utilización de las reservas energéticas, sobre todo de azúcares y lípidos.
 - Ayudan a regular el **crecimiento y desarrollo** en general.
- Calcitonina. Regula los niveles de calcio en la sangre (**calcemia**), estimulando su depósito en los huesos y disminuyendo sus niveles en sangre.

○ Disfunciones del tiroides

La hipofunción glandular (hipotiroidismo) suele estar causada por una deficiencia de yodo en la dieta que hipertrofia la glándula haciéndola aumentar de tamaño (bocio).

Esta carencia de hormonas tiroideas produce:

- Mixedema en adultos, que presenta los siguientes síntomas: obesidad, ojos hundidos, apatía, somnolencia... y, en general, un metabolismo basal bajo que vuelve a la persona lenta y aletargada.
- Cretinismo en niños (enanismo, deficiencia mental, etc.).

Por el contrario, la hiperfunción de la glándula o hipertiroidismo, suele producir:

- Bocio exoftálmico, que se caracteriza por un aumento del tamaño del tiroides (bocio), ojos saltones (exoftalmia) debido a la acumulación de líquido bajo el globo ocular, aumento del metabolismo basal, adelgazamiento, taquicardias, etc.

⇒ Paratiroides

Es una pequeña glándula cercana al tiroides, formada por cuatro grupos de células que producen una única hormona:

- Parathormona u hormona paratiroidea. Es una molécula de origen polipeptídico que interviene, junto a la calcitonina, en la regulación del **metabolismo del calcio**, desempeñando un efecto contrario a ésta. Es decir, aumenta los niveles de calcio en la sangre, estimulando su salida de los huesos a la sangre.

○ Disfunciones de la paratiroides

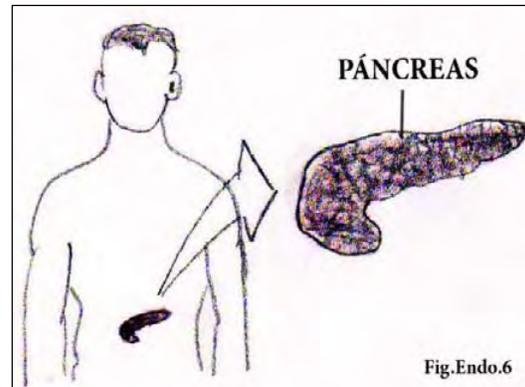
La hipofunción glandular produce un déficit en el calcio circulante en la sangre (hipocalcemia); esto aumenta la excitabilidad del sistema nervioso, que inerva los músculos produciendo tetania (contracciones musculares rápidas, espasmódicas e involuntarias).

La hiperfunción glandular produce un aumento del nivel de calcio en la sangre (hipercaicemia) y una disminución del mismo en los huesos, por lo que éstos se vuelven más quebradizos.

⇒ ***Páncreas***

Se trata de una glándula mixta, es decir, que funciona a la vez como exocrina y endocrina.

Las glándulas exocrinas son aquellas que vierten su contenido al exterior del cuerpo o al tubo digestivo, mientras que las endocrinas lo vierten siempre a la sangre. En este caso, la zona pancreática exocrina segrega jugo pancreático al tubo digestivo, que contiene muchas enzimas importantes para la digestión. La parte endocrina está constituida por acumulaciones de células denominadas islotes de Langerhans, especializados en sintetizar y secretar diferentes hormonas de naturaleza peptídica. Las más importantes son la insulina y el glucagón, que desempeñan acciones antagónicas relacionadas con el control y regulación del metabolismo de la glucosa y de los ácidos grasos.



Insulina. Disminuye los niveles de glucosa en la sangre (es **hipoglucemiante**), favoreciendo su utilización en las células y estimulando la formación de glucógeno (sobre todo en el hígado y el músculo) a partir de la glucosa sanguínea. Igualmente disminuye la concentración de ácidos grasos en la sangre, estimulando su depósito en el tejido adiposo.

Glucagón. Tiene efectos opuestos a la insulina, ya que es **hiperglucemiante** (aumenta los niveles de glucosa en la sangre), es decir, actúa sobre el hígado estimulando la degradación de glucógeno para liberar moléculas de glucosa que pasan a la sangre. Además favorece la movilización de reservas del tejido adiposo, de forma que aumenta la concentración de ácidos grasos en la sangre, que pueden ser utilizados por otros tejidos para obtener energía.

○ *Disfunciones del páncreas*

Una de las enfermedades endocrinas más conocidas es la diabetes mellitus (diabetes dulce) que consiste en una deficiente producción de insulina por parte del páncreas, lo que genera una acumulación de glucosa en la sangre.

⇒ ***Cápsulas suprarrenales***

Son dos glándulas con forma piramidal, situadas sobre los riñones a modo de casquete. Presentan dos partes diferenciadas, corteza y médula, que tienen distinta estructura y tejidos y producen por lo tanto diferentes hormonas.

○ *Corteza suprarrenal*

Es la zona más externa, estimulada por la hormona ACTH de la hipófisis. Produce diversas hormonas de naturaleza esteroidea, denominadas en general corticoides:

Mineralocorticoides. La más abundante y potente es la aldosterona, que favorece la retención de agua y sodio en los riñones y la eliminación de potasio con la orina.

Glucocorticoides. Sobre todo el cortisol (o cortisona), que interviene en el metabolismo de hidratos de carbono, grasas y proteínas. Es

una de las hormonas que contribuyen a mantener un suministro constante de **materiales de construcción** y **combustible** que aseguren la reparación y el crecimiento normal de los tejidos (provocando cambios metabólicos que capacitan al individuo para enfrentarse mejor con situaciones de estrés continuado). Además, tiene también un efecto antiinflamatorio.

Corticoides sexuales. Son andrógenos distintos de los que se forman en los testículos y con menor actividad que éstos. Sin embargo, se les atribuye cierta importancia en el desarrollo de los caracteres sexuales secundarios en los varones durante la pubertad.

o Médula suprarrenal

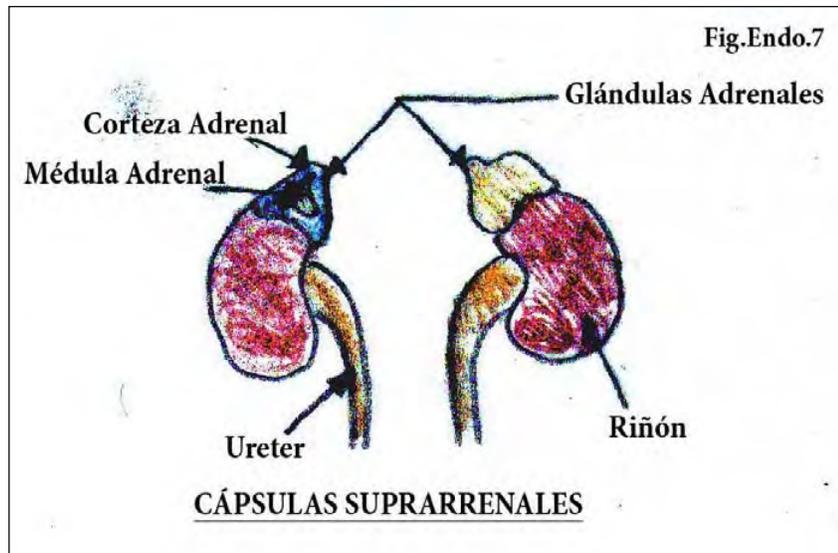
Es la zona más interna de la glándula y está estimulada directamente por una parte del sistema nervioso: el sistema simpático.

Produce dos hormonas, adrenalina y noradrenalina, derivadas de aminoácidos, cuya función es preparar el organismo para un esfuerzo extraordinario (lucha, huida) mediante diversas acciones:

- **Estimular el ritmo cardíaco**, con lo que aumenta la cantidad de sangre que el corazón puede bombear por unidad de tiempo.
- **Estimular el ritmo metabólico**, aumentando la degradación de glucógeno en el hígado para formar glucosa, que sale a la sangre con el fin de proporcionar a los músculos **combustible** (glucosa) suficiente para obtener energía ante un esfuerzo extraordinario o inesperado.
- **Activar la circulación**, aumentando el flujo sanguíneo en el músculo corazón y el hígado, para favorecer la salida de glucosa del hígado a la sangre y su distribución por todos los músculos.

o Disfunciones de las cápsulas suprarrenales

Las enfermedades más características se producen por una hipo o hipersecreción de la corteza suprarrenal.



- Disfunciones por hiposecreción. La enfermedad de Addison, **caracterizada** por debilidad muscular (debido a la falta de cortisol que proporcione glucosa a los tejidos), hipotensión arterial (debido a la falta de aldosterona) y apatía general.
- Disfunciones por hiperfunción. El síndrome de Cushing, caracterizado por: **Una hiperglucemia**, por exceso de cortisona; e Hipertensión arterial, por exceso de aldosterona y virilización por exceso de andrógenos.

⇒ **Gónadas**

Son órganos encargados de producir las células sexuales (óvulos y espermatozoides en hembras y varones respectivamente) y de sintetizar y liberar hormonas a partir de la pubertad; regulan el funcionamiento del aparato reproductor y la aparición y mantenimiento de los caracteres sexuales secundarios.

○ Gónadas femeninas

Son dos pequeñas glándulas ovoides del tamaño de una almendra situadas en la parte baja del abdomen de las mujeres y denominadas *ovarios*. A partir de la pubertad y estimuladas por las gonadotropinas secretadas por la hipófisis, comienzan a fabricar dos tipos de hormonas esteroideas:

- Estrógenos. El más abundante es el estradiol, responsable de la maduración de los óvulos, del crecimiento de ciertas zonas de los conductos genitales femeninos (útero y vagina) y de la aparición y mantenimiento de los caracteres sexuales secundarios femeninos: aparición del vello púbico y axilar, desarrollo de las glándulas mamarias, aparición y mantenimiento del ciclo menstrual, distribución de la grasa corporal, contractilidad del útero, la vagina y los oviductos, etc.
- Progesterona. Se encarga de preparar el útero para un posible embarazo y de estimular el desarrollo de las glándulas mamarias para la secreción láctea.

○ Gónadas masculinas

Son dos glándulas ovoides de unos cuatro centímetros de longitud suspendidas en el Interior del escroto (bolsa que cuelga del arco formado por los huesos púbicos) y denominadas *testículos*.

Cuando son estimulados por las gonadotropinas secretadas por la hipófisis, los **testículos** comienzan a producir andrógenos, hormonas sexuales de naturaleza esteroidea que poseen diversos efectos.

- Andrógenos. El más abundante es la testosterona. Se encargan del desarrollo del aparato genital masculino y de la producción de espermatozoides maduros, aptos para la fecundación. Así mismo, son responsables de (a aparición de los caracteres sexuales secundarios en el hombre: aparición del vello púbico, axilar y en la cara, modificación de la laringe cambiando el tono de voz, aumento de estatura y del depósito de grasa en la parte superior del cuerpo, aumento de la sudoración, etc.

- Disfunciones de las gónadas

La **hipofunción** de las glándulas sexuales produce **eunuquismo** si ocurre antes de la pubertad. Éste se caracteriza por un mantenimiento de los órganos sexuales con las características infantiles y por la no aparición de los caracteres sexuales secundarios. Si la alteración ocurre tras la pubertad, se suele dar una regresión hacia el modelo infantil de algunos caracteres sexuales secundarios (disminución del vello y del desarrollo muscular en el hombre y atrofia mamaria y disminución del vello púbico en la mujer), y solamente en los casos más extremos puede llegar a producirse esterilidad. El defecto de progesterona en las mujeres puede ocasionar también abortos espontáneos.

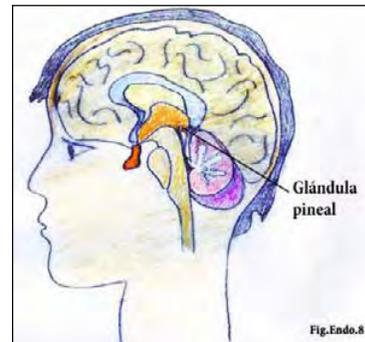
La **hipersecreción** de las gónadas es una patología rara en general y casi siempre indica la presencia de tumores en los ovarios o los testículos.

⇒ **Otros órganos endocrinos**

Hay órganos que, aunque no tienen una clara o importante función endocrina, realizan alguna actividad relacionada con el sistema endocrino. Algunos de los más importantes son:

- Epífisis o glándula pineal

Es una glándula situada en la parte superior del cerebro que produce una hormona llamada **melatonina**. Su función está regulada por una parte del sistema nervioso: el sistema simpático, que establece una comunicación entre los ojos y la glándula que parece importante, pues la síntesis y secreción de melatonina es baja durante el día (en respuesta a una intensidad lumínica elevada) y alta durante la noche (en respuesta a una baja intensidad de luz). Esta hormona interviene en la pigmentación, en el desarrollo de las gónadas, inhibiéndolo, y en la regulación de algunas actividades cíclicas como el sueño.



- Riñon

No es un órgano típicamente endocrino, ya que su función principal es depurar la sangre de sustancias tóxicas. Sin embargo participa en algunos procesos reguladores endocrinos:

Produce una enzima llamada renina que genera a su vez un polipéptido llamado angiotensina encargado de contraer la pared de los vasos sanguíneos aumentando la presión arterial, de estimular la secreción de aldosterona en la corteza adrenal y de estimular la sensación de sed.

Sintetiza una hormona llamada eritropoyetina que estimula la formación de glóbulos rojos (eritropoyesis), encargados de transportar oxígeno por la sangre.

o Timo

Es una glándula situada entre los pulmones, sobre el corazón. Está muy relacionada con el sistema inmunitario, pues sintetiza hormonas (**timopoyetina** y **timosina**) que intervienen en la maduración de un tipo de glóbulos blancos: los **linfocitos T**.

4. Actividades

1. ¿Cómo se coordinan los dos grandes sistemas que rigen la vida de relación?
2. Establece para el Sistema Endocrino cuales son los mensajeros que utiliza, modo de transporte, características del mensaje y duración de la acción de éste. ¿Qué diferencia hay entre glándula endocrina y exocrina?
3. Realiza un esquema con las principales glándulas y hormonas, citando algunas funciones básicas de cada una de ellas.
4. ¿Cómo se regula el nivel de glucosa en la sangre? ¿En qué consiste la Diabetes?
5. Señala qué glándulas están alteradas en las siguientes enfermedades: Acromegalia, Mixedema, Síndrome de Cushing, Esterilidad, Bocio, Enanismo, Tetania, Eunuquismo, Cretinismo, Descalcificación ósea.

EL APARATO REPRODUCTOR

1. Anatomía del aparato reproductor masculino
2. Anatomía del aparato reproductor femenino
3. Formación de gametos
4. Ciclo menstrual
5. Fecundación, embarazo y parto
6. Técnicas de reproducción asistida
7. Métodos anticonceptivos
8. Enfermedades del aparato reproductor
9. Actividades

1. Anatomía del aparato reproductor masculino

El aparato reproductor es el conjunto de órganos destinados a la reproducción y a la síntesis de hormonas sexuales. Estas son las funciones en ambos sexos, pero la anatomía y la fisiología son diferentes.

⇒ **Los testículos**

Son dos glándulas situadas en el exterior de la cavidad abdominal y encerradas dentro de una bolsa formada por piel y membranas, llamadas escroto. En el interior de cada testículo hay numerosos y diminutos conductos donde se forman los espermatozoides y también sintetizan testosterona.

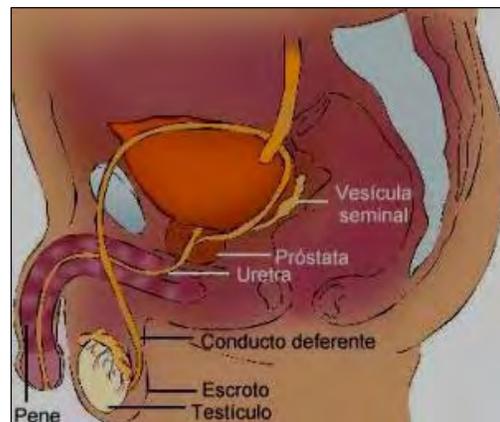
⇒ **Las vías genitales**

Son conductos que permiten la salida de los espermatozoides. Se distinguen:

- El epidídimo, tubo largo y fino plegado alrededor de cada testículo, donde se acumulan los espermatozoides durante días y maduran.
- Los conductos deferentes, finos tubos que salen del epidídimo y desembocan en la uretra.
- La uretra, es el conducto que comunica con el exterior. Atraviesa el pene y sus paredes musculares se contaren durante la eyaculación, permitiendo la salida de los espermatozoides.

⇒ **Las glándulas anejas**

Están asociadas a las vías genitales. Son las vesículas seminales y la próstata. Ambas producen sustancias nutritivas y protectoras para los espermatozoides, líquido seminal y prostático y las vierten a los conductos deferentes. Estas secreciones junto con los espermatozoides forman el semen.



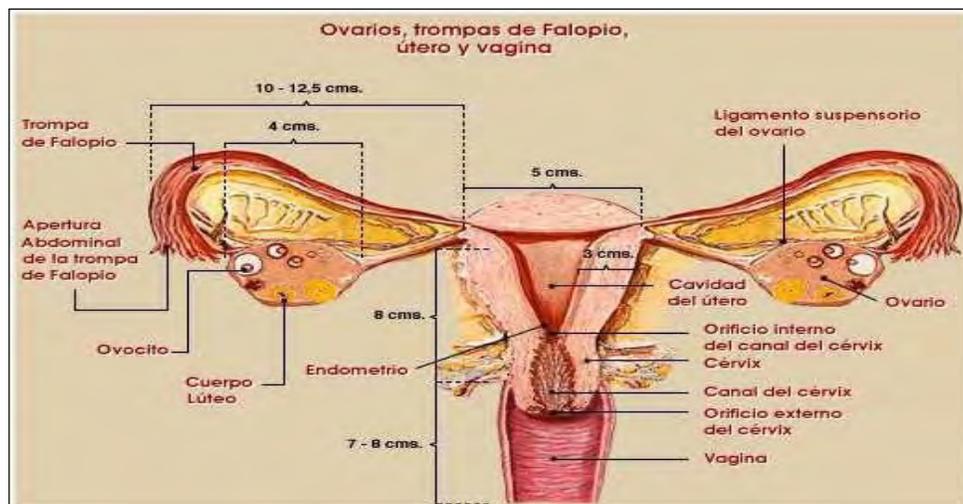
⇒ **El pene**

Es un órgano eréctil que permite depositar los espermatozoides en el interior de las vías genitales femeninas durante el coito. El extremo del pene forma el glande, una zona muy sensible que está cubierto por un repliegue de piel, el prepucio, que puede retraerse.

2. Anatomía del aparato reproductor femenino

⇒ **Los ovarios**

Son dos órganos situados en el interior de la cavidad abdominal a ambos lados del útero y unidos a él por unos ligamentos. En los ovarios se producen y maduran los óvulos. También sintetizan estrógenos y progesterona.

⇒ **Las vías genitales**

Son conductos y cavidades que reciben los espermatozoides y albergan al embrión. Se distinguen:

- Las trompas de Falopio, son dos conductos que comunican cada ovario con el útero. Recogen el óvulo desprendido por el ovario y lo transportan hasta el útero. En las trompas ocurre la fecundación.
- El útero, es un órgano hueco y muscular, con el interior recubierto de un epitelio muy vascularizado, donde se implanta el óvulo fecundado. La parte anterior se comunica con la vagina por un estrechamiento llamado cuello del útero.
- La vagina, es un conducto elástico y musculoso que comunica el útero con el exterior.
- La vulva, es el conjunto de los genitales externos femeninos. Está formado por dos repliegues de la piel. Los más externos son los labios mayores, que recubren a los más internos los labios menores y en su punto de unión se encuentra el clítoris, órgano eréctil con muchas terminaciones nerviosas. Entre los labios menores se localiza el orificio de la uretra y por detrás de este, el orificio vaginal.

3. Formación de gametos

⇒ *La espermatogénesis*

Es la formación de los gametos masculinos: los espermatozoides. Este proceso ocurre desde la pubertad en los tubos seminíferos de los testículos, donde están las células germinales o células madre, que se están multiplicando continuamente. Cada una de estas células sufre un proceso de división y maduración. Estas nuevas células se llaman espermatoцитos y van a experimentar meiosis, a través de la cual darán lugar a otras células llamadas espermátidas. Estas espermátidas (con la mitad de cromosomas) maduran y pierden la mayor parte del citoplasma, adquiriendo la forma característica de un espermatozoide, con cabeza, donde está el núcleo, parte intermedia alargada con muchas mitocondrias y por último la cola, que contiene el flagelo para proporcionar el movimiento. Cuando completan el desarrollo, los espermatozoides son liberados al interior del tubo seminífero y se almacenan en el epidídimo.

Cada día maduran cientos de millones y si se produce eyaculación, en la vagina podrían vivir entre tres y cinco días y se podría producir fecundación.

⇒ *La ovogénesis*

Es la formación de los gametos femeninos: los óvulos. Este proceso, que ocurre en el interior de los ovarios, se desarrolla en dos fases, una que ocurre durante el desarrollo embrionario y otra que tiene lugar una vez al mes, a partir de la pubertad y durante toda la vida reproductora de la mujer.

Durante el desarrollo embrionario, las células germinales sufren divisiones y crecimiento hasta transformarse en ovocitos (células precursoras de los óvulos). Estos se rodean de otras células, las células foliculares, que alimentan al ovocito y producen estrógenos. El conjunto del ovocito y la célula folicular, forma una estructura llamada folículo, que detiene su desarrollo hasta la pubertad.

A partir de la pubertad, el folículo termina su desarrollo. Es un proceso periódico que se produce cada mes. El folículo aumenta de tamaño, hasta madurar y ahora recibe el nombre de folículo de Graaf. El folículo se abre y vierte a la trompa de Falopio en ovocito cuyo citoplasma se llena de lípidos, proteínas e hidratos de carbono, sustancias nutritivas llamadas vitelo que alimentarán al futuro embrión en el caso de que se produzca fecundación. Desde que es expulsado, el ovocito permanece fértil durante 24 horas, si en ese tiempo no es fecundado, muere.

El proceso de meiosis que se produce para formar el óvulo, comienza en el desarrollo embrionario, se detiene hasta la pubertad y finaliza en caso de fecundación. Sólo entonces, el ovocito completa su transformación y pasa a tener la mitad de cromosomas transformándose en óvulo.

4. El ciclo menstrual

Al alcanzar la pubertad, en la mujer empieza el proceso de maduración de los óvulos, uno cada mes aproximadamente. Si el óvulo no es fecundado comienza un proceso de destrucción y expulsión que concluye con una hemorragia. El conjunto de todos estos

procesos se denomina Ciclo Menstrual y comprende todos los cambios cíclicos que se dan entre una hemorragia, también llamada menstruación o regla, y la siguiente. Este ciclo suele ser de 28 días, aunque se puede acortar o alargar. Es un proceso controlado por el sistema endocrino.

⇒ **Fases del ciclo menstrual**

○ El ciclo ovárico

Se desarrolla en dos etapas y sólo se interrumpe cuando hay fecundación y embarazo. Las etapas son las siguientes:

- Crecimiento folicular: se caracteriza por la maduración de un ovocito dentro de un folículo. A mitad del ciclo (día 15) el folículo de Graaf se rompe sobre la pared del ovario, expulsando el folículo a la trompa de Falopio y después se dirigirá hacia el útero. Este proceso se llama ovulación.
- Formación y degeneración del cuerpo lúteo: después de la ovulación el folículo se rellena de un tejido especial y se transforma en el cuerpo lúteo, que se reabsorbe al final del ciclo si no se ha producido la fecundación.

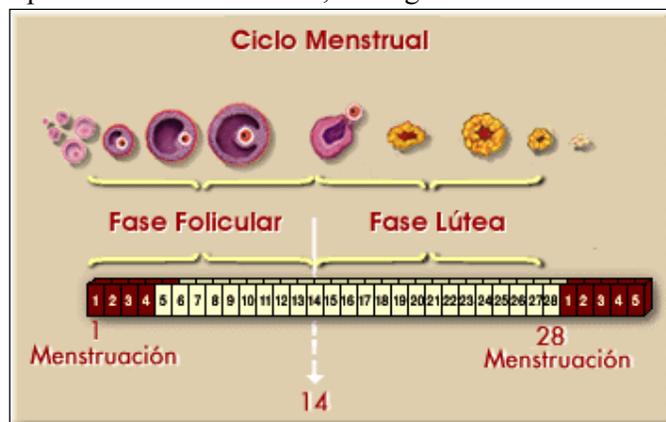
○ El ciclo uterino

También llamado ciclo menstrual, se produce de forma paralela al ciclo ovárico. Durante esta etapa la pared interna del útero (endometrio) se hace más gruesa creando una red de capilares sanguíneos y preparándose para albergar al óvulo por si este fuera fecundado. Se da en tres fases:

- Menstruación: si la fecundación no se produce, en los primeros días, el endometrio se desgarrar produciendo una hemorragia conocida como regla o menstruación. La primera regla se llama menarquia.

Esta fase puede durar hasta la próxima ovulación o incluso más.

- Proliferación: una vez completada la menstruación, se regenera el endometrio. Esta fase puede durar hasta la próxima ovulación o incluso más.
- Secreción: justo después de la ovulación y hasta el día 26, el endometrio se llena de vasos sanguíneos. Si hay fecundación, el cuerpo lúteo se queda en el útero y el embrión anidará y se desarrollará allí. En caso contrario, el cuerpo lúteo degenera, el endometrio se desprende y se produce una nueva menstruación.



Hoy en día, se piensa que la menstruación tiene una función inmunitaria. La renovación de la mucosa es un mecanismo defensivo y, al mismo tiempo, la liberación de defensas inmunitarias, anticuerpos y fagocitos que acompañan a la hemorragia menstrual actúa como mecanismo preventivo contra las infecciones genitales.

⇒ **Control del ciclo menstrual**

El control de ciclo es muy complejo y se debe a la interacción de varias hormonas producidas por el hipotálamo, la hipófisis y los ovarios.

En la fase de crecimiento folicular del ciclo ovárico, las hormonas del hipotálamo estimulan la segregación de la FSH en la hipófisis. Esta hormona estimula la maduración de un folículo, cuyas células fabrican estrógenos, que inducen la regeneración del endometrio después de la menstruación. También se estimula la segregación de LH, hormona que desencadena la ovulación.

Tras la ovulación la LH transforma el folículo en cuerpo lúteo, este segrega progesterona, la cual va a aumentar el espesor del endometrio y lo prepara para el embarazo. Al mismo tiempo, la LH impide el desarrollo de un nuevo folículo.

Si no hay fecundación, la concentración de estrógenos y progesterona disminuye, esto hace que el cuerpo lúteo degenere, la mucosa uterina se destruye, iniciándose la menstruación y con ella un nuevo ciclo.

5. Fecundación, embarazo y parto

La fecundación es la unión de los gametos óvulo y espermatozoide y tiene lugar en las trompas de Falopio.

Tras el coito, los espermatozoides se depositan en la vagina y asciende rápidamente por el útero hasta que se encuentran con un ovocito en una de las trompas. Solo uno de los miles de espermatozoides penetrará la membrana del óvulo e introducirá su cabeza, perdiendo la cola, fusionándose así los núcleos de ambas células sexuales y creando una célula $2n$ que se llama cigoto.

El cigoto comienza a dividirse, formando dos células idénticas que continúan duplicando su número cada pocas horas (mórula) y se formará una esfera hueca (blástula) que llegará al útero y se introduce en él. Este proceso es la implantación y permite que el embrión se conecte a los vasos sanguíneos del útero para formar tres estructuras vitales:

- La placenta, órgano que se desarrolla en el endometrio y que le conecta con la madre.
- El cordón umbilical, conecta al embrión con la placenta. Está formado por un tubo por donde discurren tres vasos sanguíneos: dos arterias que llevan nutrientes de la madre al embrión y una vena que lleva productos de desecho del embrión a la madre.
- La bolsa amniótica, saco lleno de líquido amniótico que rodea y protege al embrión.

La gestación o embarazo es el proceso que comienza con la fecundación y termina con el parto. Es un proceso que dura nueve meses y en su transcurso se producen la formación de todos los órganos del nuevo ser humano.

En el primer trimestre comienza a formarse el sistema nervioso y el cerebro, el corazón empieza a tomar forma y comienza a latir. El embrión empezará a crecer y se notará

la forma humana, pasará a llamarse feto y al final de este trimestre comienza a moverse y se podrá reconocer su sexo.

En el segundo trimestre el aparato circulatorio está formado por completo y el sistema nervioso también. El esqueleto se osifica parcialmente y los bronquios y pulmones casi han madurado, con lo que si se produce un parto prematuro, el feto podría sobrevivir con los cuidados adecuados.

En el tercer trimestre el feto sigue creciendo y ya posee los órganos indispensables para poder vivir fuera del útero materno. Cambia de postura y va colocando su cabeza hacia el cuello del útero, preparándose para el parto o nacimiento.

En el parto se distinguen tres fases:

- Fase de dilatación, la más larga. Se inicia con las contracciones espontáneas de las paredes del útero que provoca su apertura. Esta presión empuja al feto hacia la salida del útero y también produce la rotura de la bolsa amniótica y la salida del líquido: romper aguas.
- Fase de expulsión, en la que se va a salir al exterior el feto, debido a contracciones rítmicas e involuntarias del útero y la ayuda de la madre contrayendo los músculos abdominales voluntariamente.
- Fase de alumbramiento, justo cuando el recién nacido está fuera, se pinza el cordón umbilical y se produce el primer llanto del bebé para que entre aire en sus pulmones. En esta fase se dan nuevas contracciones uterinas, lo que provoca la expulsión de la placenta.

Cuando existen serias dudas de que el embrión pueda atravesar la pelvis materna, se recurre a una intervención quirúrgica llamada cesárea.

6. Técnicas de reproducción asistida

Actualmente gracias a los avances en medicina, existen diversas técnicas para incrementar las posibilidades de tener hijos. Según estudios estadísticos un 15% de las parejas en edad productiva presentan problemas de esterilidad. Los factores que causan la esterilidad pueden ser múltiples y pueden ser debidos tanto al funcionamiento incorrecto del aparato reproductor femenino como del masculino.

- **Tratamiento con hormonas** → que inducen la ovulación, se prescribe para casos donde hay problemas en el funcionamiento de los ovarios.
- **Inseminación artificial** → consiste en introducir semen, extraído con anterioridad del hombre, en las trompas de Falopio de la mujer. Ésta técnica es utilizada para solucionar problemas de cantidad de espermatozoides o falta de movilidad de éstos.
- **Fecundación in Vitro** → consiste en favorecer la unión entre óvulos y

espermatozoides en un recipiente de laboratorio. Se siguen los siguientes pasos:

1. tratamiento hormonal de la futura madre para inducir la ovulación.
2. recoger los óvulos
3. obtención del semen del futuro padre e inseminación mediante la fecundación in Vitro, de los óvulos obtenidos.

4. transferencia de los embriones obtenidos de la fecundación in Vitro al útero materno.

7. Métodos anticonceptivos

Se disponen de distintos métodos para evitar un embarazo, a continuación los más utilizados.

Tabla 1. Métodos anticonceptivos

Método	Características
Ritmo <i>Efectividad: 77%</i>	Se basa en mantener relaciones sexuales los días no fértiles de cada mes. La ovulación suele producirse en un ciclo de un mes, a los 14 días de la próxima menstruación. Para que este Se han identificado espermatozoides móviles hasta siete días después del coito , lo que ha provocado embarazos aún tres días antes de la ovulación.
Preservativo <i>Efectividad: 88%</i>	Consisten en impedir que los espermatozoides puedan alcanzar el útero y las trompas de Falopio, por medio de una funda de goma que se coloca en el pene erecto, antes de la eyaculación. Normalmente tienen cremas espermicidas que matan los espermatozoides.
Preservativo femenino <i>Efectividad: 87%</i>	Este aparato es como una pequeña bolsa de plástico, con un anillo alrededor de esta, con este, se evita el contagio de las enfermedades de transmisión sexual (ETS) y el sida; su efectividad es de un 87%, tiene la ventaja de que puede ser introducido horas antes del contacto sexual.
Anovulatorios <i>efectividad 97%</i>	Consiste en la toma de preparados a base de progesterona y estrógenos, que impiden la ovulación. Se aplica en forma de píldoras que la mujer consume durante 21 o 28 días del ciclo menstrual.
DIU (dispositivo intrauterino) <i>Efectividad:99%</i>	El DIU es un objeto pequeño que posee una pequeña porción metálica de cobre, y es colocado por el ginecólogo en el interior de la cavidad uterina. Éste método no evita la fecundación, sino que altera la pared del endometrio e impide la implantación del óvulo fecundado en la blástula. Su efecto se prolonga entre 2 y 5 años.
Esterilización <i>Efectividad:100%</i>	En el caso de los hombres se denomina vasectomía . Consiste en cortar los conductos deferentes, de forma que los espermatozoides no puedan incorporarse al semen. La intervención quirúrgica femenina es la ligadura de trompas . Consiste en cortar las trompas de Falopio y aislar los extremos cortados, para que el óvulo no entre en contacto con los espermatozoides.

8. Enfermedades del aparato reproductor

Las enfermedades de transmisión sexual (ETS) son enfermedades infecciosas provocadas tras el contacto sexual, aunque muchas de ellas también se transmiten por vía sanguínea y de la madre al feto. Pueden ser causadas por diferentes microorganismos como bacterias, que causan la gonorrea y la sífilis, hongos que causan la candidiasis entre otras y los virus que producen enfermedades como el sida, el herpes genital o la hepatitis B.

Los síntomas son muy variados y en algunos casos pueden producir la muerte. Todas las ETS tienen tratamiento eficaz con diferentes medicamentos (excepto el sida), pero son un grave riesgo para la salud y el mejor método para prevenirlas es la utilización del preservativo, además de mantener una higiene diaria de los órganos genitales.

El Sida o síndrome de inmunodeficiencia adquirida, es una enfermedad que daña las defensas naturales del organismo, lo que favorece que aparezcan otras infecciones que una persona puede combatir normalmente. La forma más frecuente de contagio es a través del contacto con los fluidos corporales (sangre, semen, fluido vaginal) de otra persona infectada. Estas son las situaciones más frecuentes: a) durante las relaciones sexuales, tanto homo, como heterosexuales sin preservativo. b) por transmisiones de sangre o suero, o por instrumentos quirúrgicos. c) desde la madre infectando al feto durante el embarazo, el parto o la lactancia. d) al perforar las orejas o hacer tatuaje con material no estéril.

Sífilis. Enfermedad muy grave ocasionada por la bacteria *Treponema Pallidum*. Se transmite a través del sexo vaginal, anal u oral, sin embargo también puede contagiarse cuando se entra en contacto con las heridas abiertas de una persona con sífilis. Aunque se combate gracias a la penicilina, pero en la actualidad se extiende con fuerza por muchos países. Produce graves alteraciones cardíacas, lesiones en el sistema nervioso, que originan demencia, ceguera, parálisis e incluso la muerte.

Gonorrea . es una enfermedad infecciosa muy común; cuando la gonorrea no se trata, puede ocasionar problemas de salud graves y permanentes tanto en hombres como en mujeres: puede propagarse a la sangre y a las articulaciones, esta afección puede ser potencialmente mortal, además, las personas con gonorrea pueden infectarse más fácilmente con el virus que causa el SIDA

Además de las ETS, existen diferentes alteraciones del aparato reproductor, especialmente en las mujeres. Los trastornos menstruales que se manifiestan unos días antes del sangrado se caracterizan por dolor abdominal, dolor de cabeza e inflamación de los pechos. Son debidos a los cambios hormonales que sufre el cuerpo.

También existen diferentes enfermedades relacionadas con tumores benignos o cancerígenos que pueden aparecer en diferentes partes del aparato reproductor. Estos tumores pueden ser muy agresivos y su curación depende de la detección precoz médica.

9. Actividades

1. Dibuja el aparato reproductor masculino y femenino y señala las partes más importantes.
2. Elige una ETS bacteriana otra vírica y otra causada por hongos e investiga sus causas, forma de actuación del microorganismo y posibles tratamientos.
3. Define los siguientes conceptos:

Espermatogénesis
Ovogénesis
ETS
Placenta
Endometrio

Menstruación
Feto
Implantación
Cigoto
Folículo

4. Explica si la frase es verdadera o falsa:
 - a. Los hombres y las mujeres producen continuamente a lo largo de su vida gametos sexuales.
 - b. En el ciclo ovárico se produce el sangrado del endometrio, conocido como menstruación.
 - c. La fecundación es la fusión de los gametos sexuales masculino y femenino y ocurre en el útero.
 - d. Las ETS sólo se provienen usando preservativo.
5. Responde:
 - a. ¿En qué fase del ciclo menstrual se da la ovulación? Explica en que consiste.
 - b. ¿Por qué se engrosa la mucosa del endometrio durante el ciclo menstrual?
 - c. ¿Sería posible que un recién nacido sobreviviese sólo con seis meses de gestación?
 - d. ¿Para que sirven las contracciones que se producen durante el parto?
 - e. ¿Qué significa “romper aguas”?

EVOLUCIÓN

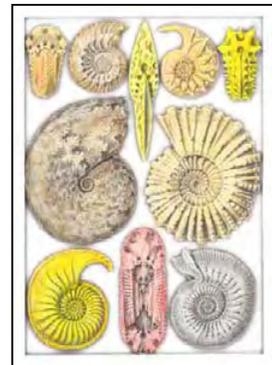
1. *Definición de evolución*
2. *Breve reseña histórica sobre la evolución*
3. *Teorías de la evolución más importantes*
4. *Origen y evolución celular*
5. *Origen y evolución del hombre*
6. *Actividades*

1. Definición de evolución

Se define **evolución** como el conjunto de cambios que han experimentado y experimentan los seres vivos generación tras generación durante el intervalo de tiempo que comprende la historia de la vida. De este modo, gracias a la evolución biológica el ancestro común de todos los seres vivos, una sencilla célula procariota, ha dado lugar mediante múltiples transformaciones a todos los organismos que existen actualmente, es decir, a la diversidad del planeta.

2. Breve reseña histórica sobre la evolución

Las primeras ideas sobre la evolución biológica se empezaron a desarrollar hace mucho tiempo, cuando filósofos y científicos contemplaban los diferentes seres vivos e intentaban explicar su procedencia. El filósofo griego **Aristóteles** (384 a.C – 322 a.C) postulaba que los animales, además de originarse de otros animales similares, podían surgir a partir de la materia inanimada, es decir, los seres vivos podían formarse a partir de materiales no vivos. Uno de los hechos que inspiró a los pensadores de estas remotas épocas a desarrollar estos primeros conceptos evolutivos fue la observación de los **fósiles**, que son restos, normalmente conservados en rocas, de la presencia o actividad de organismos pasados.



Sin embargo, estas ideas no se hicieron consistentes hasta finales del siglo XVIII. En esta época el registro fósil era muy amplio y ya se conocía gran parte de la diversidad de organismos. Este desarrollo de la biología y la geología hizo que algunos científicos comenzasen a interesarse de manera especial en el fenómeno evolutivo. Por fin, en 1859 el naturalista inglés **Charles Robert Darwin** (1809 – 1882) publicó su famoso libro “**El origen de las especies**”, en el que postulaba que todos los seres vivos habíamos evolucionado a partir de un **ancestro común** mediante un mecanismo evolutivo que denominó **Selección Natural**. Todavía hoy en día el libro de Darwin se considera uno de los más importantes de la historia de la evolución.

A finales del siglo XIX el monje **Gregor Johann Mendel** (1822 - 1884) realizó diversos experimentos con plantas del guisante, estableciendo unas directrices, las **Leyes de Mendel**, que explicaban la naturaleza de la herencia, es decir, el modo en que los caracteres

de los seres vivos se transmiten de generación en generación. Estas explicaciones sobre la herencia completaban la Teoría de la Selección Natural de Darwin, de manera que entre los años 1930 y 1940 el biólogo y estadístico **Ronald Aylmer Fisher** (1890 – 1962) propuso un enfoque combinado de la teoría de Darwin y la transferencia de genes de Mendel, conocido como “**Teoría Sintética de la Evolución**”.

Posteriormente, entre los años 1940 y 1960 se descubrió la naturaleza de los genes, es decir **la molécula de ADN**, con lo que se pudo contemplar el fenómeno evolutivo desde un punto de vista molecular. Además, el hallazgo de **las mutaciones**, supuso una explicación coherente para el cambio evolutivo.

Sin embargo, desde finales del siglo XX hasta la actualidad la evolución ha sido un tema muy controvertido y muchos científicos han propuesto teorías alternativas a la selección natural y a la teoría sintética. Ejemplos de estas teorías son “**La Teoría Neutralista**” de Motoo Kimura o la “**Teoría del Equilibrio Puntuado**” de Niles Eldredge y Stephen Jay Gould.

3. Teorías de la evolución más importantes

En el ámbito de la biología existe una gran discusión en cuanto al modo en que los seres vivos evolucionan y los científicos continuamente intentan proponer nuevos modelos para la explicación del fenómeno evolutivo. Por ello, a partir de la Teoría de la Selección Natural de Darwin se han propuesto muchas otras teorías, algunas que apoyan y completan la selección natural y otras que pretenden ser una alternativa a ésta.

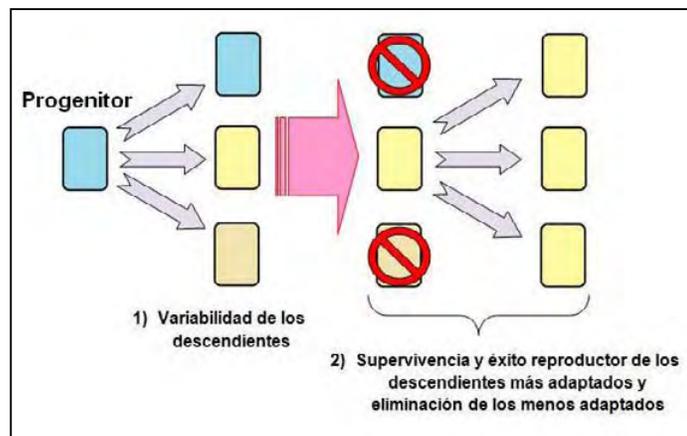
⇒ *Teoría de la Selección Natural*

La Teoría de la Selección Natural de Darwin se basa en las siguientes dos premisas:

1) Los descendientes de un organismo presentan características diferentes entre ellos o, dicho de otro modo, en las generaciones hijas de cierta especie se puede observar cierta **variabilidad**, que es en parte heredable.

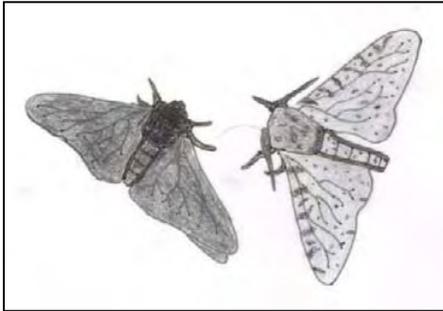
2) Esta variabilidad implica **diferencias en la supervivencia y éxito reproductor** de las generaciones hijas, con lo que algunos de los caracteres nuevos que aparecen en los descendientes

se pueden extender en una población, dando lugar al cambio evolutivo.



Así, la Teoría de la Selección Natural implica que la propia naturaleza selecciona a los organismos más adaptados al medio ambiente ya que estos tienen más posibilidades de sobrevivir y reproducirse, transmitiendo sus caracteres a los descendientes. Estas diferencias en la supervivencia y éxito reproductor en las especies hacen que algunas características

nuevas ventajosas que aparecen se mantengan en el tiempo, mientras que otras desfavorables tiendan a desaparecer.

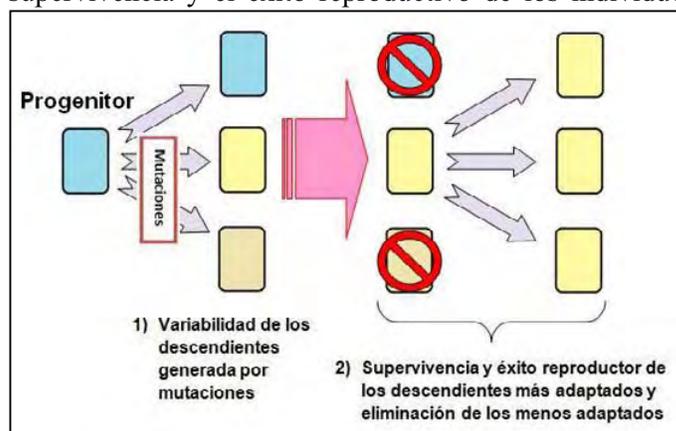


Para poder entender mejor la selección natural se puede considerar el ejemplo de las **polillas moteadas** (*Biston betularia*). En Inglaterra existen dos variedades de estas polillas, unas de color gris claro y otras de color gris oscuro. Antiguamente, las polillas de color gris claro solían ser más comunes pero misteriosamente en la época comprendida entre 1848 y 1898 fueron mucho más abundantes las polillas de color gris oscuro, especialmente en los lugares cercanos a grandes ciudades. Este cambio de color se

puede explicar porque precisamente en este intervalo de tiempo se usó carbón como combustible en muchas de las centrales eléctricas del país, liberándose una gran cantidad de suciedad a la atmósfera. Éste hecho provocó que algunos árboles que tenían la corteza de color gris claro se ensuciasen, cambiando la coloración de su tronco a gris oscuro. Así, las polillas de color gris claro ya no podían camuflarse en los árboles por lo que su supervivencia y éxito reproductivo era menor, mientras que las polillas de color gris oscuro podían esconderse de los depredadores, aumentando su supervivencia y éxito reproductivo, con lo que la tendencia de las generaciones hijas fue el color gris oscuro. En las zonas de Inglaterra poco industrializadas, donde el color de los troncos de los árboles era aún gris claro, predominaron, lógicamente, las polillas de color gris claro.

⇒ *Teoría Sintética de la Evolución*

La **Teoría Sintética de la Evolución** es una especie de ampliación de la Teoría de la Selección Natural que incorpora algunos contenidos de disciplinas como la genética o la biología molecular. Según esta teoría, el mecanismo principal de generación de variabilidad genética son las **mutaciones**. Así, las generaciones parentales generan descendientes que presentan caracteres diferentes debido a las mutaciones y **la selección natural** favorece la supervivencia y el éxito reproductivo de los individuos más adaptados al medio ambiente,

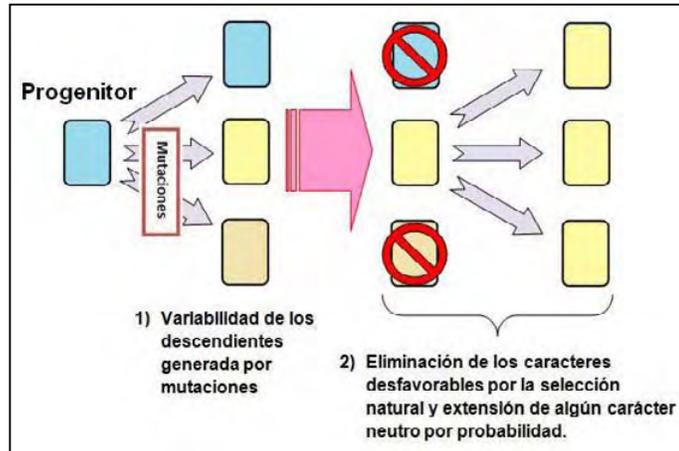


mientras que elimina de la población a los individuos que poseen características menos favorables. En resumen, atendiendo a esta corriente de pensamiento, las mutaciones constituyen en fenómeno de generación de variabilidad genética, mientras que la selección natural dispersa esa variabilidad favoreciendo a los más adaptados y perjudicando a los menos adaptados.

⇒ *Teoría Neutralista de la Evolución*

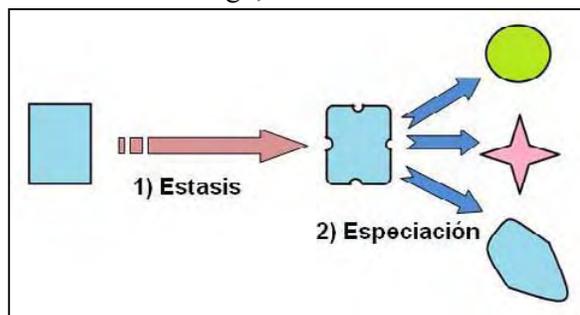
A diferencia de la Teoría Sintética, la **Teoría Neutralista de la Evolución** afirma que el cambio evolutivo se debe, habitualmente, a la aparición de caracteres neutros, es decir, caracteres que no suponen una ventaja ni una desventaja para el organismo. Así, al igual que

en el caso de la Teoría Sintética, la variabilidad genética de los descendientes se genera principalmente por mutaciones que con frecuencia serán desfavorables y, por tanto, eliminadas por la selección natural. Sin embargo, algunos de los caracteres mutantes pueden ser neutros y establecerse en la población simplemente por probabilidad. De este modo, según esta teoría, la selección natural no es el motor de la evolución, ya que simplemente se encarga de eliminar a aquellos individuos no adaptados al medio ambiente, mientras que el verdadero cambio evolutivo es el resultado de la extensión de las características neutras simplemente por azar.



⇒ Teoría del equilibrio puntuado

La Teoría del equilibrio puntuado está relacionada principalmente con el ritmo en el que evolucionan las especies. Esta teoría sostiene que las especies permanecen la mayor parte del tiempo de su existencia sin cambiar o cambiando de manera no significativa. Estos grandes intervalos de tiempo en los que los cambios son menores se denominan **periodos de estasis**. Sin embargo, en cierto momento comienzan a darse una rápida sucesión de cambios



significativos que terminan con el fenómeno de **especiación**, que es la formación de nuevas especies. Así, en resumen, el proceso evolutivo implica dos fases: una evolución lenta y gradual durante los periodos de estasis y una evolución rápida que genera nuevas especies durante los periodos de especiación.

4. Origen y evolución celular

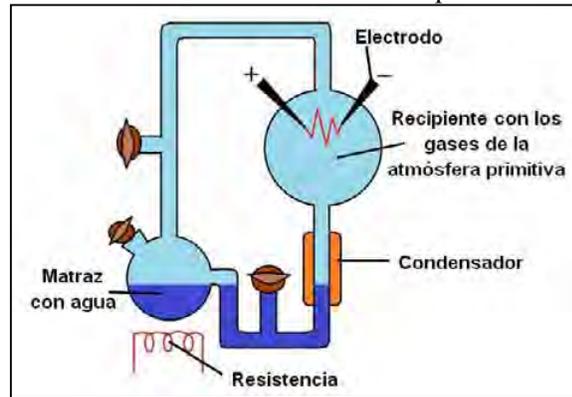
Uno de los temas más controvertidos de la biología evolutiva es el origen de la vida en La Tierra. Los científicos coinciden en que todos los seres vivos provenimos de un **ancestro común**, que seguramente fue una sencilla célula procariota. Sin embargo, hay mucho debate y discusión cuando se intenta explicar el modo en el que apareció esa primera célula y cómo evolucionó para formar la gran diversidad biológica que se puede observar actualmente.

⇒ La atmósfera primitiva y el origen de la vida en La Tierra

Según los geólogos, el Planeta Tierra se formó aproximadamente hace unos 4.500 millones de años. Se cree que la **atmósfera primitiva** se componía principalmente de metano (CH₄), amoníaco (NH₃), dióxido de carbono (CO₂), hidrógeno (H₂) y vapor de agua (H₂O) con lo que tenía un carácter muy **reductor**, a diferencia de la atmósfera actual que es oxigénica. Además, se supone que estos gases de la antigua atmósfera estaban sometidos a una fuerte radiación solar, descargas eléctricas y grandes erupciones de volcanes. En algún

momento de la historia del planeta las moléculas inorgánicas debieron reaccionar entre ellas para formar las primeras moléculas orgánicas sencillas. Este proceso aún no se conoce bien, pero aproximadamente en 1950 los científicos americanos Miller y Urey diseñaron un experimento en el que intentaban simular las condiciones de la atmósfera primitiva.

El experimento de Miller y Urey consistió en un recipiente esférico que contenía los gases típicos de la antigua atmósfera conectado mediante tubos con un matraz que contenía agua. En el recipiente donde estaban los gases se introdujeron dos electrodos, de modo que se pudo someter al conjunto de gases a descargas eléctricas durante varios días. Posteriormente, los investigadores comprobaron que en el matraz con agua habían aparecido algunas moléculas orgánicas sencillas como aldehídos, ácidos carboxílicos o aminoácidos. Éste último caso es especialmente interesante, ya que los aminoácidos constituyen la unidad estructural de las proteínas.



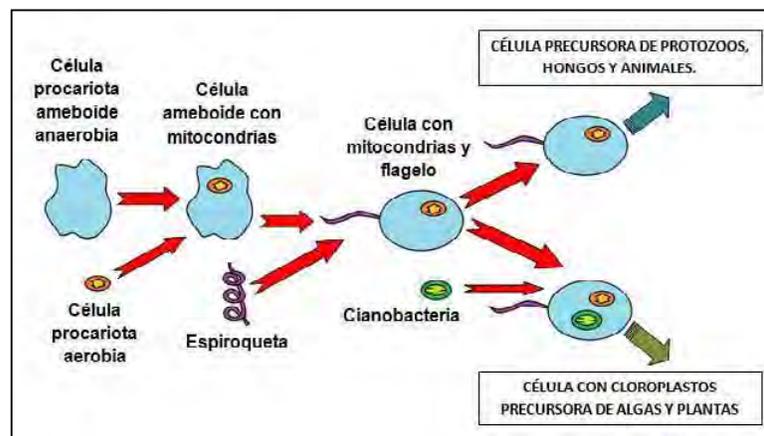
Teniendo en cuenta estos resultados, a partir de la atmósfera primitiva pudieron sintetizarse las primeras moléculas orgánicas y es posible que éstas fuesen arrastradas por el agua hasta el mar, donde poco a poco se fueron acumulando. En cierto momento, la concentración de moléculas orgánicas sencillas en el mar fue lo suficientemente alta para que éstas reaccionasen entre sí, formando moléculas orgánicas más complejas. Así, el ambiente marino fue como una especie de **sopa primitiva**, con abundantes moléculas orgánicas de diferentes tipos que quizás sirvieron como base para la formación de la primera estructura viva.

Sin embargo, el mecanismo por el cual se formó esa primera célula es aún un misterio pendiente de resolver. Aunque existen algunas teorías que intentan explicar este evento, todas ellas coinciden en que las primeras formas celulares en La Tierra fueron **células procariotas muy sencillas**. En la sopa primitiva, hace aproximadamente 3.600 millones de años, un fragmento de ácido nucleico con capacidad de autorreplicarse pudo quedar envuelto por unas estructuras de lípidos, que rodearon a dicho fragmento protegiéndolo y formando así la **bicapa lipídica** característica de las membranas. Esta primera célula, aún siendo muy simple, ya tenía las principales características de los seres vivos. Tenía un **metabolismo sencillo anaerobio**, lo que significa que no necesitaba O_2 para realizar sus reacciones metabólicas, ya que en esos momentos de la historia de La Tierra la atmósfera aun era reductora. Y además podía **reproducirse**, formando así células hijas y aumentando las posibilidades de evolución. Parece que de este modo comenzó la vida; esta fue la primera célula procariota precursora de todos los organismos vivos: la precursora de todas las células procariotas y eucariotas, la precursora de los protoctistas, los hongos, los animales y las plantas.

⇒ *De la célula procariota a la célula eucariota*

El origen de los seres eucariotas es otro de los temas controvertidos en la biología evolutiva. Actualmente, una de las teorías más aceptadas que explica este hecho es la **Teoría de la Endosimbiosis Serial**, propuesta por Lynn Margulis en 1967 (*figura 8*). Según esta teoría, hace unos 2.000 millones de años, después del nacimiento de los seres procariotas y la

evolución de éstos, la vida la componían multitud de bacterias diferentes, adaptadas a los distintos medios. La mayoría de estas bacterias eran anaerobias, ya que el O_2 no era un gas abundante en la atmósfera, pero sin embargo, en estos tiempos ya existían algunos organismos capaces de respirar el O_2 , las **bacterias aerobias**. Así, una bacteria ameboide anaerobia pudo fagocitar a una bacteria aerobia. Sin embargo, lejos de digerir al nuevo fagocito, ambas bacterias sumaron sus propiedades, dando lugar a un nuevo ser más complejo capaz de utilizar el O_2 para la respiración. De este modo, surgieron las **mitocondrias**, que además eran transmitidas de generación en generación cuando esta nueva célula se reproducía. Más adelante en la evolución, una de estas células que ya poseía mitocondrias, se fusionó con una **bacteria** nadadora llamada **espiroqueta**, originándose así el **flagelo eucariota**. El nuevo ser tuvo un gran éxito evolutivo. Por un lado, podía respirar O_2 , que cada vez era más abundante en la atmósfera. Por otro lado, su movimiento gracias al flagelo era más rápido que el movimiento ameboide de sus antecesores, por lo que era más eficaz en diversas funciones, como por ejemplo la búsqueda de alimento. Así, este organismo dio lugar a una nueva línea evolutiva eucariota: la línea precursora de los protozoos, los hongos y los animales.



Cabe destacar que en esta época cada vez eran más abundantes unos organismos procariotas llamados **cianobacterias**, los cuales realizaban la fotosíntesis liberando O_2 , por lo que eran responsables del aumento de la concentración de este gas en la atmósfera. De este modo, una de las células que ya tenía flagelo y mitocondrias

fagocitó a una cianobacteria, dando como resultado una nueva célula con **cloroplastos** y, por tanto, con capacidad para realizar la fotosíntesis. Esta última incorporación dio lugar a las células eucariotas precursoras de las plantas y de las algas.

5. Origen y evolución del hombre

Otro tema de gran interés biológico es el proceso de evolución de la especie humana desde sus ancestros hasta su estado actual. El término **humano**, en el contexto evolutivo, se refiere a los individuos del género *Homo*. Sin embargo, todas las especies de este género, excepto *Homo sapiens*, actualmente están extintas.

⇒ Origen y expansión de la especie *Homo sapiens*

Los fósiles más antiguos de *Homo sapiens* se han encontrado en Etiopía (África) y tienen fecha de hace unos 200.000 años. Parece que hace unos 90.000 años la especie se había distribuido hasta Oriente Próximo, donde coincidió con otra especie del mismo género, *Homo neanderthalensis*. *Homo sapiens* continuó su expansión, y hace aproximadamente unos 45.000 años llegó a Europa Occidental (Francia). Por su parte, *Homo neanderthalensis* se fue retirando a la periferia de sus áreas de distribución, asentándose en lugares como la Península Ibérica o Croacia, donde se extinguió hace unos 28.000 años. De este modo ambas especies

coexistieron en el tiempo y en el espacio, y según parece, la desaparición de *Homo neanderthalensis* se debe, al menos en parte, por la competencia con nuestra especie.

⇒ ***Evolución de la inteligencia humana***

La evolución de la inteligencia humana es otro de los temas interesantes en ciertos campos de la biología evolutiva, como por ejemplo en la antropología. Parece ser que el desarrollo del razonamiento e intelecto de nuestra especie está relacionado con la **marcha bípeda**, es decir, la capacidad de caminar y desplazarse utilizando únicamente las extremidades posteriores.

Los seres humanos, al ser bípedos, tienen sus manos libres, por lo que pueden especializarse en realizar otras funciones más allá de la locomoción. Además, el **dedo pulgar oponible**, permite a la especie humana fabricar y manejar utensilios, lo que exige un cerebro con cierta capacidad de cálculo y de razonamiento.

Por otro lado, es posible que también haya sido importante en el desarrollo de la inteligencia humana la aparición del **lenguaje**. De algún modo, este fenómeno también puede estar relacionado con la marcha bípeda, ya que al liberar las manos, nuestros ancestros pudieron establecer un lenguaje simbólico mediante mímica, el cual seguramente se fue desarrollando poco a poco hasta dar lugar a los lenguajes conceptuales característicos de nuestra especie. Esto, junto a las posibilidades fisiológicas de las estructuras óseas y musculares de la mandíbula, dio lugar a la aparición del lenguaje hablado y, posteriormente, del lenguaje escrito. Para el desarrollo de ambos tipos de lenguaje es necesaria la evolución paralela de un cerebro potente, capaz de unir símbolos y establecer conceptos.

6. Actividades

1. La mayoría de los peces que habitan en los fondos marinos poseen ojos, pero éstos han perdido su funcionalidad por lo que estos organismos son ciegos. Explica éste fenómeno basándote en la Teoría de la Selección Natural, en la Teoría Sintética y en la Teoría Neutralista.
2. Busca información sobre evidencias geológicas y paleontológicas que apoyen la Teoría del Equilibrio Puntuado.
3. La hipótesis de que la vida comenzó en La Tierra es generalmente aceptada por la comunidad científica, aunque existe un sector de investigadores que opinan que la vida tiene un origen extraterrestre. Realiza una búsqueda de información de ésta teoría y escribe un resumen de los datos obtenidos.
4. Elabora una tabla con las similitudes de los cloroplastos, mitocondrias y células procariotas. Intenta relacionar los resultados de la tabla con La Teoría de la Endosimbiosis Serial.

ECOLOGÍA

1. *Introducción*
2. *Niveles de organización ecológica*
3. *Estudio de poblaciones*
4. *Estudio de comunidades*
5. *Dinámica de poblaciones*
6. *Relaciones intraespecíficas e interespecíficas*
7. *Los ecosistemas*
8. *Estructuras tróficas*
9. *Parámetros ecológicos*
10. *Ciclos biogeoquímicos*
11. *Biomás*
12. *Ecosistemas oceánicos*
13. *Actividades*

1. Introducción

La ecología estudia las interacciones de los organismos entre sí y los de estos con su medio físico, es decir, estudia en que medida un organismo afecta a su medio ambiente y es afectado por éste.

2. Niveles de organización ecológica

- *Individuo*. Cualquier ser vivo de una especie. Aunque sus características son iguales a otros individuos de la misma especie, cada unidad es independiente fisiológicamente una de otra.
- *Población*. Conjunto de individuos de una especie que viven en la misma zona geográfica y coinciden en el tiempo.
- *Hábitat*. Lugar en el que vive una población.
- *Comunidad o biocenosis*. Conjunto de poblaciones que viven en la misma zona geográfica y coinciden en el tiempo.
- *Biotopo*. Lugar en el que vive una comunidad.
- *Ecosistema*. Conjunto que incluye la comunidad y el biotopo.
- *Biomás*. Área geográfica del planeta que comparte clima, vegetación y fauna.
- *Biosfera*. Conjunto de seres vivos de la Tierra y el medio ambiente terrestre.

3. Estudio de poblaciones

Los principales parámetros de estudio de la ecología de poblaciones son:

- *Parámetros básicos*. La densidad de una población se define como el número de individuos por unidad de superficie o volumen.
- *Parámetros primarios*. Natalidad, mortalidad, inmigración y emigración.

- Parámetros secundarios. La distribución por edades y la composición de sexos se suelen representar en pirámides de población. El patrón de distribución en el espacio responde a tres modelos espaciales:
 - *Distribución uniforme*: aparece en ambientes manipulados por el hombre.
 - Distribución de agregados: los individuos están muy próximos.
 - *Distribución al azar*: los individuos se distribuyen de forma no uniforme.

4. Estudio de comunidades

Las poblaciones pueden ver reducida su fertilidad, supervivencia y crecimiento debido a que no permanecen aisladas de otras poblaciones, sino que interactúan con ellas, compitiendo por los recursos limitantes. El principio de exclusión competitiva afirma que dos especies que compiten por un recurso limitante no pueden coexistir.

El nicho ecológico se define como el hipervolumen de n dimensiones dentro del cual la especie puede mantener una población viable, es decir, el conjunto de recursos y condiciones ambientales que una especie requiere para poder vivir.

En el estudio de la biocenosis no deben faltar los siguientes parámetros:

- Abundancia. Número de individuos de una especie por unidad de área.
- Diversidad. Variedad de seres vivos, especies o poblaciones de un área.
- Dominancia. Grupo de especies que caracterizan la comunidad y que suele dar nombre al ecosistema.

5. Dinámica de poblaciones

La dinámica de poblaciones estudia las variaciones en el número de individuos de una población. El tamaño de una población (N) en el tiempo $t+1$ (N_{t+1}) es el siguiente:

$$N_{t+1} = N_t + (B - D) + (I - E)$$

donde B es el número de nacimientos, D el número de muertes, I el número incorporado por inmigración y E el evacuado por emigración.

La capacidad de carga (K) es el tamaño máximo que puede alcanzar la población teniendo en cuenta todos los factores ambientales y recursos del medio ambiente en el que se encuentra dicha población.

⇒ *Las curvas de supervivencia*

Las curvas de supervivencia expresan la dinámica demográfica.

Existen 3 tipos de curvas:

- Curva tipo I (cóncava): poblaciones con índices de mortalidad pequeños en edades tempranas y alta mortalidad en el envejecimiento. A estas poblaciones se les denomina estrategias de la k .
- Curva tipo II (recta): la probabilidad de mortalidad es igual en todos los estados de desarrollo de la población.

- Curva tipo III (convexa): la probabilidad de mortalidad en estadios tempranos es mucho mayor que en los estadios tardíos. A estas poblaciones se les denomina estrategias de la r.

⇒ ***Estrategias de vida***

Las características de cada una de las estrategias de vida son las siguientes:

Estrategia *r*: el clima es muy variable e impredecible, la mortalidad es independiente de la población, hay baja competencia, el tamaño de la población fluctúa y suelen ser especies de vida corta, pequeño tamaño, desarrollo rápido y reproducción temprana.

Estrategia *k*: el clima es muy estable y predecible, la mortalidad es dependiente de la población, hay alta competencia, el tamaño de la población es constante y suelen ser especies de larga vida, gran tamaño, desarrollo lento y reproducción tardía.

⇒ ***Las sucesiones ecológicas***

Las sucesiones ecológicas son el conjunto de fases consecutivas en el desarrollo de un ecosistema. La biocenosis va cambiando paralelamente a las condiciones del medio ambiente. Existen dos tipos de sucesiones:

Sucesión primaria: tiene lugar tras la destrucción o aparición del sustrato; por ejemplo, la formación de una isla tras una erupción volcánica.

Sucesión secundaria: tiene lugar tras la eliminación total o parcial de la vegetación, sin afectar al sustrato; por ejemplo, la colonización vegetal de un campo de cultivo abandonado.

A medida que las etapas se suceden, se estabiliza la biocenosis, hasta que finalmente se consigue un tipo de comunidad con un equilibrio estable con su ambiente y que ya no es desplazado por otras, en cuyo caso se dice que la biocenosis ha alcanzado el clímax.

6. Relaciones intraespecíficas e interespecíficas

Los individuos de una población se relacionan y asocian tanto entre sí como con el resto de los individuos de la comunidad a la que pertenecen.

⇒ ***Las relaciones intraespecíficas***

Son aquellas que se establecen entre los individuos de una misma especie. Las agrupaciones de individuos pueden ser temporales, si tienen una duración limitada (para la reproducción o la migración) o permanentes, si se mantienen toda la vida (sociedades, panales,...). Según el grado de interdependencia o unión entre sus miembros podemos clasificarlas en:

- Familias: agrupación por parentesco para procreación, manutención y protección de la prole (gorilas, chimpancés,...).
- Colonias: constituidas por individuos originados por gemación a partir de un progenitor común (corales, madréporas e hidrozoarios).

- Poblaciones gregarias: individuos que viven juntos un periodo más o menos largo para conseguir un objetivo mutuo, ya sea defensa, búsqueda de alimento,... (lobo).
- Sociedades estatales: formada por individuos jerarquizados en una auténtica sociedad (hormigas, abejas, termitas,...).

⇒ *Las relaciones interespecíficas*

Son aquellas que se establecen entre individuos de dos o más especies que pertenecen a una comunidad.

- Competencia: tiene lugar cuando los requerimientos de las dos especies son muy similares. Una de las dos especies se apropia del recurso y extingue la otra (principio de exclusión competitiva).
- Depredación: una especie (depredador) mata y consume a otra (presa).
- Parasitismo: una especie (parásito) obtiene beneficio de otra (huésped) que se ve perjudicada por esta asociación.
- Mutualismo: ambos organismos se ven favorecidos por la presencia del otro. Un caso de mutualismo extremo es la simbiosis, donde la interacción es obligatoria.
- Comensalismo: una especie obtiene beneficio de la otra y ésta permanece indiferente a la relación, es decir, ni se beneficia ni le perjudica.

7. Los ecosistemas

Los ecosistemas son sistemas abiertos y dinámicos que se caracterizan por sus elementos (biocenosis y biotopo) y por las relaciones entre ellos. Los ecosistemas no son autosuficientes ya que requieren un flujo continuo de energía entre todos los integrantes del ecosistema y un reciclaje continuo de la materia que se desplaza desde el medio físico hacia los seres vivos y de éstos de nuevo al medio. Además, los ecosistemas evolucionan en el tiempo aumentando su organización y complejidad.

8. Estructuras tróficas

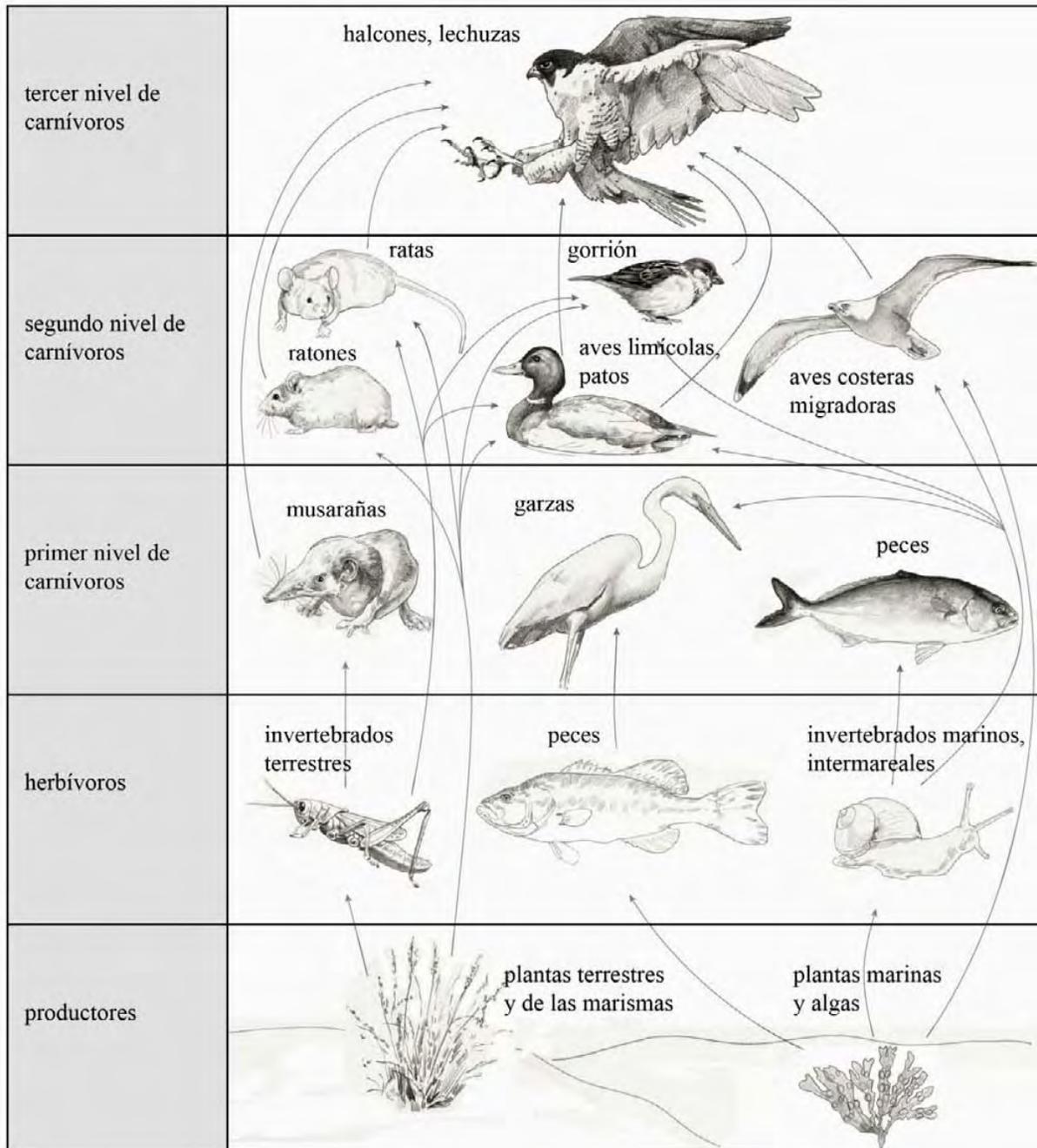
⇒ *Niveles tróficos*

Los organismos que pertenecen a un ecosistema se agrupan en niveles tróficos. En cada nivel se incluyen organismos cuyas formas de obtención de materia y energía son semejantes. Así se distinguen niveles tróficos:

- Los productores: organismos autótrofos, responsables de utilizar energía solar y compuestos inorgánicos para formar materia orgánica. Vegetales y fitoplancton (algas y cianobacterias) constituyen el primer nivel trófico.
- Los consumidores primarios: organismos heterótrofos que se alimentan de la materia orgánica que sintetizan los productores. Los animales herbívoros constituyen este segundo nivel trófico.
- Los consumidores secundarios y terciarios: organismos heterótrofos que se alimentan de los consumidores primarios y secundarios respectivamente. Los animales carnívoros forman parte de estos niveles.
- Los descomponedores: organismos que se alimentan de la materia orgánica muerta de los organismos de los niveles anteriores. Hongos y bacterias juegan un papel muy

importante en este nivel al liberar los nutrientes de los diferentes niveles para que puedan ser utilizados de nuevo por los productores.

Estructuras tróficas.



Los niveles tróficos se suelen representar como una pirámide ecológica en cuya base se sitúan los productores.

Las relaciones que se establecen entre niveles tróficos, pueden representarse por cadenas tróficas o por redes tróficas no lineales.

⇒ **Flujo de energía**

El flujo de energía en los ecosistemas es siempre unidireccional. Fluye en la cadena trófica desde el sol hacia los productores y de aquí a los consumidores y descomponedores. La energía entra en forma de energía luminosa y sale en forma de energía calorífica. Los ecosistemas siguen las leyes de la termodinámica.

9. Parámetros ecológicos

Los parámetros ecológicos se utilizan para estudiar la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas. Son varios:

⇒ **Biomasa**

La biomasa es la cantidad de materia orgánica en un ecosistema. Existen diversas formas de medir la biomasa:

- peso seco o húmedo por unidad de volumen o superficie (gramo / cm²; kg / cm³; etc).
- cantidad de carbono asimilado.
- energía por unidad de superficie o volumen (Kcal / m²; cal / cm³; etc).

⇒ **Producción**

La producción es el incremento de biomasa por unidad de tiempo en el ecosistema o en cada nivel trófico. Se expresa en diferentes unidades: gramo / cm² / día; kg / cm³ / día; Kcal / m² / día; Kcal / ha / año; g de C / cm³ / día; etc

Podemos distinguir:

- **Producción primaria.** Es la energía capturada por los productores por unidad de tiempo (biomasa producida).
 - Producción primaria bruta. Es la energía total fijada por los productores (fotosíntesis) por unidad de tiempo.
 - Producción primaria neta. Es la energía fijada por fotosíntesis menos la energía empleada en la respiración por los productores por unidad de tiempo. Cuando la producción primaria neta es positiva, la biomasa del ecosistema aumenta.
- **Producción secundaria.** Es la energía capturada por el resto de niveles tróficos por unidad de tiempo.
- **Producción bruta del ecosistema (PBE).** Es la energía total capturada por el ecosistema por unidad de tiempo.
- **Producción neta del ecosistema (PNE).** Es la energía capturada por el ecosistema menos la energía empleada en la respiración (R) por unidad de tiempo.

$$PNE = PPB - R$$

- En un ecosistema joven $PNE > 0$
- En un ecosistema en equilibrio $PNE \approx 0$
- En un ecosistema sobreexplotado $PNE < 0$

Además, en todos estos ecosistemas, la producción secundaria en cada nivel trófico es el 10 % de la del nivel anterior.

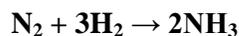
10. Ciclos biogeoquímicos

Los ciclos biogeoquímicos representan el flujo de los elementos químicos más importantes para los seres vivos, siendo los principales el oxígeno, el hidrógeno, el carbono, el nitrógeno, el azufre y el fósforo.

⇒ *Ciclo del nitrógeno*

El nitrógeno forma parte de las proteínas y de los ácidos nucleicos. Su mayor reservorio es la atmósfera, pero este nitrógeno (N_2) no puede ser utilizado por la mayoría de los seres vivos. El ciclo consta de cinco pasos.

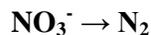
- 1- Fijación del nitrógeno atmosférico. El nitrógeno atmosférico (N_2) es transformado (fijado) en amoníaco NH_3 por bacterias fijadoras como *Rhizobium* que actúan en nódulos radiculares (raíces) de plantas leguminosas o en heterocistos de cianobacterias.



- 2- Nitrificación. El amoníaco (NH_3) es transformado en nitritos (NO_2^-) por bacterias nitrificantes como *Nitrosomonas* y los nitritos en nitratos (NO_3^-) por bacterias como *Nitrobacter*.



- 3- Asimilación. El nitrato (NO_3^-) ya puede ser absorbido y utilizado por las plantas.
- 4- Amonificación. El nitrógeno es liberado de nuevo en compuestos nitrogenados orgánicos (urea, ácido úrico y organismos muertos) y como amoníaco (NH_3) por bacterias amonificantes.
- 5- Desnitrificación. Los nitratos (NO_3^-) del suelo y de las aguas pueden ser transformados en nitrógeno molecular (N_2) por bacterias desnitrificantes anaerobias como *Pseudomonas* y hongos.



⇒ *Ciclo del carbono*

El carbono (C) es quizás el elemento químico más destacable en el proceso de la vida puesto que forma parte de los glúcidos, los lípidos, las proteínas y los ácidos nucleicos de los seres vivos.

En la naturaleza se encuentra principalmente en la atmósfera en forma de dióxido de carbono (CO_2), aunque su concentración es muy pequeña (0,03 %), en el océano y el agua dulce en forma de carbonatos (CO_3^{2-}) y bicarbonatos (HCO_3^-) y en rocas calizas en forma de carbonato cálcico ($CaCO_3$).



El carbono es fijado por los productores primarios en la fotosíntesis.



Después se transmite al resto de eslabones de la cadena trófica. Parte de este carbono es devuelto a la atmósfera y el agua por los procesos respiratorios de todos los seres vivos aunque la mayor parte del carbono es devuelto por los descomponedores al procesar los materiales de desecho y los restos muertos de todos los niveles tróficos. Existe una devolución adicional en el proceso de combustión de incendios y combustibles fósiles, en la erupción de volcanes y en el proceso de erosión de la roca caliza.

⇒ *Ciclo del fósforo*

El fósforo (P) forma parte de los ácidos nucleicos, de los fosfolípidos de membrana y de las moléculas energéticas (ATP, ADP y AMP) de los seres vivos.

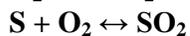
La mayor parte de este elemento se encuentra en forma de fosfatos inorgánicos (PO_4^{3-}) en las rocas. Es liberado por erosión y solubilizado por el agua como ácido ortofosfórico o fosfato orgánico (PO_4^{2-}) que de esta manera puede ser absorbido por los productores primarios. Después se transmite al resto de eslabones de la cadena trófica y es devuelto al medio natural por los descomponedores al procesar los materiales de desecho y los restos muertos de todos los niveles tróficos.

⇒ *Ciclo del azufre*

El azufre (S) es un elemento esencial para todos los seres vivos ya que forma parte de los aminoácidos de las proteínas y otros tipos de moléculas.

La descomposición de depósitos orgánicos e inorgánicos del suelo produce sulfatos (SO_4^{2-}) que son captados por los productores. Estos son reducidos a sulfuro de hidrógeno (H_2S) e incorporados a los aminoácidos. De aquí el azufre pasará a otros niveles tróficos para volver al suelo por actividad bacteriana, una vez cesada la vida del organismo.

Además las erupciones volcánicas, la combustión de combustibles fósiles y la desintegración de la materia liberan azufre a la atmósfera. Éste se transforma en dióxido de azufre (SO_2) que reacciona con la luz para producir trióxido de azufre (SO_3) y a su vez dar ácido sulfúrico (H_2SO_4) con el agua, que precipita en forma de lluvia ácida.



⇒ *Ciclo hidrológico (ciclo del agua)*

El agua (H_2O) es la molécula más importante para el mantenimiento de la vida.

La evaporación de la hidrosfera (océanos, mares, lagos, ríos,...) pasa el agua a la atmósfera donde se condensa y precipita en forma de lluvia, nieve o granizo sobre la

superficie de la biosfera. Parte de esta agua es retenida por los seres vivos, que la consumen para mantener su metabolismo, y es devuelta a la atmósfera en forma de transpiración.

El oxígeno (O₂) de la atmósfera (21 %) procede de la fotosíntesis que realizan los organismos autótrofos y es utilizado por los seres vivos para respirar.

11. Biomas

Los biomas son grandes áreas geográficas del planeta que comparten clima, vegetación y fauna. Un bioma es pues el conjunto de ecosistemas característicos de una zona biogeográfica. Los principales biomas del planeta son ocho:

- *Bosque tropical lluvioso.* Aparece en regiones ecuatoriales, donde las condiciones climáticas son constantes todo el año, y se caracteriza por una temperatura suave y elevada humedad. Son los ecosistemas con mayor diversidad biológica y con una gran vegetación arbórea.
- *Sabana.* Aparece en regiones cálidas, con una estación seca muy prolongada que limita el crecimiento de los árboles. Predominan las especies herbáceas y resistentes al fuego.
- *Desierto.* La casi total ausencia de precipitaciones caracteriza este bioma. Su escasa vegetación presenta adaptaciones (tejidos suculentos, espinas,...) y ciclos de vida muy cortos para aprovechar la lluvia. La fauna es nocturna.
- *Bosque mediterráneo.* Los contrastes climáticos a lo largo del año, con inviernos suaves, veranos secos y calurosos y otoños lluviosos, caracterizan este bioma. La vegetación presenta hojas pequeñas y coriáceas y su fauna es muy variada.
- *Bosque caducifolio.* Está compuesto por grandes árboles de hoja caduca adaptados al frío invierno, en que paralizan su crecimiento y pierden sus hojas. El sotobosque es rico en herbáceas y arbustos y es zona de grandes mamíferos. La precipitación es abundante todo el año.
- *Praderas y estepas.* Son grandes extensiones herbáceas de escasa vegetación arbórea. Aparecen en zonas de clima templado y precipitaciones poco abundantes con una marcada estación seca. Es zona de grandes herbívoros.
- *Taiga.* La vegetación predominante son los bosques de coníferas de hojas perennes que soportan bajas temperaturas y evitan la pérdida de agua. Las condiciones son extremas y su fauna es migradora e hibernante.
- *Tundra.* El bioma más extremo en sus condiciones. Presente en zonas muy frías, el agua se congela en el invierno. La vegetación es de musgos, líquenes y arbustos enanos.

12. Ecosistemas oceánicos

Los ecosistemas de agua salada son los mares y océanos, las zonas costeras, marismas, manglares y estuarios. Los organismos de estos ecosistemas se diferencian en tres grupos:

- Organismos planctónicos: de pequeño tamaño que viven en suspensión en el agua y a merced de las corrientes. Distinguimos fitoplancton (algas, vegetales y cianobacterias) y zooplancton (animales).
- Organismos nectónicos: animales de gran tamaño (5cm-10m) nadadores y capaces de dominar las corrientes y movimientos propios del agua.

- Organismos bentónicos: organismos del fondo marino, semienterrados, fijos a rocas o próximos a la arena.

La masa de agua oceánica se divide en una zona nerítica, próxima a la costa y sobre la plataforma continental, y una zona oceánica, mar adentro.

Los ecosistemas oceánicos se dividen en tres zonas:

- Zona fótica. Abarca la capa de agua desde la superficie hasta los 200 metros de profundidad, máxima profundidad a la que penetra la luz. Soporta a los organismos fotosintéticos y a un necton compuesto de peces, cetáceos, cefalópodos, tortugas y aves.
- Zona pelágica. Situada entre los 200 metros y los 6000 metros. La luz desaparece y los organismos son sometidos a bajas temperaturas, altas presiones y completa oscuridad, excepto los bioluminiscentes.
- Zona abisal. Aparece en las fosas marinas por debajo de los 6000 metros de profundidad. La fauna aparece asociada a fuentes hidrotermales y formada por organismos adaptados a condiciones extremas.

13. Actividades

1. ¿Cuál de las curvas de supervivencia describe el comportamiento de las poblaciones estrategas de la k?
2. El pez payaso (*Amphiprion* sp.) se refugia entre las anémonas cuando se siente en peligro. Las anémonas le brindan protección con sus tentáculos (tentáculos de cnidocitos) venenosos sin que a él parezcan afectarle. No parece que el pez payaso aporte nada a su relación con la anémona. ¿Qué tipo de relación existe entre estas dos especies? ¿Qué tipo de relación sería si el pez payaso se nutriera de sustancias perjudiciales para la anémona?
3. ¿Cuáles son las etapas del ciclo del nitrógeno?
4. ¿Cuáles son los principales biomas terrestres?
5. Si un ecosistema tiene una producción neta de 15.987 Kcal / ha / año. ¿Qué puedes decir de él?

SOLUCIONES DE LAS ACTIVIDADES

LAS BIOMOLÉCULAS

1. Define los siguientes conceptos: nucleosoma, cromosoma, cromatina, gen

- Nucleosoma. Es un segmento de ADN superenrollado alrededor de unas proteínas con gran proporción de aminoácidos con carga positiva (histonas).
- Cromatina. Es el enrollamiento helicoidal de cadenas nucleosómicas.
- Cromosoma. Se debe a la condensación de las fibras de cromatina, ésta estructura se pone de manifiesto únicamente en las etapas de división celular. Las fibras de cromatina se pliegan sobre sí mismas formando bucles, que se mantienen unidos por un eje central.
- Gen. Es un segmento de ADN que tiene una determinada función. El ADN es por tanto una sucesión lineal de genes, y éste conjunto de genes constituye el genoma humano.

2. ¿Qué significa que la replicación del ADN sea asimétrica?

Se debe a la polaridad de las cadenas de ADN $3' \rightarrow 5'$ y $5' \rightarrow 3'$ y puesto que la ADN polimerasa sólo actúa en la dirección $5' \rightarrow 3'$, una de las cadenas se replica de forma discontinua, y la otra de forma continua.

3. ¿Cuál es la importancia biológica al hecho de que los nucleótidos de las cadenas de ADN se unan por enlaces covalentes, y entre sí se unan por enlaces de hidrógeno?

Los enlaces entre los distintos nucleótidos son enlaces covalentes muy fuertes, enlaces fosfodiéster establecidos entre el grupo fosfato y las correspondientes pentosas, esto asegura una estabilidad de la secuencia de nucleótidos. Los enlaces de hidrógeno permiten adoptar al ADN la estructura de doble hélice y sus sucesivos plegamientos, pero a la vez permiten, la separación de las cadenas para la replicación o la transcripción.

4. ¿Cuáles son las biomoléculas que forman parte de las membranas celulares? ¿Por qué los fosfolípidos son los más abundantes?

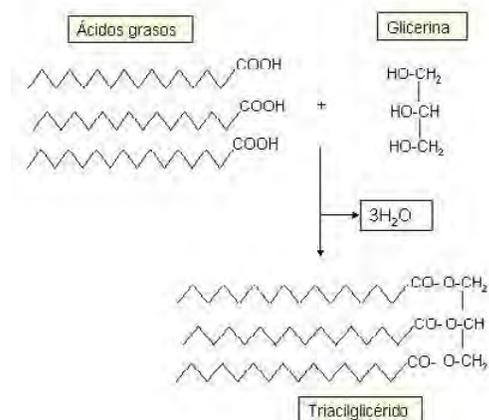
Los fosfolípidos, esfingolípidos y colesterol, glucolípidos (oligosacáridos asociados a lípidos), proteínas estructurales, transportadoras y receptoras.

De todos los anteriores sin duda los fosfolípidos son los lípidos estructurales más importantes, esto se debe a que son moléculas heteropolares, es decir poseen una región hidrofóbica y otra hidrofílica debido a las cargas positivas del grupo amino y negativas del grupo fosfato, por tanto tienen gran facilidad para formar bicapas y miscelas en medio acuoso.

5. Señala las diferencias entre los ácidos grasos saturados e insaturados. Escribe la reacción de esterificación de un triglicérido.

Los ácidos grasos son cadenas hidrocarbonadas que poseen un grupo ácido $-\text{COOH}$. Desde el punto de vista químico la diferencia entre los distintos tipos se encuentra en la longitud de la cadena, determinado por el número de carbonos y el tipo de enlaces entre ellos. Las cadenas saturadas, es decir formadas por enlaces sencillos $-\text{C}-\text{C}-$ poseen un empaquetamiento mayor, es decir son más densos, éstos son el componente mayoritario de las grasas y hace que las grasas sean sólidas a temperatura ambiente. Por el contrario los ácidos grasos que poseen más de una insaturación, poseen una estructura que impide el empaquetamiento, y por tanto constituyen sustancias que son líquidas a temperatura ambiente, es el tipo de los aceites, tan presentes en las vacuolas de algunos tipos de células vegetales.

La reacción de esterificación consiste en la condensación entre el grupo ácido del ácido graso y el grupo hidroxilo del trialcohol (glicerina), como resultado se forma un éster.



6. Los aminoácidos son compuestos anfóteros que se caracterizan por tener un grupo amino y otro carboxilo. ¿se podrían separar los distintos aminoácidos de una mezcla en función de su carga eléctrica? Razona la respuesta.

Son sustancias anfóteras, es decir se comportan como ácidos o como bases en función del pH en el que se encuentran, esto es debido a los grupos -COOH y -NH_2 , ambos grupos poseen un pK_a y pK_b característico, por tanto en función del pH podemos encontrar los grupos ionizados como -COO^- , y el -NH_3^+ . Además las cadenas laterales -R suelen de muy variado tipo, pueden tener carga, o sin carga, con lo cual utilizando la Electroforesis y ajustando el pH adecuado se pueden separar los distintos aminoácidos de una mezcla.

7. Comenta la importancia de la estructura de las proteínas. Busca información de algunas modificaciones proteicas.

La ordenación de los aminoácidos de una proteína constituye su secuencia o estructura primaria, ésta se pliega y adopta una determinada conformación tridimensional, estos plegamientos son debidos a las interacciones entre los aminoácidos. Adoptando una estructura globular o fibrosa, su estructura es fundamental para determinar el tipo y función que la proteína va a desarrollar.

Una mínima modificación de su secuencia origina una alteración y modificación de su estructura, por tanto la proteína no desarrolla adecuadamente su función, e incluso puede alterar el funcionamiento correcto de los demás orgánulos, o células del organismo, éste es el caso de las enfermedades priónicas.

LA CÉLULA

1. ¿Por qué se dice que la membrana plasmática tiene estructura de mosaico fluido?

Porque sus moléculas constituyentes pueden moverse y desplazarse unas respecto a otras. Ésta característica permite a las células formar las vesículas en la endocitosis y pinocitosis (mecanismo por el cual los líquidos y pequeñas partículas pueden entrar en la célula por invaginaciones de la membrana, que se cierra formando diminutas vesículas).

2. ¿Qué tipo de células contendrá mayor número de ribosomas: una que almacena grasa u otra que almacena nuevas células, como las epidérmicas?

Las células epidérmicas. Para formar nuevas células se necesitan mayores cantidades de metabolitos y más energía.

3. ¿Es posible que en una célula coexista un Retículo Endoplasmático liso y un aparato de Golgi, ambos muy desarrollados? ¿Por qué?

No es posible. Si el aparato de Golgi está muy desarrollado, implica que se trata de una célula fundamentalmente secretora de proteínas. Éstas se han tenido que formar en el Retículo Endoplasmático rugoso.

4. El hialoplasma y el citoplasma, ¿constituyen la misma estructura?

No. El citoplasma comprende los orgánulos y el hialoplasma. El hialoplasma es el líquido gelatinoso donde se encuentran diseminados los orgánulos.

5. La célula Eucariótica, señale las principales estructuras y orgánulos celulares, qué características tiene cada uno y qué función desempeñan.

La célula eucariota está formada por una membrana plasmática que delimita el exterior de la célula con el citoplasma, en éste medio hidrosalino se encuentran los orgánulos celulares con funciones muy diversas como son:

- Mitocondrias y cloroplastos → con funciones energéticas,
- Cilios, flagelos y citoesqueleto → función de movimiento celular y estructural.
- Retículos endoplasmático Liso y Rugoso → transporte, almacén y síntesis de lípidos y proteínas.
- Lisosomas y peroxisomas → poseen en su interior enzimas digestivas que digieren sustancias extrañas.
- Vacuolas → contienen sustancias que han de ser aisladas del citoplasma o sencillamente almacenadas.

6. Explique las diferencias y semejanzas entre la célula Procariota y la célula Eucariota.

	PROCARIOTA	EUCARIOTA
Membrana celular	Presente	Presente
Membrana nuclear	No tiene	Presente
Cromosomas	Formados por ácidos nucleicos circulares.	Formados por ADN y proteínas circulares.
Aparato de Golgi	No tienen	Presente
Mitocondrias	No tienen	Presente
Ribosomas	Presentes	Presentes
Pared celular	Presente contiene péptidoglucanos.	Presente contiene celulosa, pero sólo en células vegetales.

7. Explique las semejanzas y diferencias entre las células animales y vegetales.

	Célula ANIMAL	Célula VEGETAL
Centríolos	Presentes, se duplican en el proceso de división celular	Ausentes en las plantas complejas
Vacuolas	Pequeñas o ausentes	Generalmente presentes, suele haber una de gran tamaño situada en posición central.
Pared celular	No tiene	Presente y formada por celulosa
Plastidios	Ausentes	Suelen estar presentes los cloroplastos
Cilios	Suelen estar presentes	Ausentes en las plantas complejas.

EL CICLO CELULAR

Las células procariotas:

1. a) ¿Qué tipo de reproducción tienen? b) Describe sus técnicas de transferencia de ADN.

La reproducción de las células procariotas es asexual por bipartición, es decir, la célula bacteriana comienza a estrangularse a nivel del ecuador de la célula, hasta que llega un momento en que se tocan las membranas y se separan las dos células hijas.

Poseen una dotación haploide (n) y presentan unos mecanismos de transferencia genética de tipo parasexual.

b) Sus técnicas de transferencia de ADN son:

- **Transformación:** Proceso mediante el cual una bacteria modifica su genoma por la incorporación de un ADN libre en el entorno, liberado por la lisis espontánea de otra bacteria. El ADN transformante se incorpora irreversiblemente al genoma bacteriano. Cuando una bacteria se encuentra en el estado fisiológico que permite captar ADN externo para ser transformada, se dice que es competente.
- **Conjugación:** Proceso mediante el cual una bacteria contacta físicamente con otra y le transfiere una pequeña cantidad de ADN
- **Transducción:** El vector de transferencia genética es un virus bacteriófago (virus que infecta bacterias). El virus comienza un ciclo lítico en el que incorpora ADN de una bacteria en su genoma (donante). Cuando esta bacteria se lisa (rompe), se libera el virus con fragmentos de ADN de la misma. Este virus puede volver a infectar otras bacterias, transfiriéndoles de esta manera el ADN de la primera bacteria.

2. Define el ciclo celular y enumera sus fases, indicando los sucesos más importantes que ocurren en cada una de ellas, así como la variación de ADN.

El ciclo celular es el conjunto de cambios que ocurren en una célula desde que se forma, a partir de otra anterior, hasta que se divide para dar lugar a dos células hijas. Se divide en dos fases:

- **Interfase:** la célula crece y sintetiza diversas sustancias. Es la fase más larga del ciclo celular. En ella hay 3 periodos o fases:

Fase G1: la célula aumenta de volumen y sintetiza las proteínas necesarias para la división celular. Comienza cuando termina la mitosis y dura hasta que empieza la duplicación del ADN.

* **Fase G0:** algunas células no entran nunca en mitosis y permanecen siempre en esta fase.

Fase S: se produce la duplicación del ADN. Por tanto, cada cromosoma está formado por dos cromátidas iguales.

Fase G2: es el periodo que ocurre desde que termina la duplicación del ADN hasta que empieza la mitosis. Es muy corta y la célula aumenta muy poco de tamaño, se sintetizan las proteínas que faltan necesarias para la división celular y se duplican los centriolos. Termina cuando se empiezan a condensar (organizar) los cromosomas.

- Fase M (MITOSIS y CITOCINESIS): es el proceso de división del núcleo por el cual una célula madre forma dos células hijas, iguales entre sí y con el mismo número de cromosomas que la madre.

3. Enumera las diferentes fases de la Mitosis, resaltando lo más importante que sucede con los cromosomas en cada una de ellas.

Se distinguen 4 fases:

- Profase: Los cromosomas se pueden observar al microscopio (formados por dos cromátidas iguales); los centriolos se separan y van hacia lados; formación del huso mitótico; desaparecen la membrana nuclear y el nucleolo.
- Metafase: mayor estado de condensación de los cromosomas; formación de la placa metafísica.
- Anafase: Las dos cromátidas de cada cromosoma van hacia polos opuestos.
- Telofase: Los nucleolos y las envolturas nucleares de las nuevas células aparecen; los cromosomas se desorganizan.

4. En la meiosis:

c) ¿Cuáles son las tres etapas que consideras más representativas?

Profase I, donde se produce la recombinación génica de los cromosomas homólogos;

Metafase I, en la zona ecuatorial de la célula se disponen las tétradas (unión de los dos cromosomas homólogos) unidas por los quiasmas; Anafase I, separación de los cromosomas homólogos (no las cromátidas por separado) hacia los polos opuestos de la célula

d) ¿Cuál es su función en la variabilidad genética de las especies?

Aumenta la variabilidad genética de los individuos y las especies que, junto con las mutaciones, son los mecanismos sobre los que actúa la evolución mediante selección natural.

e) ¿Es imprescindible en la formación de los gametos? ¿Por qué?

Sí, la meiosis permite la conservación del número de cromosomas de cada individuo, generación tras generación y, por tanto, del número cromosómico de cada especie.

5. Describe las diferencias entre mitosis y meiosis:

f) Uno de los puntos básicos de la teoría celular es el que afirma que toda célula procede de otra célula; la célula es la unidad reproductora de los seres vivos. En efecto, las células se dividen, dando origen a nuevas células de características similares a las que les preceden.

El crecimiento, desarrollo y reproducción de los organismos unicelulares y pluricelulares vienen condicionados por el proceso de división celular. Ésta supone la división del material hereditario contenido en el núcleo y la división del citoplasma. Existen dos tipos de división celular:

- La mitosis interviene en el crecimiento de los seres pluricelulares y en la reproducción

asexual de los organismos. Es un proceso de división celular mediante el cual, a partir de una célula madre, aparecen dos células hijas con idéntica dotación cromosómica que su progenitora.

- La meiosis tiene lugar en todos los ciclos biológicos en los que se da un proceso de

reproducción sexual. Es un tipo de división celular cuyo objetivo es la formación de células haploides (n), denominadas gametos (óvulos o espermatozoides), a partir de una célula diploide ($2n$).

Si consideramos al ser humano como ejemplo de organismo, todas las células se dividirán por mitosis, a excepción de las células sexuales que lo harán por meiosis.

g) En mitosis las dos cromátidas de cada cromosoma van hacia polos opuestos (contrarios) de la célula, mientras en la meiosis se separan los pares de cromosomas homólogos hacia polos opuestos de la célula, por tanto, no se separan cromátidas sino cromosomas completos, en los que ha habido recombinación genética.

h) El proceso mitótico, el material genético se divide en dos núcleos idénticos, con lo que las dos células hijas que resultan serán genéticamente idénticas. Por tanto, la mitosis es un proceso de división conservativo, ya que el material genético se mantiene de una generación celular a la siguiente. De una célula diploide ($2n$) se crearán dos células hijas diploides ($2n$) idénticas a la madre.

En la meiosis, se da una reducción del material genético, partiendo de una célula madre diploide ($2n$), se producen dos divisiones celulares consecutivas, finalizando con 4 células hijas con dotación haploide (n). Se lleva a cabo en la formación de los gametos denominado gametogénesis y tiene lugar en las gónadas, a partir de células germinativas diploides.

EL METABOLISMO CELULAR

1. Define los siguientes conceptos: catabolismo y reacciones exergónicas.

El catabolismo es el conjunto de reacciones que tienen como objetivo la obtención de energía y moléculas precursoras a partir de otras más complejas.

Los procesos catabólicos son de degradación, y producen energía química, por tanto son reacciones exergónicas.

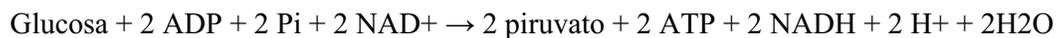
2. Indica cuales son las tres rutas catabólicas importantes, y que sustancias se degradan en ellas.

Rutas catabólicas más importantes:

- La glucólisis: es el proceso en el que una molécula de glucosa se degrada hasta obtener dos moléculas de ácido pirúvico (en forma de piruvato), de tres átomos de carbono.
- La β -oxidación: es el conjunto de reacciones en el que se produce la oxidación de los ácidos grasos para dar un compuesto de dos átomos de carbono, el acetilcoenzima A (acetil-CoA).
- La transaminación y desaminación: es el conjunto de procesos que tienen lugar en la degradación de los aminoácidos mediante la separación del grupo amina del esqueleto carbonado.

3. Escribe la reacción del balance energético de la glucólisis, e indica en que lugar de la célula ocurre.

Balance energético de la glucólisis: En la 1ª etapa se consumen 2 ATP, y en la 2ª etapa se producen 4 ATP y 2 NADH.



La glucólisis se realiza en el citosol.

4. ¿Qué etapa ocurre tras la glucólisis en condiciones aerobias? ¿Su producto en qué ciclo participa?

Tras la glucólisis en condiciones aerobias se lleva cabo la Oxidación de ácido pirúvico a acetil-CoA. Es un proceso de degradación del piruvato (ácido pirúvico) hasta acetil-CoA, en presencia de oxígeno.

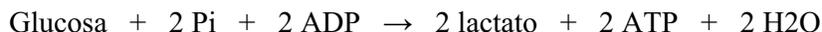
El Acetil-CoA entra luego en el ciclo de Krebs, que es una secuencia de reacciones en las que el acetil-CoA se oxida a CO₂ y H₂O.

5. En condiciones anaerobias qué proceso ocurre tras la glucólisis. Indica los dos tipos que conoces y los productos que se obtienen.

Ocurre la fermentación, que producen mucho menos ATP que la respiración aerobia, a causa de que tanto el lactato como el etanol retienen gran parte de la energía libre original de la glucosa. En las fermentaciones, el aceptor final no es el oxígeno, sino una molécula orgánica, distinta según la fermentación: piruvato en la fermentación láctica y acetaldehído en la fermentación alcohólica.

- Fermentación láctica

En microorganismos y en células de organismos superiores (como el tejido muscular), en condiciones anaeróbicas, el piruvato se transforma en lactato, en una reacción catalizada por la enzima lactato deshidrogenasa.



- Fermentación alcohólica

En levaduras y microorganismos anaerobios, el piruvato se descarboxila y origina acetaldehído que luego se reduce a etanol.



6. Describe en qué consiste el ciclo de Krebs, e indica en qué lugar de la célula ocurre.

El ciclo de Krebs es una secuencia de reacciones en las que el acetil-CoA se oxida a CO₂ y H₂O. Las reacciones tienen lugar en la matriz mitocondrial.

También se denomina ciclo de los ácidos tricarbónicos, porque algunos compuestos que participan en él están formados por tres grupos carboxilo.

Es una ruta o vía anfibólica. Esto quiere decir que se utiliza tanto en procesos catabólicos como en anabólicos, ya que algunos de los compuestos intermedios del ciclo son precursores en las rutas de síntesis de biomoléculas.

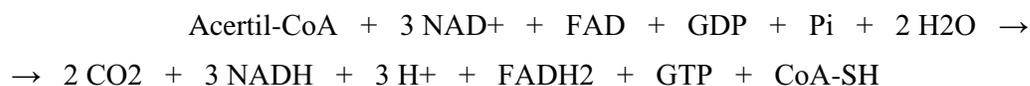
Se producen dos descarboxilaciones y los acetilos iniciales se oxidan hasta CO₂ y se expulsan fuera de la célula.

Cada molécula de glucosa produce dos vueltas el ciclo de Krebs, por dar lugar a dos moléculas de piruvato en la glucólisis.

En el ciclo de Krebs se obtiene un GTP (equivalente a un ATP).

La mayor parte de la energía se encuentra en los portadores de electrones: NADH y FADH₂.

La oxidación completa de los grupos acetilo sigue el balance:



7. Escribe los postulados de la teoría quimiosmótica de Peter Mitchell. ¿Qué explica?

Esta teoría explica la síntesis de ATP acoplada al transporte de electrones mitocondrial, basándose en dos postulados:

Los complejos transportadores de electrones logran pasar protones al espacio intermembrana en contra de gradiente, creando un gradiente eléctrico y un gradiente de protones a través de la membrana interna. Este gradiente electroquímico se denomina fuerza protón-motriz.

El potencial electroquímico de este gradiente o fuerza protón-motriz lo aprovecha la ATP sintetasa, acoplado el transporte de protones a la matriz mitocondrial a favor de gradiente con la síntesis de ATP.

8. Define los siguientes conceptos: anabolismo y reacciones endergónicas.

El anabolismo es el conjunto de reacciones que tienen por objetivo la síntesis de moléculas precursoras sencillas y energía.

Los procesos anabólicos son sintéticos y consumen energía, por tanto, son reacciones endergónicas.

9. Explica de que formas pueden obtener la energía los organismos autótrofos para sintetizar compuestos orgánicos.

Los organismos autótrofos son los que sintetizan compuestos orgánicos (hidratos de carbono, lípidos, proteínas) a partir de compuestos inorgánicos. Para ello, necesitan energía que pueden obtener de dos formas:

- Fotosíntesis: es el proceso de obtención de energía a partir de la luz del sol.
- Quimiosíntesis: es el proceso de obtención de energía a partir de reacciones de oxidación-reducción.

Tras estos procesos ocurre el ciclo de Calvin, en el cual se forman compuestos orgánicos a partir de CO₂.

LOS MICROORGANISMOS

1. ¿Qué es la Mureina? ¿Dónde se encuentra? ¿Cuales son las moléculas que lo forman?

La Mureina es un peptidoglicano formado por Nacetilglucosamina y Nacetilmureina. Se encuentra en la pared bacteriana de las bacterias.

2. ¿Qué son los mesosomas?

Son Invaginaciones en la membrana bacteriana para incrementar su superficie y sirven de puntos de anclaje del ADN bacteriano y de gran cantidad de enzimas de respiración celular y fotosíntesis.

3. ¿Qué diferencia hay entre bacterias GRAM+ y GRAM-?

Las Gram + Se tiñen bien y de color violeta, con la llamada tinción de Gram y tienen una gruesa capa de peptidoglicano. Las Gram - Se tiñen poco y quedan de color rojo. Tienen una fina capa de peptidoglicano rodeada de una capa de lipopolisacáridos (LPS).

4. ¿En qué consiste el proceso de transducción bacteriano?

Un virus (fago) introduce en la bacteria un fragmento de ADN procedente de la última bacteria parasitada.

5. ¿Qué son los priones?

Partículas proteínicas infecciosas en algunos mamíferos. Se trata de una proteína normal de la membrana neuronal con una pequeña modificación que la transforma en patógena.

6. Cita al menos tres bacterias causantes de enfermedades y comenta sus efectos sobre la salud.

- Cólera .Vibrio colerae Diarreas intestinales y deshidratación
- Gangrena Chlostridium perfringens. Necrosis de tejidos
- Lepra Mycobacterium leprae. Lesiones cutáneas y necrosis

7. ¿Qué es un antibiótico y cual es su utilidad en medicina?

Son sustancias antimicrobianas producidas por algunos microorganismos fundamentalmente hongos y se utilizan en medicina para combatir y destruir bacterias sobre todo productoras de enfermedades infecciosas en el hombre y en sus animales domésticos.

8. ¿Qué relación tienen los virus con el cáncer?

La inserción de un virus en el ADN de una célula puede alterar algún gen de control del ciclo de división celular y transformar la célula normal en tumoral.

GENÉTICA MENDELIANA

1. Ejercicio 1.

El varón no posee el alelo recesivo (d) puesto que su vista es normal. La mujer posee el alelo dominante (D) puesto que su vista es normal pero ha de ser necesariamente portadora del alelo recesivo (d) ya que lo ha transmitido a su hijo varón y su pareja no puede transmitirlo. Las hijas tendrán vista normal pero pueden ser portadoras del alelo recesivo del daltonismo.

Padre normal	Madre normal (portadora)		
	XDY	x	XDXd
↓			
XDY	XdY	XDXD	XDXd
Hijo normal	Hijo daltónico	Hija normal	Hija normal (portadora)

2. Ejercicio 2.

La proporción de adultos anémicos es de 2/3 ya que los homocigóticos (TMTM) mueren antes de llegar a adultos.

Varón talasémico menor	Mujer talasémica menor		
TMTN	x	TMTN	
↓			
TMTM		TMTN	TNTN
Muere	Talasemia menor	Talasemia menor	Normal

3. Ejercicio 3.

El genotipo del hombre de grupo sanguíneo A es A_i ya que heredó el alelo recesivo de su padre 0 (ii). Sin embargo no podemos saber el genotipo seguro de su madre (AA o A_i). El genotipo de la mujer es BB puesto que sus dos padres eran AB (recibió un alelo B de cada uno de ellos). La hija es necesariamente B_i : el alelo i lo recibió de su padre y el B de su madre.

abuelo	abuela	abuelo	abuela
ii	x	$A_$	AB
↓		↓	
A_i	x	BB	
hombre		mujer	
↓			

Bi Hija

4. Ejercicio 4.

El 50 % de la descendencia será sordomuda y el otro 50 % será normal, siendo independiente el sexo del descendiente.

Normal heterocigótico Sordomudo

Ss x ss

↓

½ Ss ½ ss

GENÉTICA MOLECULAR

1. Fragmento de ADN:

a) La cadena complementaria de ADN de la primera cadena será 3' CGAGTA 5' (igual a la segunda cadena, que es complementaria).

b) La cadena de ARNm será 3' CGAGUG 5'

c) La proteína será traducida a partir de los tripletes GUG y AGC, puesto que el ARNm se lee en dirección 5' → 3' en la traducción. Por lo tanto, los aminoácidos correspondientes a esos tripletes según el código genético son la valina y la serina, en ese orden (proteína val-ser).

2. Explica qué es y qué características tiene el código genético.

El código genético es la relación de correspondencia entre los nucleótidos (bases) de un polinucleótido y los aminoácidos de una cadena polipeptídica. El código genético presenta una serie de características:

- Tres bases nitrogenadas codifican un aminoácido. Como existen cuatro bases nitrogenadas, entonces hay 64 combinaciones posibles ($4^3=64$).
- Cada triplete o codón (3 bases) codifica un único aminoácido. Pero un mismo aminoácido puede estar codificado por varios tripletes (tripletes sinónimos), es decir, el código genético es degenerado.
- No está solapado, es decir, tres bases nitrogenadas sucesivas se corresponden con un solo aminoácido.
- Existe un codón de inicio (AUG) que codifica la N-formil metionina (procariontes) o a la metionina (eucariontes).
- Existen codones de terminación (UAA, UAG y UGA) que provocan la finalización de la síntesis de la cadena polipeptídica.
- Es universal, es decir, común a todos los organismos vivos e incluso virus (aunque existen algunas excepciones en la expresión del ADN mitocondrial).

HISTOLOGÍA VEGETAL

Actividad 1.

a7, b5, c1, d3, e2, f4, g6.

Actividad 2.

- Alcornoque (*Quercus suber*), tiene un gran desarrollo del súber que forma la corteza del árbol llamada corcho que tiene diversas utilidades para el hombre.
- Ventaja: es un buen aislante contra el fuego y le protege contra los incendios tan frecuentes en el área mediterránea.
- Es una planta mediterránea que crece en suelos silíceos. En España lo podemos encontrar en zonas silíceas de la zona mediterránea, sobre todo en la región de Andalucía.

Actividad 3.

Las lenticelas, formadas por células parenquimáticas, están intercaladas entre las del súber y ponen en contacto los tejidos internos de la planta con el exterior permitiendo así los intercambios gaseosos y acuosos. Aparecen como fisuras prominentes sobre la superficie del súber.

Actividad 4.

La madera está formada por los vasos del xilema viejos que están muy lignificados y dejan de transportar la savia bruta, sólo están funcionales los vasos más externos. Sus células están muertas, sólo quedan las paredes celulares muy lignificadas.

Actividad 5.

El número de anillos de la madera de una planta leñosa indica los años que ésta ha vivido. Están formados por vasos de xilema que crecen de manera distinta en zonas de la tierra donde existen dos estaciones, una de gran crecimiento que da lugar a vasos grandes (anillos más claros) y otro periodo de poco crecimiento que origina vasos pequeños (anillos oscuros). Esto es lo que sucede en los países de la zona templada donde nos encontramos.

Actividad 6.

Meristemo primario o apical, epidermis con estomas, esclerenquima (esclereidas).

ORGANOLOGÍA VEGETAL

Actividad 1.

Efectivamente al realizar un corte transversal de una zona de un árbol que experimente crecimiento secundario se pueden observar los anillos de crecimiento anuales. Estos anillos corresponden a las distintas capas de xilema secundario que forma el cambium vascular hacia el interior del cilindro.

Los anillos anuales pueden diferenciarse unos de otros gracias a que cada uno de ellos presenta dos zonas bien diferenciadas. Una de estas zonas, formada durante la primavera, está constituida por células del xilema con paredes muy delgadas, mientras que la otra, formada durante el verano, posee células de paredes mucho más gruesas. A simple vista, el aspecto de cada una de estas zonas es diferente.

Así, cada año, el árbol al crecer en grosor genera estas dos zonas distintas con lo que poco a poco se van formando los anillos de crecimiento anual característicos de algunos vegetales superiores.

Actividad 2.

La transpiración es el fenómeno por el cual las plantas pierden H₂O en forma de vapor de agua a través de los estomas, que son estructuras que normalmente se sitúan en las hojas. En climas muy secos, como por ejemplo en los desiertos, las plantas se han adaptado para reducir la pérdida de agua, ya que este recurso es poco abundante.

Así, muchas plantas del ambiente desértico tienen la superficie de sus hojas muy reducida con el objetivo de que se pierda poca agua por transpiración. Esta adaptación se puede observar bien en los cactus, cuyas hojas han quedado reducidas a las espinas.

Por otro lado, en las regiones tropicales el agua es un recurso abundante, de modo que las plantas que habitan en estos territorios se pueden permitir perder grandes cantidades de agua por transpiración. Así, las plantas tropicales poseen hojas con una gran superficie y, por tanto, con un gran número de estomas.

Actividad 3.

Generalmente la parte subterránea de una planta está constituida por un órgano que se llama raíz.

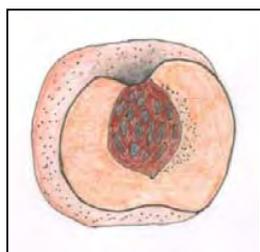
Si realizamos un corte transversal de éste órgano en una zona de la planta que experimente crecimiento primario podemos observar una capa más externa, llamada epidermis, que sirve para proteger los tejidos del órgano. La siguiente capa hacia el interior es el córtex, formado por parénquima de reserva, a la cual le sigue la endodermis, que es muy importante en la absorción del agua. De manera más interna está el periciclo, cuya función es formar los primordios laterales del órgano. El centro del cilindro lo ocupan el floema primario y el xilema primario respectivamente.

Actividad 4.

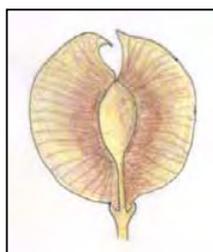
La autofecundación puede definirse como el proceso de fusión de dos gametos que proceden del mismo individuo. Las flores hermafroditas tienen estambres, con gametos masculinos, y carpelos, con gametos femeninos, por lo que pueden realizar autofecundación.

Sin embargo tras la fecundación no se genera variabilidad genética, precisamente porque no hay combinación de gametos de individuos distintos, y sin variabilidad genética no puede haber evolución. Por eso, muchas plantas que poseen flores hermafroditas hacen que los estambres y los carpelos maduren en distintas épocas evitando así posibles eventos de autofecundación.

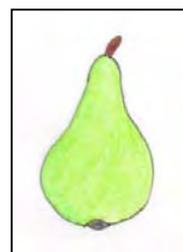
Actividad 5.



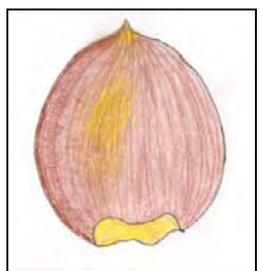
DRUPA



SÁMARA



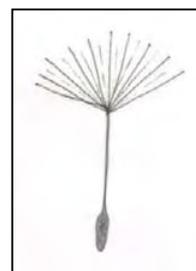
POMO



NÚCULA



ETERIO



CIPSELA

La sámara, la núcula y la cipsela son frutos secos mientras que la drupa el pomo y el eterio son frutos carnosos.

La estrategia de dispersión de la semilla de la sámara y la cipsela es alejarse de la planta progenitora a través del viento, ya que ambos frutos poseen estructuras que les permiten volar hasta nuevos territorios con más recursos naturales.

Por otra parte, la núcula, la drupa, el pomo y el eterio dispersan sus semillas mediante animales, que comen estos frutos y posteriormente expulsan la semilla por vía fecal, de modo que ésta última puede germinar en terrenos alejados de los individuos progenitores.

SISTEMÁTICA VEGETAL I

1. Describe las características generales del Reino plantae. ¿Cómo podrías organizarlo esquemáticamente? Nombra sus miembros.

Todos los representantes del Reino Plantae reúnen las siguientes características:

- Organismos pluricelulares, eucariotas y fotoautótrofos.
- Sus células tienen cloroplastos los cuales poseen pigmentos tales como clorofilas, xantofilas o carotenoides (amarillos o anaranjados).
- Como material de reserva almacenan almidón (hidrato de carbono) en los cloroplastos.
- Presentan una pared celular primaria, formada principalmente por celulosa.
- Plantas adaptadas a la vida terrestre, aunque algunas de ellas pasan una parte importante de su ciclo vital en el agua. En su adaptación terrestre, muchos presentan estomas (en su epidermis), son aberturas a través de las cuales intercambian gases con la atmósfera.
- En el ciclo celular se podrían diferenciar dos fases:
 - Fase haploide (n), donde el gametófito produce los gametos, por mitosis.
 - Fase diploide (2n), donde el esporófito (formado a partir del cigoto) produce esporas haploides por meiosis.
- Los órganos reproductores están formados por: los gametangios y esporangios, ambos protegidos por envolturas pluricelulares.

Se distinguen varios grupos de plantas que pueden vivir en el medio aéreo:

- Briofitas: vegetales que abandonaron el medio acuático, aunque lo necesitan para su reproducción y requieren un alto grado de humedad para vivir. Poseen tejidos escasamente diferenciados.
- Pteridofitas: cormofitas con tejidos diferenciados que forman raíces, tallos y hojas sólo en una fase de su ciclo reproductor. Dependen del agua para su reproducción.
- Cormofitas: son las más evolucionadas y su ciclo vital ocurre totalmente fuera del agua. Son el grupo de las Espermafitas que comprende a Gimnospermas y Angiospermas.

Para facilitar el estudio del reino vegetal es imprescindible su clasificación. La ciencia dedicada a la clasificación de los seres vivos es la taxonomía.

2. Nombra las principales características de los briófitos, y los tres grupos en los cuales se clasifican.

Los Briofitos son los primeros vegetales que conquistaron la tierra firme, lo que implicó la existencia en el gametofito (la planta adulta). Con las siguientes características:

- Son plantas terrestres de pequeño tamaño.
- Son los primeros vegetales que abandonaron el medio acuático, aunque dependen de él para su reproducción. Abundan sobre todo en lugares húmedos y sombríos, aunque algunas están adaptadas a ambientes secos (sobre todo cubriendo rocas, troncos, tejados, etc.).

- Carecen de vasos conductores (xilema y floema). Por esto, se denominan plantas no vasculares o protocormofíticas.
- No tienen raíces, tallos y hojas. Su estructura es en forma de talo briofítico.
- Poseen tejidos poco diferenciados. Con estomas, tejidos clorofílicos y de reserva.
- Absorben agua y sales minerales en toda su superficie, a través de filidios y el caulidio, estructuras que se asemejan a las hojas y el tallo de las cormofitas.
- En lugar de raíces, tienen rizoides, que son células largas que sirven para su fijación (a veces absorben agua).
- Sus anterozoides (gametos masculinos) necesitan el agua para fecundar a las oosferas (gametos femeninos).

Los briófitos se dividen en tres grupos o clases:

- Antoceros (División Anthocerotopsida):
- Hepáticas (Div. Marchantiopsida):
- Musgos (Div. Bryopsida):

3. Describe el ciclo vital de un musgo.

Cada gametófito se origina a partir de una espora que germina en condiciones adecuadas para convertirse en un protonema.

El protonema desarrolla una o más yemas, a partir de las cuales se origina la parte foliosa del gametófito.

En la parte terminal o lateral de un gametófito, según el tipo de musgo se pueden formar los anteridios (o gametangios masculinos, en forma alargada o esférica), los arquegonios (los gametangios femeninos, en forma de botella), o ambos.

Cada anteridio contiene muchos espermatozoides (o anterozoides biflagelados) rodeados de células estériles; y cada arquegonio produce una ovocélula (u oosfera) en su base. Cuando hay una película de agua (gotas de agua), los espermatozoides aprovechan ese medio para penetrar por el cuello del arquegonio y producir la fecundación.

El cigoto se desarrolla en el arquegonio por sucesivas mitosis, y se convierte en un esporofito unido al gametófito.

El esporofito depende parcial o totalmente del gametófito, según tenga o no clorofila. Generalmente, el esporofito de un musgo es fotosintético al principio de su desarrollo; luego se vuelve marrón y depende del gametófito para su nutrición en las últimas fases del desarrollo.

En el esporangio del esporofito posee las células madres de las esporas que producen las esporas haploides por meiosis. Las esporas son liberadas cuando el opérculo (tapa del esporangio) se cae después de que un anillo de células en su base se seque.

4. Nombra las principales características de las plantas vasculares sin semilla, e indica cuales son los dos grupos formados por las más evolucionadas.

Características de las plantas vasculares sin semillas:

- Son cormofitas con tejidos diferenciados que forman raíces, tallos y hojas.
- Son vegetales que dependen todavía del medio acuático para producir la fecundación.

- En el siguiente punto se abordan las características de los grupos más destacados en los que se dividen.

Las más evolucionadas (Lycopodiophyta, Pteridophyta): son plantas ya con auténticas raíces. La estructura de sus tallos es muy variada. Pueden encontrarse en este grupo tanto homospóricas como heterospóricas (producen dos tipos de esporas).

Pteridofita se subdivide en:

➤ Clase Equisetopsida (alias Sphenopsida):

Son plantas herbáceas de regiones húmedas. Formaban parte de los bosques del pasado. La mayoría son plantas fósiles, ya extinguidas. Las únicas especies vivientes pertenecen al género *Equisetum*, conocidas como equisetos o colas de caballo.

El esporofito es la planta adulta. Tiene tallos aéreos, huecos, fotosintéticos, articulados y con sílice en la epidermis, que le da una textura áspera y cortante. Salen de un rizoma y pueden ser estériles o fértiles.

Los tallos estériles son ramificados y tienen en cada nudo una corona pequeña de hojas escamosas y de ramas. Los tallos fértiles no son ramificados y tienen en su extremo un cono o estróbilo que contiene ramas muy cortas, los esporangióforos, que contienen en su interior varios esporangios, que producen esporas por meiosis. Sus raíces son cortas y finas.

➤ Clase Pteridopsida (helechos):

También se denominan criptógamas vasculares o pteridofitas. Fueron los vegetales dominantes en los bosques del pasado, que han dado lugar a los depósitos de carbón actuales.

Son plantas perennes, sin crecimiento secundario. Tienen porte herbáceo en el bosque templado-caducifolio del continente europeo, pero en las selvas tropicales pueden tener aspecto de palmeras. Habitan en lugares frescos, húmedos y sombríos.

El esporofito es la planta adulta, formada por raíz, tallo y hojas, mientras que el gametófito es un prótalo pequeño.

Los tallos son subterráneos (como rizomas) o rastreros y sus hojas erguidas, simples y compuestas se denominan frondes. Las primeras divisiones de las frondes son las pinnas, y cuando éstas son compuestas, se denominan pinnulas. Las raíces y las frondes nacen a partir del tallo.

5. Describe el ciclo vital de un helecho.

La producción de esporas tiene lugar en los megáfilos del esporofito o frondes. En la primavera, los esporangios ($2n$) aparecen en el envés de las frondes fértiles, agrupados en formas esféricas, los soros. Cada esporangio maduro tiene un pequeño recipiente, donde se forman las meiósporas. Este recipiente consta de un pedículo pluricelular, delgado, y de un anillo de dehiscencia (que se abre de forma espontánea), facilitando la dispersión de las esporas. En el ambiente seco, se rompe la pared del anillo y se liberan esporas.

Las esporas germinan en condiciones de humedad adecuadas, desarrollándose un prótalo (n) haploide que es una lámina verde muy pequeña, con forma de corazón. Están aplicados contra el suelo en toda su superficie, fijándose por medio de rizoides de pequeño tamaño y corta vida.

Cada prótalo produce en el envés, los arquegonios y los anteridios. Así, los órganos sexuales se protegen de la luz y están en contacto directo con el agua del suelo. Los anteridios son órganos esféricos, sin pedículo, que derivan de una célula epidérmica, y

están situados próximos a los rizoides. En ellos se forman los espermatozoides o anterozoides rizados y pluriflagelados.

Los arquegonios se desarrollan más tarde que los anteridios, y se forman por división de alguna célula de la superficie de la parte central del prótalo. En ellos se encuentra la oosfera.

En la primavera siguiente al nacimiento del prótalo, cuando los órganos sexuales están maduros, el agua en contacto con ellos provoca su apertura. Así los espermatozoides liberados por el anteridio, penetran por el cuello abierto del arquegonio, hasta que uno de ellos fecunda la oosfera.

Tras la fecundación, se origina un cigoto ($2n$), que comienza a dividirse, dando lugar a un embrión, que crece en el interior del arquegonio.

Se desarrolla el esporofito joven, de forma dependiente al gametófito, del cual se nutre.

Cuando ya se ha desarrollado el esporofito, y puede realizar la fotosíntesis, se independiza del gametófito, mientras que éste se seca y muere.

SISTEMÁTICA VEGETAL II

1. Nombra las principales características de las plantas vasculares con semilla. Indica un criterio de clasificación de las mismas, y los grupos que forman esta clasificación.

Características de las plantas vasculares con semilla:

- Las plantas vasculares con semilla o espermatofitos son los vegetales más evolucionados y abundantes en el medio terrestre. Con las siguientes características:
- Han sido capaces de colonizar casi todos los hábitats.
- Su ciclo vital ocurre totalmente fuera del agua. No necesitan agua para su fecundación.
- Son cormófitos, tienen raíz, tallos y hojas (megafilos).
- Presentan flores visibles, y en ellas se basa su reproducción sexual. Lo más llamativo de ellas son las brácteas estériles (sépalos y pétalos), y no sus órganos sexuales. Los gametos femeninos se encuentran más protegidos que en otros vegetales, y la fecundación se realiza bajo una serie de envolturas.
- La semilla es el órgano de dispersión y multiplicación típico de los espermatofitos.
- Las plantas vasculares con semillas son un conjunto muy diverso.

Se pueden dividir en dos grandes grupos:

- Gimnospermas: son plantas con semillas desnudas.
- Angiospermas: son plantas con semillas protegidas, encerradas en el fruto.

2. Indica la clasificación de las gimnospermas, y describe sus principales características.

División Pinophyta

- También denominada División Coniferophytas o “Coníferas”.
- Son plantas leñosas, muy ramificadas, presentan muchas ramas, y en muchos casos con ramas diferenciadas en macroblastos (tallos de crecimiento indefinido) y braquiblastos (tallos de crecimiento más o menos definido o limitado).
- Tienen una cutícula gruesa, y un parénquima clorofílico con canales resiníferos en la corteza y el leño.
- Sus hojas son relativamente pequeñas, simples, y muy numerosas. Se pueden diferenciar según su forma:
 - Hojas escamosas: como las de cipreses, tuyas y secuoyas.
 - Hojas aciculares: como las de pinos, cedros y enebros.
- Sus hojas son perennes, salvo algunas excepciones, como el alerce y el ciprés calvo. No obstante, las hojas más viejas caen gradualmente tras un periodo que puede oscilar de dos a cincuenta años.
- Los estróbilos, conos o “piñas”, son brotes en espiral compuestos por hojas modificadas reproductoras.

- Los conos o estróbilos son unisexuales (masculinas o femeninas), simples, y se disponen en un mismo pie de planta (monoicas), o en dos pies de planta diferentes (dioicas).
Los masculinos se componen de ejes cortos sobre los que se insertan grupos de sacos polínicos (microsporangios); Los femeninos también denominados piñas.

División Ginkgophyta

- En este filo se engloban un gran número de especies fósiles.
- Sólo vive en la actualidad una especie, *Ginkgo biloba*, todo un superviviente, pues no parece haber cambiado con respecto a los fósiles de hace 150 millones de años.
- Son resistentes en ambientes contaminantes, y es frecuente encontrarlos en parques y jardines.
- *Ginkgo biloba* es un árbol dioico, con macroblastos y braquiblastos.
- Sus hojas tienen forma de abanico, con nerviación dicotómica y son caducas.
- El polen y los óvulos se asientan en los rudimentos parecidos a los de las coníferas.
- El aparato reproductor femenino recibe el polen transportado por el viento, para producir la fecundación de forma anemógama. El grano de polen germina y crece en el megasporangio, formando las semillas desnudas carnosas.
- Las semillas presentan un engrosamiento carnoso de su envoltura exterior, que al madurar desprende un intenso olor (debido a un ácido graso).
- Los árboles masculinos son más esbeltos que los femeninos.

División Cycadophyta

- Esta constituido por los cicadófitos o cícadas.
- Son plantas de regiones tropicales, húmedas y desérticas. Se asemeja su aspecto al de las palmeras.
- Se consideran fósiles vivientes, y una transición entre los helechos y las plantas con flores.
- Son plantas dioicas.
- Su tallo es grueso (tronco) sin ramificaciones, con una corona terminal de hojas pinnadas grandes y compuestas.
- Los órganos reproductores se agrupan en cono en las plantas masculinas y hojas fértiles en las plantas femeninas. Los estróbilos masculinos producen el polen en la superficie.
- La fecundación es anemógama, el polen es transportado a través del viento.
- La *Cycas revoluta* es un ejemplo claro de este filo.

División Gnetophyta

- Sus miembros son conocidos como gnetofitos. Se consideran plantas transitorias entre coníferas y angiospermas.
- Sólo sobreviven en la actualidad tres familias: *Ephedraceae*, *Gnetaceae* y *Welwitschiaceae*.

- Cada especie de gnetófitos presenta individuos separados productores de polen y de semillas (salvo unas pocas especies de Ephedra).
- Welwitschia y Gnetum son similares a las plantas con flores porque no poseen arquegonios, y algunas especies de Ephedra y Welwitschia presentan fecundación doble como las angiospermas.
- El género Ephedra consta de más de 30 especies que crecen en desiertos y lugares áridos. Son arbustos, con ramas cortas de color verde, y hojas diminutas que se forman en los nudos y pronto se vuelven de color marrón.
- El género Gnetum consta de más de 30 especies de plantas tropicales. Pueden ser trepadoras, arbustos o árboles, y sus hojas son anchas.
- El género Welwitschia está formado por una sola especie Welwitschia mirabilis, cuyo hábitat es el desierto de la costa de Namibia (África). Es una especie de tallo muy corto y largas hojas perennes acintadas y rastreras, que sobrevive en una situación extrema de sequía.

3. Describe el ciclo vital de un pino.

Cada microsporangio contiene varios cientos de microsporocitos ($2n$), los cuales experimentan meiosis y producen cada uno cuatro microsporas haploides (n). Cada microspora (n) da origen a un grano de polen (gametófito masculino).

El grano de polen es transportado por el viento hasta el primordio seminal, germinando en la zona micropilar y se forma el tubo polínico que lentamente progresa hacia el gametófito femenino en desarrollo.

El grano de polen se divide dando lugar a cuatro células: dos células protécicas (sin función conocida), la tubular (producirá el tubo polínico) y la generativa (continuará el ciclo).

Aproximadamente un año después de la llegada del grano de polen, la célula generativa se divide en dos anterozoides sin flagelos (gametos): uno es una célula pedicular o estéril y otro una célula espermatógena. Ambos pasan al interior del tubo polínico formado.

La célula espermatógena antes de que el tubo polínico alcance el gametófito femenino, se divide para dar lugar a dos gametos masculinos (células o núcleos espermáticos).

Alrededor de 15 meses después de la llegada del polen, se produce la fecundación al alcanzar el tubo polínico el vientre del arquegonio, donde uno de los gametos masculinos fecunda la oosfera, mientras que el otro degenera.

Se forma un proembrión a partir del cigoto, que da lugar a uno o varios embriones, según el tipo de conífera. En el caso del pino, el núcleo del cigoto se divide en cuatro núcleos (macrosporas).

Como normalmente existen varios tubos polínicos, se fecundan varios arquegonios, y se desarrolla más de un embrión, aunque sólo se desarrollará uno de ellos, que crece y se nutre del tejido del prótalo o endosperma primario que le rodea.

Tras una cierta diferenciación, el embrión deja de crecer y el conjunto: embrión, endosperma y pared del óvulo se deshidrata, entra en latencia, se endurece y forma la semilla (el piñón).

Las piñas (conos femeninos) cambian de aspecto a lo largo de los procesos descritos. Cuando ya están maduras, sus escamas se separan y salen las semillas, que caen en otoño.

Estas semillas son transportadas por el viento, a veces grandes distancias, y si encuentran un sustrato adecuado germina y dan lugar a una plántula joven.

4. Nombra las principales características de las angiospermas, e indica una forma de clasificarlas sin seguir un criterio taxonómico, dando al menos un par de ejemplos de cada grupo.

- Son plantas con semillas protegidas, encerradas en el fruto.
- Son los vegetales más extendidos en la actualidad, junto con las coníferas (gimnospermas).
- Representan el grupo de vegetales más evolucionado, con órganos y estructuras reproductoras con una mayor complejidad.
- Son las popularmente llamadas plantas con flores ya que constituían, junto con las gimnospermas, las antiguas fanerógamas.
- Constituyen la División Magnoliophyta.
- Engloban un amplio radio de plantas: herbáceas, arbustos y árboles; trepadoras, epífitas, parásitas y saprófitas; acuáticas y terrestres.
- Sus hojas están bien desarrolladas, adaptándose su forma y estructura a las condiciones del hábitat.
- Presentan un recipiente constituido por las hojas carpelares (el ovario) en cuyo interior se encuentran protegidos los primordios seminales.
- En ocasiones el ovario junto a otras partes de la flor da lugar al fruto tras la transformación de los primordios seminales en semillas después de su fecundación.
- Sus semillas proceden de una doble fecundación: una célula espermática se une a la oosfera, y la otra a dos núcleos del megagametófito (gametófito femenino). Esta segunda unión da lugar al endosperma, que nutre al embrión en desarrollo.
- Este grupo se divide a su vez en dos grupos sin categoría taxonómica: monocotiledóneas y dicotiledóneas.
- Ejemplos de monocotiledóneas: narciso y gramíneas (maíz, trigo).
- Ejemplos de dicotiledóneas: almendro y calabaza

5. Describe el ciclo vital de una angiosperma monoica (con flores bisexuales).

• Gametogénesis masculina

Las flores bisexuales (hermafroditas) tienen estambres, que producen microgametófitos, y carpelos, que producen macrogametófitos. Los estambres y el pistilo (carpelo) están protegidos por las piezas del periantio (cáliz y corola).

Cada estambre posee una antera, la cual suele tener cuatro microsporangios o sacos vitelinos; en ellos cada microsporocito (célula madre) origina por meiosis cuatro microsporas haploides (n).

Cada microspora crece hasta convertirse en un grano de polen inmaduro (microgametófito) (n), formado por dos células: una célula tubular (producirá el tubo polínico), y una célula generativa, que dará lugar a dos células espermáticas. Antes de ser liberado cada grano de polen desarrolla una pared externa protectora (exina) y una pared interna (intina).

En la madurez, los sacos polínicos se unen dos a dos, y cada cavidad así formada se abre por una hendidura y deja escapar los granos de polen, que el viento o los insectos se encargan de llevar sobre los estigmas del pistilo.

En los estigmas, los granos de polen maduros terminan su desarrollo con la formación del tubo polínico que penetra a través del estilo, llega al ovario, donde se encuentra el óvulo y la oosfera.

- **Gametogénesis femenina**

Cada óvulo está formado por megasporangio (nucela), rodeado por uno o dos tegumentos, que se juntan en el micrópilo, que es la abertura por donde entra el tubo polínico.

Dentro de cada megasporangio, un megasporocito o célula madre de las macrosporas origina por meiosis cuatro megasporas haploides (n), de las que tres degeneran rápido. La macrospora más alejada del micrópilo es la que sobrevive para convertirse en el megagametófito.

La megaspora fértil sufre tres mitosis y forma ocho células que se organizan en el saco embrionario. Una de las ocho células es la célula reproductora o gameto femenino (oosfera), que será fecundada por uno de los dos gametos masculinos o anterozoides formados tras la división del núcleo reproductor del grano de polen, dando lugar al cigoto.

Los otros dos núcleos, denominados polares, se unen para formar el núcleo secundario, al que se unirá un segundo gameto masculino para formar el primer núcleo del albumen, núcleo del endospermo (3n)

El cigoto se divide rápido y origina el embrión, mientras que al mismo tiempo, el primer núcleo del albumen forma el endospermo o albumen, que es el tejido que nutrirá al embrión en su desarrollo.

Cuando el embrión presenta la base de lo que será el futuro tallo, una o dos hojas (cotiledones) y una radícula, el conjunto se deshidrata y entra en estado de vida latente, protegido por una envoltura adicional dura. El óvulo fecundado se transforma en una semilla, que tras un periodo de tiempo que puede ser largo, podrá germinar y dar una nueva planta adulta.

Cuando las condiciones del medio son adecuadas, la semilla germina. Las primeras etapas del crecimiento de la nueva planta se llevan a cabo a partir de los nutrientes del endospermo o de los cotiledones.

LA REPRODUCCIÓN Y EL DESARROLLO EMBRIONARIO EN LOS SERES VIVOS

Actividad 1.

La planta de la fresa es una planta con flor (angiosperma) por lo que puede realizar la reproducción sexual característica de este grupo de vegetales. Esto significa que el gameto masculino viaja desde el estambre a través del grano de polen hasta el carpelo, lugar donde se encuentra el gameto femenino.

En el carpelo se produce la fecundación y, por tanto, la formación del cigoto. Pero además, la planta de la fresa tiene un mecanismo de reproducción asexual muy interesante. Emite unos tallos rastreros, que se llaman estolones, que en cierto momento contactan con el sustrato y por procesos mitóticos forman un nuevo individuo, que es un clon de los progenitores. Por eso es habitual ver en las plantaciones de fresas que estas plantas están unidas entre sí mediante los mencionados estolones.

Actividad 2.

La mitosis es un proceso especialmente importante en la reproducción asexual ya que es el mecanismo por el cual los individuos progenitores transfieren sus genes a los descendientes en este tipo de reproducción. Durante la mitosis, a partir de una célula madre se forman dos células hijas idénticas, por lo que es razonable pensar que los descendientes de la reproducción asexual son clones de los individuos parentales.

Sin embargo, durante la reproducción sexual el mecanismo de transferencia de genes es la meiosis, que es un proceso por el cual a partir de una célula madre diploide ($2n$) se forman cuatro células hijas haploides (n). Así, durante la reproducción sexual el individuo progenitor forma los gametos mediante la meiosis, que se pueden combinar con los gametos de otro individuo y formar, tras la fecundación, un cigoto que es diferente genéticamente a sus progenitores. Por tanto, los mecanismos de reproducción sexual implican cambios, siendo especialmente importantes en la evolución de las especies biológicas.

Actividad 3.

REPRODUCCIÓN ASEXUAL	REPRODUCCIÓN SEXUAL
Ventajas Es un mecanismo rápido. Se gasta poca energía. Es muy útil para asegurar la descendencia en épocas desfavorables.	Ventajas Los descendientes son diferentes a los individuos progenitores por lo que existe variabilidad genética en la descendencia. Por tanto implica evolución, lo que permite la supervivencia frente a cambios ambientales.
Inconvenientes Los descendientes son clones de los individuos parentales por lo que no implica evolución.	Inconvenientes Es un mecanismo lento. Se gasta mucha energía.

AUTOFECUNDACIÓN	FECUNDACIÓN CRUZADA
Ventajas Es muy útil para asegurar la descendencia en épocas desfavorables pues no implica búsqueda de pareja.	Ventajas Los descendientes presentan variabilidad genética. Por tanto implica evolución, lo que permite la supervivencia frente a cambios ambientales.
Inconvenientes La descendencia no presenta variabilidad genética por lo que no implica evolución.	Inconvenientes Es necesaria la búsqueda de pareja, por lo que es un mecanismo más lento.

FECUNDACIÓN EXTERNA	FECUNDACIÓN INTERNA
Ventajas Funciona bien en el medio acuático, ya que no puede ocurrir la desecación de los gametos.	Ventajas No se necesitan formar tantos gametos. Se gasta menos energía. Los gametos están protegidos.
Inconvenientes Es necesaria la formación de un gran número de gametos para aumentar la probabilidad de que suceda la fecundación. Se gasta mucha energía. Los gametos no están protegidos.	Inconvenientes No existen inconvenientes. Este tipo de fecundación es una adaptación al medio terrestre que ha tenido un gran éxito evolutivo.

Actividad 4.

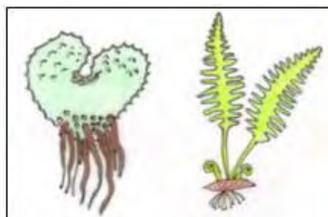
Hay que destacar que todos estos grupos de vegetales presentan ciclos diplohaplontes con una fase diploide ($2n$), el esporofito, y una fase haploide (n), el gametófito. Los organismos más primitivos de estos vegetales son los musgos, en los cuales el gametófito constituye la mayor parte del cuerpo del vegetal y el esporófito es una estructura alargada que crece sobre el gametófito.

Sin embargo en los helechos, que son más evolucionados que los musgos, ocurre precisamente lo contrario. El gametófito de los helechos es una pequeña estructura con forma de corazón siendo el esporófito el resto del organismo vegetal.

En las plantas más evolucionadas, como son las gimnospermas y las angiospermas el gametófito queda reducido a un pequeño grupo de células que están en el grano de polen o en el carpelo y el esporófito es el resto del individuo. De esta manera, en la evolución de los organismos vegetales se observa la tendencia a la reducción del gametófito, quedando el esporófito como fase dominante.



MUSGOS



HELECHOS



PLANTAS SUPERIORES

	Fecundación cruzada/ Autofecundación	Fecundación externa/ Fecundación interna	Diblástico/ Triblástico	Ovíparo/ Vivíparo/ Ovovivíparo
Angiospermas	AMBAS	X	X	X
Poríferos	CRUZADA	EXTERNA	DIBLÁSTICOS	-----
Cnidarios	CRUZADA	EXTERNA	DIBLÁSTICOS	-----
Platelmintos	AMBAS	EXTERNA	TRIBLÁSTICOS	-----
Nematodos	CRUZADA	INTERNA	TRIBLÁSTICOS	OVÍPAROS
Anfibios	CRUZADA	INTERNA	TRIBLÁSTICOS	OVÍPAROS
Mamíferos	CRUZADA	INTERNA	TRIBLÁSTICOS	VIVÍPAROS

HISTOLOGÍA ANIMAL

1. Relaciona los términos.

a5, b3, c1, d2, e6, f4.

2. ¿Qué son los endotelios y qué ubicación tienen?

Los endotelios son epitelios de revestimiento planos monoestratificados que forman la capa interna de arterias y venas y la única capa que forma los capilares sanguíneos.

3. Indica el tipo de tejido de las imágenes.

Sistemas de Havers del tejido óseo compacto, 2_Epitelios de revestimiento: endotelio, cilíndrico pluriestratificado y cilíndrico pseudoestratificado, 3_Tejido cartilaginoso con condrocitos

4. ¿Cuál es la diferencia estructural y de función entre las glándulas exocrinas y endocrinas?

Las glándulas exocrinas mantienen su comunicación con el exterior a través de un conducto por el cuál vierten sus sustancias al exterior. Las endocrinas han perdido su comunicación con el exterior y rodean a capilares sanguíneos vertiendo sus productos llamados hormonas a la sangre.

5. ¿Qué especies de animales tiene un gran desarrollo del tejido adiposo?

Los animales que viven en zonas frías tienen un gran desarrollo del tejido adiposo ya que les aísla de las bajas temperaturas y a su vez son una reserva energética para los periodos fríos en los que la comida es más escasa.

Las aves migratorias acumulan gran cantidad de grasa antes de sus migraciones y que les servirá como fuente de energía para todo su período migratorio durante el cuál pueden no encontrar comida suficiente para sus largos viajes.

SISTEMÁTICA ANIMAL I

1. Rellena los huecos:

- a) Los seres vivos que están en el reino metazoo tienen 3 características generales: son pluricelulares, eucariota y heterótrofos.
- b) En relación con la función de nutrición, los metazoos generalmente tienen 2 orificios en su cuerpo, uno de entrada, que se llama boca y otro de salida, el ano.
- c) La concentración de estructuras nerviosas y sensoriales en una cabeza diferenciada en la parte anterior del cuerpo se denomina: cefalización.
- d) La fragmentación es una forma de reproducción asexual.
- e) En cuanto a la fecundación, nosotros somos vivíparos porque nos desarrollamos dentro del cuerpo de la madre, pero las aves son ovíparas, porque ponen huevos.

2. Escribe si es verdadero o falso. Razona la respuesta.

- a) En la fecundación externa la fecundación se produce dentro del cuerpo de la hembra, pero después los huevos los expulsa al exterior. F. La fecundación si es externa, se produce en el medio externo, fuera del cuerpo de la hembra.
- b) La simetría del cuerpo de cualquier animal es bilateral. F. Algunos animales tienen simetría radial.
- c) Los vertebrados sólo tienen esqueleto interno óseo y se llama exoesqueleto. F. El esqueleto interno se llama endoesqueleto.
- d) Los poríferos (las esponjas) no tienen tejidos en su cuerpo. V.
- e) Las medusas y los corales están dentro del filo cnidarios. V.

3. Une con flechas:

1. c 2. e 3. h 4. a 5. g 6. f 7. b 8. d

4. ¿Qué animal es y a qué filo y clase pertenece?

- a) Puede ser marino o terrestre. Se parece al caracol, pero no tiene concha. La babosa. Filo gasterópodo.
- b) Son gusanos planos, sin segmentación, parásitos en el cerdo cuando son larva y en el hombre cuando están en estado adulto. La tenia. Filo platelmintos.
- c) Formado por 2 valvas que se cierran en caso de peligro. Fabrica perlas. La ostra. Bivalvo. Filo moluscos.
- d) Tienen ventosas con las que se adhieren al animal que parasitan y le chupan la sangre. La sanguijuela. Filo anélidos.
- e) Los animales de este filo, tienen una masa visceral cubierta de un manto duro de CaCO_3 que se llama concha. Gasterópodos (caracol). Filo moluscos.
- f) No tienen concha externa, pero la tienen dentro y tienen tentáculos alrededor de la boca. La sepia. Cefalópodo. Filo moluscos.
- g) Son gusanos segmentados que excavan túneles bajo el suelo y mejoran las características del terreno porque lo airean. La lombriz de tierra. Filo anélido.

SISTEMÁTICA ANIMAL II

1. Escribe a que filo y clase y pertenecen los siguientes animales:

- Arañas: Filo Artrópodos. Clase Arácnidos
- Garrapatas: Filo Artrópodos. Clase Arácnidos
- Estrellas de mar: Filo Equinodermos
- Mariposas: Filo Artrópodos. Clase Insectos
- Abejas: Filo Artrópodos. Clase Insectos
- Erizos de mar: Filo Equinodermos
- Mariquita: Filo Artrópodos. Clase Insectos
- Milpiés: Filo Artrópodos. Clase Miriápodos
- Ciempiés: Filo Artrópodos. Clase Miriápodos
- Cangrejos: Filo Artrópodos. Clase Crustáceos
- Percebes: Filo Artrópodos. Clase Crustáceos
- Mosca: Filo Artrópodos. Clase Insectos
- Langostas: Filo Artrópodos. Clase Crustáceos
- Escorpiones: Filo Artrópodos. Clase Arácnidos

2. Define el término y escribe algún animal que lo tenga:

- Muda: el proceso por el cual, cuando un artrópodo crece, cambia el exoesqueleto de quitina. Esto lo hace periódicamente y en este momento aprovechan para crecer hasta que forman uno nuevo. Ej.: cualquier artrópodo
- Endoesqueleto: es el esqueleto interno típico de vertebrados, formado por un cráneo y una columna vertebral. En algunos está formado por cartílago y en otros por hueso. Ej.: los mamíferos.
- Metamorfosis: son el conjunto de procesos que se dan en el desarrollo de un artrópodo. Son cambios morfológicos que suceden desde la fase larvaria hasta la fase adulta. Ej.: los insectos.
- Branquias: son estructuras por las que algunos animales respiran, introducen agua por la boca y la pasan por las branquias que tienen muchos vasos sanguíneos. Ej.: peces.
- Pie ambulacral: son un conjunto de tubos llenos de agua de mar que al variar la presión dentro del sistema, estos apéndices del cuerpo, funcionan como ventosas que hacen avanzar al animal. Ej.: estrella de mar.
- Escamas: Estructuras que tienen algunos metazoos recubriendo la superficie de su cuerpo. Ej.: los peces
- Homeotermo: es el animal que mantiene la temperatura constante en su cuerpo, independientemente de la temperatura del exterior. Ej.: las aves y los mamíferos.

- Vejiga natatoria: órgano de flotación que permite al pez ascender u descender. Ej.: la trucha.

3. ¿Qué animal es? Escribe también el filo, la clase a la que pertenece:

- a) Tiene simetría radial y fuerte regeneración asexual. Se mueve gracias al pie ambulacral. La estrella de mar. Filo equinodermos.
- b) Tienen quelíceros venenosos para atrapar a sus presas. El abdomen y el cefalotórax están separados por una cintura. Las arañas. Filo artrópodos.
- c) Con aspecto de gusano segmentado. Tienen un solo par de patas por segmento. Son venenosos. Los ciempiés. Filo artrópodos.
- d) Sus palpos se han transformado en grandes pinzas y al final de su abdomen tienen un aguijón venenoso. Viven en desiertos. El escorpión. Filo artrópodos.
- e) De la misma clase que la langosta, pero es sésil. El percebe. Filo artrópodos.

4. Razona la respuesta:

- a) ¿Por qué las aves pueden volar? Las aves tienen unos músculos pectorales muy desarrollados que se insertan en el esternón y forman la quilla, una estructura que les permite volar. Además sus huesos por dentro son huecos pero resistentes y algunas partes de su esqueleto están soldadas, así que les proporciona rigidez.
- b) ¿Por qué las tortugas en invierno no son tan activas? Porque son animales ectotermos y su temperatura corporal depende de la temperatura del medio en el que se encuentran.
- c) ¿Por qué los tiburones tienen que nadar eternamente? Porque no tienen vejiga natatoria, que es el órgano que les permite la flotación.
- d) ¿Por qué las aves migran? Porque tienen una excelente visión y gran sentido de la orientación. En invierno buscan los climas más cálidos.
- e) ¿Por qué cada mamífero tiene un tipo de extremidad? Porque cada uno las ha desarrollado dependiendo de sus necesidades y las ha adaptado a las funciones que realiza en su medio.
- f) ¿Por qué hay aves que no pueden volar? Porque sus antepasados, que sí podían volar, adaptaron las patas como medio de locomoción y las alas se les atrofiaron. Ahora esas aves actuales tienen las alas demasiadas pequeñas para el peso del cuerpo.
- g) ¿Por qué los mamíferos no se comportan en invierno igual que los reptiles? Porque son animales homeotermos y su temperatura no depende del medio externo, pueden mantenerla constante todo el tiempo, no como los reptiles que son ectotermos.

EL APARATO LOCOMOTOR

Actividad 1.

- El fémur se encuentra en la mitad superior de la pierna.
- El cráneo está formado por varios huesos y está en la cabeza.
- El esternón se encuentra en la parte anterior de la caja torácica y se une a la clavícula y a las costillas.
- Las falanges primeras, segundas y terceras se encuentran en los dedos.
- El radio está en la mitad inferior del brazo, en la parte exterior, si situamos la palma de la mano mirando hacia adelante.

Actividad 2.

En determinadas partes del sistema óseo se encuentra la médula ósea roja, en los extremos de los huesos largos, en el interior de otros huesos, como los planos, etc.

Ésta es la encargada de la formación de las células sanguíneas, como los glóbulos blancos (que actúan en el sistema inmunológico), los glóbulos rojos (que transportan gases) y las plaquetas o trombocitos, (que intervienen en la coagulación de la sangre). Entonces, de ahí la relación de los tres sistemas.

Actividad 3.

- El bíceps, en la mitad superior del brazo, cara anterior con la palma de la mano hacia delante.
- El tríceps braquial, en la mitad superior del brazo también, pero en la cara posterior, con la palma de la mano mirando hacia atrás.
- El orbicular de los labios, alrededor de la boca.
- El recto anterior, que forma parte del cuádriceps del muslo, situado en su cara anterior.
- El pectoral mayor, en el pecho.

Actividad 4.

Según su movilidad, existen tres tipos de articulaciones:

- las diartrosis, muy móviles, como en las falanges o el codo.
- las anfiartrosis, no tan móviles, como las articulaciones de las costillas con el esternón, o en la columna vertebral
- las sinartrosis, con nada o casi nada de movilidad, como en el cráneo o la sínfisis púbica.

Actividad 5.

Como se explica en el tema de los tejidos animales, el desplazamiento de las fibras de miosina sobre las de actina dentro de la fibra muscular, es la causa de un acortamiento de la longitud de la misma, y esto se traduce en un acortamiento del músculo cuando éste se contrae, gracias a la presencia de iones calcio y ATP.

EL SISTEMA CIRCULATORIO

Actividad 1.

La estructura de las arterias es diferente de la de las venas básicamente por dos aspectos: primero, que las arterias tienen una túnica media más gruesa que la de las venas, con más fibras musculares transversales y longitudinales, y segundo, que las venas de mayor tamaño tienen unas válvulas en su interior.

Lo primero es así porque las arterias tienen que soportar mucha más presión que las venas, ya desde la salida del corazón, y lo segundo es para que no se quede estancada la sangre en las piernas, y esté facilitado el retorno de sangre venosa hacia el corazón.

Actividad 2.

Aquí lo tienes en 4 etapas:

	1º paso	2º paso
Alumno1	La sangre es expulsada con fuerza por los VV	La sangre vuelve al corazón por las AA y se empiezan a llenar los VV
Alumno2	Las válvulas sigmoideas están abiertas. Las aurículoventriculares cerradas	Las válvulas aurículoventriculares están abiertas. Las sigmoideas se cierran
Alumno3	Los VV están en sístole	El corazón está en diástole

3º paso	4º paso
La sangre es empujada hacia los ventrículos	La sangre vuelve a ser expulsada por los VV
Las válvulas aurículoventriculares están abiertas. Las sigmoideas cerradas	Las válvulas aurículoventriculares se cierran. Las sigmoideas se abren
Las AA están en sístole	Los VV entran en sístole otra vez

Actividad 3.

La sal aumenta la presión osmótica del cuerpo y eso hace aumentar la volemia, es decir, el volumen de sangre en el cuerpo, a causa de la retención de agua y líquidos para compensar la subida de sal y de iones. Eso tiene un efecto directo sobre la tensión arterial, porque la hace subir, por haber más líquido circulante en el mismo volumen de vasos, y por esa razón está contraindicada su toma en exceso por los pacientes hipertensos.

Por el contrario, no está en general contraindicado el café para la gente con la tensión baja, porque es un estimulante del sistema nervioso central y el sistema nervioso periférico autónomo simpático (propicia la taquicardia), aumenta el metabolismo y la diuresis

(eliminación de orina). Eso puede conducir a un aumento de la volemia y, por tanto, de la tensión arterial, lo cual no es precisamente perjudicial para gente que muestra hipotensión.

Actividad 4.

No tienen nada en común, en principio. El médico de cabecera o su enfermera pueden controlar, como práctica muy habitual, los dos parámetros para ver si están dentro de la normalidad. Pero estos valores se refieren a dos cosas distintas: las pulsaciones por minuto coinciden con el número de latidos que realiza el corazón por minuto (aunque no sean lo mismo, es decir, más exactamente, el pulso es la señal de llegada de la sangre que percibimos en las arterias de la muñeca o del cuello, por ejemplo, y el latido hace referencia a las contracciones del corazón en el ciclo cardíaco), y la tensión arterial corresponde a la medida de la presión arterial sistólica y diastólica (la máxima y la mínima respectivamente).

En todo caso, por si hay alguna respuesta que relacione ambos parámetros, se puede explicar que hay una relación inversa entre las pulsaciones y la tensión arterial, porque a cuanta más tensión arterial, menos contracciones por minuto son necesarias al corazón para bombear la sangre y hacer que ésta llegue a todas las partes del cuerpo. Y lo contrario: a cuánta menos tensión arterial, tendrá que haber más contracciones por minuto para lograr que la sangre llegue a todas partes del cuerpo.

Actividad 5.

1: sístole auricular; 2: diástole cardíaca; 3: onda P; 4: onda T.

EL APARATO RESPIRATORIO

Actividad 1.

Huecos: Tidal, reserva inspiratoria, reserva espiratoria, vital, residual, pulmonar total.

Actividad 2.

El epitelio vibrátil tiene la función de barrer la suciedad de las vías respiratorias hacia la zona superior, para que no se acumule en los pulmones, y esta función se ve facilitada gracias al mucus secretado por otro tipo de células de las vías respiratorias.

Actividad 3.

El intercambio de gases en los alvéolos pulmonares se realiza por simple difusión a favor gradiente: el O₂ pasa desde los espacios alveolares hasta los glóbulos rojos de la sangre venosa, por haber menos concentración de O₂ en estos últimos que en los espacios alveolares.

El CO₂, en cambio, se difunde en sentido contrario, por haber más concentración en los glóbulos rojos de la sangre venosa que en los espacios alveolares.

Actividad 4.

En situaciones de estrés respiramos más rápido porque nuestro cuerpo necesita más O₂ para su metabolismo. Por ejemplo, en el reflejo de huida, los músculos necesitan un aporte extra de O₂ si se trata de un reflejo continuado.

En situaciones de estrés podemos no sólo respirar más rápido (aumenta la frecuencia de la ventilación), como hemos visto, sino que también podemos respirar más hondo (aumenta la profundidad de la ventilación), y con estos dos fenómenos se consigue una hiperventilación, es decir, que la hemoglobina se cargue de más oxígeno para poder disponer de él en cualquier parte del cuerpo.

Actividad 5.

Sí, claro. Eso es importante básicamente para el intercambio de gases a nivel de tejidos, porque dicha afinidad, junto con la baja presión de O₂, hace que la hemoglobina se cargue de CO₂ y pueda así soltar el O₂ que servirá allí como nutriente.

Por otra parte, el gas que tiene tanta afinidad por la hemoglobina es el CO, monóxido de carbono, gas producido en combustiones incompletas, por ejemplo. Puede resultar muy tóxico porque acapara toda la hemoglobina libre y por lo tanto, corta el aporte de O₂ a los tejidos, pudiendo causar incluso la muerte. Este tipo de muerte es llamada “muerte dulce” por no sufrir durante el fallecimiento.

EL SISTEMA INMUNOLÓGICO

1. ¿Qué características de la piel hacen que ésta sea una importante barrera defensiva?

Es una Barrera infranqueable si está intacta.

La degradación de la piel produce un pH ligeramente ácido que dificulta la supervivencia de muchos microorganismos.

2. ¿A que tipo de inmunidad corresponden la vacunación y la sueroterapia? ¿Por que?

Inmunidad adquirida con intervención humana (artificial. por que son inducidas por acción humana.

3. ¿Cuales son las diferencias principales entre los linfocitos T y los linfocitos B?

- Los linfocitos T no producen anticuerpos y los linfocitos B si.
- Los linfocitos T se originan en el timo y los B en la médula ósea.
- Los T intervienen en la inmunidad celular y los B no.

4. Describe la estructura de un anticuerpo.

Un anticuerpo está formado por: 2 cadenas proteicas pesadas y 2 ligeras, con *regiones constantes* (dan estructura a la molécula) y *regiones variables* (zonas de unión específica con el antígeno)

5. ¿Que inmunoglobinas son las que forman una barrera defensiva en las mucosas?

Las Inmunoglobulinas de tipo A IgA.

6. En que consiste el fenómeno de la alergia ¿A que se puede deber?

Es un fenómeno de hipersensibilidad debido a una respuesta excesiva del sistema inmune ante la exposición a un antígeno, normalmente por un exceso en la producción de Histamina o Serotonina por los Mastocitos.

7. ¿Cuál es la función principal del Timo?

Es el lugar de maduración y activación de los linfocitos T.

8. ¿Qué tipo de virus es el virus del Sida?

Es un virus icosaédrico, envuelto, de ARN, un retrovirus.

EL APARATO DIGESTIVO

1. Cite cada uno de los órganos del tubo digestivo e indique la función que desempeñan.

El tubo digestivo está formado por:

- boca (trituration del alimento y mezcla con saliva, formación del bolo alimenticio)
- faringe-laringe-esófago (deglución gracias a los movimientos peristálticos conduce el alimento hacia el estómago)
- estómago (posee válvulas cardíacas y piloro, se forma el Quimo, es decir una papilla que resulta de la mezcla del bolo alimenticio con los jugos gástricos)
- intestino delgado (tiene lugar parte de la digestión química y absorción de nutrientes)
- intestino grueso (absorción de agua y sales minerales, síntesis de algunas vitaminas, flora intestinal, formación de las heces)
- recto-ano (acumulación y expulsión al exterior de las heces).

2. ¿Dónde se produce la digestión química? Enumera los principales enzimas.

La digestión química se inicia en la boca → glándulas salivales producen saliva que posee amilasa, esta actúa sobre los hidratos de carbono. En el estómago → jugos gástricos poseen pH ácido para evitar proliferación de microorganismos, pepsina y quimotripsina disgrega las proteínas, → el páncreas e hígado aportan bilis y jugos pancreáticos al duodeno, también carbonato para neutralizar el pH y permitir la acción de las enzimas. → absorción de nutrientes en el intestino .

3. ¿Por qué se habla de dieta mediterránea, como un tipo recomendado de dieta saludable?

Hablar de *Dieta Mediterránea* es sinónimo de dieta saludable, éste reconocimiento por parte de los distintos organismos y organizaciones mundiales de la salud es debido a las bondades de su seguimiento, éstas se pusieron de manifiesto con unos estudios llevados a cabo durante los últimos 30 años, donde se demuestra que en países como de la cuenca mediterránea como Grecia, Italia, España, Portugal, Francia... presentan menor índice de infarto de miocardio, y menor tasa de mortalidad por cáncer.

Éstos datos están íntimamente relacionados con la dieta de dichos países, siendo la dieta mediterránea una dieta abundante en productos farináceos (pastas, pan...), arroz, verduras, legumbres, abundante fruta, aceite de oliva, poca carne y mucho pescado, pan integral, y todo sazonado con algunas especias como el ajo, el orégano, algo de pimienta y pequeñas cantidades de buen vino.

Siendo los tres productos básicos (productos farináceos, aceite de oliva y vino), junto con la utilización del ajo y la cebolla hacen de ésta, una dieta muy interesante y conocida en la actualidad.

EL APARATO EXCRETO-URINARIO

1. Explique cada uno de los órganos que participan en la excreción humana.

En el proceso de excreción participan los siguientes órganos:

- El CO₂ que se elimina en el proceso de espiración de la respiración a través de los pulmones.
- La piel también actúa como órgano excretor mediante las glándulas sudoríparas que segregan sudor, también formado por sustancias extraídas de la sangre. Tiene una composición similar a la orina pero con más cantidad de agua.
- El hígado además de sus importantes funciones metabólicas, actúa como órgano de excreción de algunas sustancias como los pigmentos biliares (procedentes de la destrucción de la hemoglobina).
- Los riñones que son nuestros principales órganos excretores y desempeñan un papel fundamental en el mantenimiento y constancia del medio interno, ya que regulan no sólo el volumen sino también la concentración de muchos compuestos.

2. Explique el funcionamiento del aparato urinario humano.

La sangre llega al riñón por la arteria renal (rama de la aorta que lleva sangre cargada de productos de desecho hacia el riñón) y allí es filtrada por la nefrona. El proceso tiene lugar en dos fases diferentes.

a) En el corpúsculo, la sangre que circula por los capilares del glomérulo es filtrada hacia el interior de la cápsula. Ambos espacios están separados por una delgada capa de células que permiten el paso de moléculas pequeñas (agua, sales, glucosa, aminoácidos, urea, y ácido úrico) pero impiden el paso de grandes moléculas, como las proteínas y los lípidos, y de células sanguíneas.

b) El filtrado avanza por el túbulo de la nefrona y en su recorrido se produce la reabsorción de la mayoría de las sustancias útiles y del 99% del agua filtrada. La glucosa y los aminoácidos se reabsorben en su totalidad, mientras que las sales y la urea se absorben en menor cantidad. Esta diferencia en la reabsorción es esencial para la función reguladora de los riñones.

Todo el plasma sanguíneo se filtra unas dos veces cada hora y produce al día 1,5 L de orina diarios de promedio.

3. Busca información sobre las principales enfermedades o anomalías que se presentan en el tubo digestivo.

Como ejemplos para ésta actividad de investigación destacar los siguientes ejemplos:

Insuficiencia hepática, cirrosis hepática, diarrea, aerofagia, estreñimiento, insuficiencia renal, enfermedad celíaca, úlcera gástrica y duodenal.

EL SISTEMA NERVIOSO

1. Cita los tres tipos de elementos que facilitan la comunicación nerviosa.

- Los receptores. Son células o estructuras sensoriales capaces de percibir modificaciones tanto del medio interno como del externo y generar impulsos o mensajes nerviosos.
- Los circuitos neuronales. Están localizados en los centros nerviosos donde se reciben los mensajes sensoriales, se interpretan, se integran y se elaboran las respuestas nerviosas apropiadas.
- Los efectores. Son estructuras, como los músculos y las glándulas, encargadas de ejecutar las órdenes nerviosas elaboradas como respuesta a un estímulo externo o interno.

2. ¿Qué células forman el Sistema Nervioso?

Está formado por células nerviosas denominadas neuronas, y células que contribuyen al soporte y nutrición las neuronas, las células de neuroglia.

3. ¿Qué partes forman el Sistema Nervioso Central? ¿Qué estructuras óseas lo protegen?

El sistema nervioso central está constituido por el encéfalo y la médula, que se encuentran alojados y protegidos por el cráneo y la columna vertebral, respectivamente. Ambas estructuras están rodeadas por tres membranas, las meninges, que se denominan, de fuera a dentro, duramadre, aracnoides y piamadre. Entre las dos últimas se encuentra el líquido cefalorraquídeo, que actúa como amortiguador contra los golpes.

4. ¿Cuál es la función de la médula? ¿De qué está formado el Sistema nervioso Periférico?

La médula tiene dos funciones fundamentales. Es el centro de muchos actos reflejos somáticos y vegetativos pero también es la vía de comunicación entre la periferia y el encéfalo a través de los nervios raquídeos. La elaboración de respuestas en la médula se basa en la existencia de los arcos reflejos medulares.

El sistema nervioso periférico está formado por los nervios, que permiten la comunicación entre el medio externo o interno y el sistema nervioso central. Los nervios pueden incluir dos tipos de vías:

De entrada o sensitivas, que provienen de los receptores sensoriales. Están formadas por los axones de las neuronas que llevan los mensajes desde la periferia hacia el sistema nervioso central.

De salida o motoras, formadas por los axones de las neuronas por las que viajan las órdenes desde el sistema nervioso central hacia los órganos efectores, músculos y glándulas.

Por tanto los nervios, según su función, pueden ser motores, sensitivos o mixtos, según tengan axones motores, sensitivos o de ambos tipos. Dependiendo de la zona del sistema nervioso central de la que procedan, se pueden clasificar a su vez en nervios craneales y nervios raquídeos.

Los nervios raquídeos salen por el orificio que hay entre dos vértebras consecutivas. Cada nervio raquídeo tiene una raíz posterior y una raíz anterior que se comunican con la parte

posterior y anterior de la médula. La raíz posterior contiene exones sensitivos, mientras que la raíz anterior es de naturaleza motora.

Uno de los mayores nervios del cuerpo, el ciático, se forma por la unión de los nervios que salen de la zona sacro-lumbar de la médula.

Según sea el recorrido de sus fibras y la función que realiza, el sistema nervioso periférico se divide en:

- Sistema nervioso somático. Está formado por los nervios que unen el sistema nervioso central con los órganos receptores y efectores. Es el responsable de las acciones voluntarias como el movimiento corporal o la vida de relación.
- Sistema nervioso vegetativo o autónomo. Controla las funciones fisiológicas básicas de modo involuntario. Actúa sobre el músculo cardíaco, el músculo liso o involuntario y las glándulas de secreción.

5. ¿Cómo es la distribución de cargas en la membrana de una neurona en reposo? ¿Qué es el potencial de acción?

Cuando no existe estímulo, se dice que la neurona está en reposo, y su membrana está polarizada, ya que existe mayor cantidad de cargas o iones positivos en el exterior que en el interior.

Esta diferencia de polaridad es posible gracias a la existencia de un mecanismo de transporte activo de iones en la membrana celular que, continuamente, fuerza la salida de tres iones sodio y deja entrar dos de potasio, lo que crea una desigual distribución de cargas. La diferencia de potencial entre el exterior y el interior de la membrana es de alrededor de -70 mV y se denomina potencial de reposo.

Cuando llega un estímulo apropiado a la neurona, la membrana se vuelve permeable y el Na^+ entra de manera masiva. La entrada de Na^+ cambia la polaridad de la membrana, de manera que, en ese punto, el interior de la neurona se hace positivo, y el exterior, negativo. La diferencia de potencial en ese momento oscila entre +40 y +50 mV y se denomina potencial de acción o impulso nervioso. En este momento se dice que la membrana está despolarizada.

La entrada de sodio dura poco. Inmediatamente empieza la salida de potasio hacia el exterior de la célula, que se vuelve otra vez positivo con respecto al interior. Se recupera así el potencial de reposo y la membrana se repolariza.

6. ¿De qué está compuesta la sinapsis neuronal? ¿Cómo se produce la transmisión sináptica?

La sinapsis se compone de tres elementos:

- Elemento presináptico o botón sináptico: engrosamiento de la parte terminal del axón de la neurona por la que llega el impulso. En él se localizan unas vesículas que contienen sustancias químicas, excitadoras o inhibitoras, llamadas neurotransmisores.
- Hendidura sináptica. espacio que separa el elemento presináptico del elemento postsináptico.
- Elemento postsináptico: zona de la membrana de la neurona postsináptica que tiene receptores específicos a los que se unen los neurotransmisores.

Normalmente, las sinapsis se establecen entre las ramas terminales del axón de una neurona y las dendritas o el cuerpo de otras. También se producen entre una neurona y otro tipo de células, como una fibra muscular o una célula glandular.

La transmisión sináptica se inicia con la llegada de un impulso nervioso al botón sináptico provoca una entrada de cationes calcio desde el exterior. Esto hace que algunas de sus vesículas liberen, por exocitosis, moléculas de neurotransmisor a la hendidura sináptica.

Si el neurotransmisor es excitador, se une a sus receptores postsinápticos provocando la despolarización de la membrana y la propagación del mensaje nervioso.

Si el neurotransmisor es inhibidor, la unión a sus receptores provoca que el interior de la membrana se haga todavía más negativo (hiperpolarización). Esto hace a la neurona postsináptica menos excitable y dificulta que el mensaje nervioso continúe su camino.

Cuando han realizado su misión, los neurotransmisores se separan de sus receptores y quedan libres pudiendo seguir dos caminos: ser destruidos por enzimas específicas o ser recaptados por la membrana del elemento presináptico para ser reutilizados.

LOS SENTIDOS

Actividad 1.

Los procesos de recepción en los seres vivos son de gran importancia y consisten, en esencia, en la percepción de un estímulo y la posterior transformación de éste en impulsos nerviosos.

Si el estímulo es de naturaleza química el tipo de recepción se denomina quimiorrecepción; si es una variación de presión recibe el nombre de mecanorrecepción; si consiste en diferencias de temperatura el proceso se llama termorrecepción y si el estímulo es de naturaleza lumínica el tipo de recepción es fotorrecepción.

Actividad 2.

Los murciélagos utilizan la ecolocación para capturar a sus presas, detectar obstáculos o huir de depredadores. Éste es un sistema por el cual el animal emite sonidos para producir ecos, que son detectados por el sistema auditivo y enviados al cerebro.

Los humanos y otros animales no podemos oír los sonidos producidos por un murciélago, ya que los mecanorreceptores de nuestros oídos no son capaces de detectar frecuencias sonoras tan elevadas. De hecho, los seres humanos pueden percibir ondas sonoras de hasta 20 kHz mientras que los murciélagos tienen en sus oídos células mecanorreceptoras capaces de producir impulsos nerviosos al detectar ondas de hasta 200 kHz.

Actividad 3.

En general, las diferencias fundamentales entre la visión de un animal nocturno y un animal diurno se pueden resumir en dos puntos:

- los animales nocturnos tienen mayor capacidad para dilatar sus pupilas, lo cual permite una mayor entrada de luz en condiciones de luz tenue u oscuridad.
- los animales nocturnos poseen, en sus retinas, una mayor cantidad de bastones, que son células fotorreceptoras muy sensibles y, por tanto, muy eficaces cuando en el ambiente hay una baja intensidad de luz.

Actividad 4.

Efectivamente las personas ciegas tienen más desarrollados los otros sentidos, en especial el sentido del tacto. Esto se debe a que al carecer de visión, se ven obligados a enfrentarse a las condiciones ambientales sin uno de los sentidos más importantes en la especie humana. Así, estas personas tienen que tocar, palpar y sentir para poder comunicarse con el medio externo y mientras lo hacen, las neuronas de la corteza sensorial establecen nuevas conexiones y sinapsis entre ellas.

De este modo, la corteza sensorial de estos individuos está muy desarrollada y, dado que dicha región del cerebro es la encargada de procesar la información de tacto, las personas que carecen de la vista poseen una gran sensibilidad a lo que el tacto se refiere.

EL SISTEMA ENDOCRINO

1. ¿Cómo se coordinan los dos grandes sistemas que rigen la vida de relación?

Los sistemas nervioso y endocrino se coordinan mediante el sistema hipotálamo- hipófisis, ya que la hipófisis (glándula endocrina) está unida al hipotálamo (centro nervioso) y depende de él pues produce unos factores liberadores que estimulan directamente a la hipófisis obligándole a producir otras hormonas (tropinas) que actúan sobre el resto de glándulas endocrinas controlando su secreción hormonal.

A pesar de que ambos sistemas cumplen un mismo papel en la integración y control de las funciones que permiten coordinar las actividades del organismo, el sistema endocrino está directamente controlado por el sistema nervioso central.

2. Establece para el Sistema Endocrino cuales son los mensajeros que utiliza, modo de transporte, características del mensaje y duración de la acción de éste. ¿Qué diferencia hay entre glándula endocrina y exocrina?

Las hormonas actúan como «mensajeros químicos», derivadas de aminoácidos o de naturaleza lipídica.

Una vez liberadas, desde su producción en un órgano del cuerpo, las hormonas viajan por la sangre y en ella son transportadas hasta los tejidos-diana, sobre los que actúan.

Las derivadas de aminoácidos se disuelven bien en el agua (componente básico de la sangre) y, por lo tanto, viajan muy bien por ella. Pero las hormonas de naturaleza lipídica se disuelven mal en el agua, por lo que necesitan unas proteínas transportadoras especiales presentes en la sangre, cuya función es unirse a ellas facilitando su disolución en el agua y, de este modo, su transporte.

Sus acciones son lentas y prolongadas (a diferencia del Sistema Nervioso)

Las glándulas endocrinas vierten sus secreciones (hormonas) directamente al torrente circulatorio por donde viajan hasta el órgano diana, mientras que las exocrinas vierten su secreción al exterior o al tubo digestivo, generalmente a través de un conducto secretor.

3. Realiza un esquema con las principales glándulas y hormonas, citando algunas funciones básicas de cada una de ellas.

- **Hipófisis:** es una glándula endocrina que controla la actividad de otras glándulas y que, a su vez, está controlada por el hipotálamo. Está formada por tres lóbulos:
 - Lóbulo anterior o adenohipófisis: produce las siguientes hormonas en respuesta a hormonas producidas por el hipotálamo:
 - Tirotropina (TSH): estimula el tiroides para que segregue hormonas tiroideas.
 - Adrenocorticotropina (ACTH): estimula la corteza de las glándulas suprarrenales para que segreguen hormonas esteroideas.
 - Hormona estimulante de los folículos (FSH): estimula la formación de gametos y la secreción de hormonas sexuales.
 - Hormona luteinizante (LH): estimula la secreción de hormonas sexuales en el hombre y la ovulación en la mujer.

- Prolactina (LTH): estimula el crecimiento de las glándulas mamarias y la secreción de leche en los mamíferos.
- Lóbulo intermedio:
 - Hormona estimulante de los melanocitos (MSH), encargada de activar estas células de la piel, responsables de los cambios de coloración.
- Lóbulo posterior o neurohipófisis: acumulan y liberan a la sangre las hormonas formadas en el hipotálamo.
 - Vasopresina (ADH): influye en la cantidad de agua presente en la sangre. Aumenta la reabsorción de agua (disminuye la cantidad de orina).
 - Oxitocina: induce la contracción del útero en el parto y la producción de leche como respuesta a la succión.
- **Tiroides:** glándula situada en la base del cuello, junto a la tráquea. Produce las siguientes hormonas:
 - Tiroxina: estimula el crecimiento y desarrollo del sistema nervioso durante el crecimiento y controla la actividad metabólica.
 - Calcitonina: estimula el depósito de calcio en los huesos en respuesta a un aumento de la concentración de calcio en sangre.
- **Paratiroides:** situadas en la parte posterior del tiroides.
 - Paratohormona: regula el nivel de calcio en sangre estimulando la liberación de calcio de los huesos, en respuesta a una disminución de la concentración de este ión en la sangre.
- **Páncreas:** está situado a la altura de la cintura en la zona izquierda del cuerpo. Los Islotes de Langerhans son un grupo de células especializadas que ocupan una parte del páncreas y que producen las siguientes hormonas:
 - Insulina: disminuye los niveles de glucosa en sangre, estimulando la formación de glucógeno.
 - Glucagón: aumenta el nivel de glucosa en sangre, estimulando la hidrólisis del glucógeno en unidades de glucosa.
- **Glándulas Suprarrenales:** situadas encima de los riñones. Presentan dos zonas. Corteza y medula:
 - Corteza:
 - Cortisol: actúa en la degradación de las grasas
 - Aldosterona: actúa en la reabsorción de sodio y cloro, excreción de potasio y retención de agua.
 - Médula:
 - Adrenalina: desencadena las respuestas al estrés y a las situaciones de emergencia del organismo.
 - Noradrenalina: ayuda a reforzar la acción del sistema nervioso simpático.

- **Ovarios**
 - Estrógenos: estimula el desarrollo de los caracteres sexuales secundarios femeninos
 - Progesterona: interviene en el ciclo menstrual y embarazo
- **Testículos**
 - Andrógenos (testosterona): estimulan la formación de espermatozoides y el desarrollo de los caracteres sexuales secundarios masculinos.
- **Epífisis o Glándula Pineal:** produce melatonina interviniendo en la pigmentación, en el desarrollo de las gónadas, inhibiéndolo, y en la regulación de algunas actividades cíclicas como el sueño.
- **Riñon:** genera renina que genera angiotensina aumentando la presión arterial, estimulando la secreción de aldosterona y la sensación de sed. Además sintetiza eritropoyetina con la formación de glóbulos rojos.
- **Timo:** sintetiza timopoyetina y timosina, responsables de la maduración de los linfocitos T

4. ¿Cómo se regula el nivel de glucosa en la sangre? ¿En qué consiste la Diabetes?

El nivel de glucosa en la sangre debe mantenerse fijo. A medida que la sangre pasa por el páncreas, éste determina el nivel de glucosa que la sangre tiene en ese momento:

Si es demasiado alto (hiperglucemia), el páncreas produce más cantidad de insulina que estimula la transformación de glucosa en glucógeno para que se almacene en el hígado, retirando así azúcar de la sangre y disminuyendo su nivel.

Si es demasiado bajo (hipoglucemia), el páncreas produce más cantidad de glucagón que estimula, en el hígado, la transformación de glucógeno en glucosa. Esta se vierte a la sangre aumentando el nivel de azúcar.

5. Señala qué glándulas están alteradas en las siguientes enfermedades: Acromegalia, Mixedema, Síndrome de Cushing, Esterilidad, Bocio, Enanismo, Tetania, Eunuquismo, Cretinismo, Descalcificación ósea.

- Acromegalia: Hiperfunción de la adenohipófisis en adultos.
- Mixedema: Hipofunción del tiroides en adultos.
- Síndrome de Cushing: Hiperfunción de la corteza suprarrenal.
- Esterilidad: Hipofunción de las glándulas sexuales o de la adenohipófisis.
- Bocio: Hiperfunción del tiroides.
- Enanismo: Hipofunción de la adenohipófisis o del tiroides durante el crecimiento.
- Tetania: Hipofunción de la glándula paratiroides.
- Eunuquismo: Hipofunción de las glándulas sexuales antes de la pubertad.
- Cretinismo: Hipofunción del tiroides durante el crecimiento.
- Descalcificación ósea: Hiperfunción de la glándula paratiroides.

EL APARATO REPRODUCTOR

- 1. Dibuja el aparato reproductor masculino y femenino y señala las partes más importantes.**
- 2. Elige una ETS bacteriana otra vírica y otra causada por hongos e investiga sus causas, forma de actuación del microorganismo y posibles tratamientos.**

Cada alumno puede elegir la que quiera y se pondrá en común en clase, previa lectura del profesor. Este ejercicio se puede hacer en grupos.

3. Define los siguientes conceptos:

- Espermatogénesis: es el proceso de formación de los gametos masculinos, los espermatozoides. Es una formación continua y se produce en los testículos.
 - Menstruación: es la fase del ciclo uterino, donde se produce el desgarro de la pared del endometrio, si no hay fecundación, con el consecuente sangrado.
 - Ovogénesis: es el proceso de formación de los gametos femeninos, los óvulos. Comienza durante el desarrollo embrionario, en los ovarios y continúa una vez al mes durante la época fértil de la mujer.
 - Feto: es el nombre que recibe el embrión o cigoto cuando tiene alrededor de tres meses de gestación y comienza a adquirir forma humana.
 - ETS: Enfermedades de Transmisión Sexual. Son un conjunto de enfermedades infecciosas que se transmiten tras el contacto sexual. Ej. Sida.
 - Implantación: es el proceso que ocurre cuando, tras la fecundación, el cigoto pasa hacia el útero donde se va a desarrollar hasta el momento del parto.
 - Placenta: es el órgano que se desarrolla en el endometrio tras la implantación y que conecta el embrión con la madre
 - Cigoto: se denomina así a la célula que surge de la unión de los dos gametos sexuales después de la fecundación.
 - Endometrio: es la parte interna del útero que sufre diferentes modificaciones a lo largo del ciclo menstrual. Se prepara para recibir al cigoto si hay fecundación y si no, se desgarra.
 - Folículo: es el conjunto del ovocito y la célula folicular. Este folículo de Graaf se empieza a formar desde el nacimiento y madurará durante la época fértil de la mujer, uno cada mes. Es expulsado por la trompa de Falopio durante la ovulación.
- ### **4. Explica si la frase es verdadera o falsa:**
- Los hombres y las mujeres producen continuamente a lo largo de su vida gametos sexuales. F. El hombre sí, pero en el caso de la mujer, sólo produce gametos en su época fértil, durante su vida reproductora. Al llegar la menopausia, cesa la ovulación.
 - En el ciclo ovárico se produce el sangrado del endometrio, conocido como menstruación. F. El sangrado se produce en el ciclo uterino.

- La fecundación es la fusión de los gametos sexuales masculino y femenino y ocurre en el útero. F. La fecundación siempre se da en una de las trompas de Falopio.
- Las ETS sólo se previenen usando preservativo. V

5. Responde:

- ¿En qué fase del ciclo menstrual se da la ovulación? Explica en que consiste.

En la fase ovárica cuando se produce el crecimiento folicular. Se caracteriza por la maduración de un ovocito dentro de un folículo. A mitad del ciclo (día 15) el folículo de Graaf se rompe sobre la pared del ovario, se expulsa a la trompa de Falopio y después se dirigirá hacia el útero. Esto es la ovulación.

- ¿Por qué se engrosa la mucosa del endometrio durante el ciclo menstrual?

Debido a los niveles hormonales, se prepara para una posible implantación del cigoto si hay fecundación. Si no se produce fecundación, esa parte engrosada, se desgarra y da lugar a la menstruación.

- ¿Sería posible que un recién nacido sobreviviese sólo con seis meses de gestación?

Sí, porque el esqueleto está osificado parcialmente y los bronquios y pulmones casi han madurado, con lo que si se produce un parto prematuro, el feto podría sobrevivir con los cuidados adecuados.

- ¿Para que sirven las contracciones que se producen durante el parto?

Para dilatar las paredes del útero y facilitar la expulsión del bebé.

- ¿Qué significa “romper aguas”?

Es el momento en el que se rompe la bolsa amniótica que rodea al feto y se produce la salida del líquido que contenía. Se debe a la presión ejercida sobre el feto, por las contracciones y es la señal inmediata de parto.

EVOLUCIÓN

Actividad 1.

Según la Teoría de la Selección Natural el hecho de que los peces que viven en las profundidades del mar sean ciegos está relacionado con que el funcionamiento del ojo implica un importante gasto de energía. Por eso, en estas circunstancias ambientales los peces ciegos pueden utilizar esa energía que se ahorran para otras funciones biológicas, como puede ser la nutrición o la búsqueda de pareja entre otros. Así, estos individuos están más adaptados, con lo que generación tras generación su éxito reproductivo ha sido mayor y por eso actualmente la mayoría de las especies que habitan en el fondo del mar poseen este carácter.

La Teoría Sintética explica este hecho del mismo modo que la Teoría de la Selección Natural, pero incluye el concepto de las mutaciones, de modo que los organismos ciegos provienen de líneas evolutivas con ojos funcionales que gracias a las mutaciones cambiaron el carácter, lo que supuso una ventaja: el ahorro de energía.

Por otro lado, teniendo en cuenta la Teoría Neutralista, los individuos ciegos de los fondos marinos son el resultado de mutaciones neutras que se establecieron al azar en dichas condiciones ambientales. Éste fenómeno no se dio en la superficie marina, ya que en presencia de luz los organismos ciegos serían eliminados por la selección natural.

Actividad 2.

Las evidencias más importantes que apoyan la Teoría del Equilibrio Puntuado hay que buscarlas en la Geología y la Paleontología.

Cuando se hace el estudio geológico de una zona se puede observar que el suelo está compuesto por sucesivas capas, los estratos, que representan diferentes épocas de la historia geológica del planeta. Si se analiza el registro fósil los diferentes estratos se observa que en algunos de ellos la presencia de fósiles es muy baja, mientras que otros estratos se caracterizan por contener una gran cantidad de fósiles de distintos grupos de seres vivos.

Así, estas evidencias apoyan la Teoría del Equilibrio Puntuado, poniendo de manifiesto que el ritmo de la evolución no es constante, sino que hay momentos de la historia biológica en que la evolución es lenta y otros momentos en que los cambios ocurren de forma rápida generándose nuevas especies.

Actividad 3.

Aunque hace algunas décadas la idea de que el origen de la vida en La Tierra podría ser extraterrestre no era contemplada por la comunidad científica, hoy en día esta teoría, llamada Teoría de la Panspermia, es apoyada por un considerable grupo de científicos. La Teoría de la Panspermia considera que hay distribuidas bacterias en el espacio, constituyendo lo que se llama polvo interestelar. De este modo, los meteoritos en su viaje por el espacio van recogiendo estas bacterias poco a poco y finalmente caen a los planetas, sembrando a éstos con organismos procariontas.

Así, el origen de la vida en La Tierra habría que buscarlo hace unos 3.500 millones de años, cuando la superficie terrestre estaba sometida a constantes impactos de meteoritos que portaban organismos bacterianos recogidos en el espacio exterior.

Actividad 4.

MITOCONDRIAS	CLOROPLASTOS	BACTERIAS
<p>Tienen un tamaño muy parecido.</p> <p>Tienen ADN circular. Sin embargo el ADN del núcleo eucariota es lineal.</p> <p>Tienen ribosomas 70S. Estos ribosomas son más pequeños que los ribosomas del citoplasma eucariota, los cuales se denominan ribosomas 80S.</p> <p>Pueden fabricar sus propias proteínas. Por eso se dice que las mitocondrias y los cloroplastos son orgánulos semiautónomos.</p>		

Todos los datos expuestos en la tabla apoyan que las mitocondrias y los cloroplastos provienen de antiguas células procariotas, tal y como postula la Teoría de la Endosimbiosis Serial

ECOLOGÍA

Actividad 1.

La curva tipo I (convexa) describe el comportamiento de poblaciones con índices de mortalidad pequeños en edades tempranas y alta mortalidad en el envejecimiento. A estas poblaciones se les denomina estrategias de la *k* y se desarrollan donde el clima es muy estable y predecible.

Además la mortalidad de estas poblaciones es dependiente de la población, hay alta competencia, el tamaño de la población es constante y suelen ser especies de larga vida, gran tamaño, desarrollo lento y reproducción tardía.

Actividad 2.

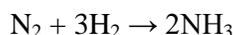
En el primer caso, la relación que existe entre el pez payaso y la anémona sería una relación interespecífica de tipo comensalismo: una especie (el pez payaso) obtiene beneficio (protección) de la otra (la anémona) y ésta permanece indiferente a la relación, es decir, ni se beneficia ni le perjudica. Éste tipo de relación se llama también inquilinismo.

En el segundo caso, hablaríamos de una relación interespecífica de tipo mutualismo: ambas especies se benefician mutuamente (protección).

Actividad 3.

El nitrógeno forma parte de las proteínas y de los ácidos nucleicos. Su mayor reservorio es la atmósfera, pero este nitrógeno (N_2) no puede ser utilizado por la mayoría de los seres vivos. El ciclo consta de cinco pasos:

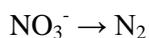
- Fijación del nitrógeno atmosférico. El nitrógeno atmosférico (N_2) es transformado (fijado) en amoníaco NH_3 por bacterias fijadoras como *Rhizobium* que actúan en nódulos radiculares (raíces) de plantas leguminosas o en heterocistos de cianobacterias.



- Nitrificación. El amoníaco (NH_3) es transformado en nitritos (NO_2^-) por bacterias nitrificantes como *Nitrosomonas* y los nitritos en nitratos (NO_3^-) por bacterias como *Nitrobacter*.



- Asimilación. El nitrato (NO_3^-) ya puede ser absorbido y utilizado por las plantas.
- Amonificación. El nitrógeno es liberado de nuevo en compuestos nitrogenados orgánicos (urea, ácido úrico y organismos muertos) y como amoníaco (NH_3) por bacterias amonificantes.
- Desnitrificación. Los nitratos (NO_3^-) del suelo y de las aguas pueden ser transformados en nitrógeno molecular (N_2) por bacterias desnitrificantes anaerobias como *Pseudomonas* y hongos.



Actividad 4.

Los biomas son grandes áreas geográficas del planeta que comparten clima, vegetación y fauna. Un bioma es pues el conjunto de ecosistemas característicos de una zona biogeográfica.

Los principales biomas del planeta son ocho: bosque tropical lluvioso, sabana, desierto, bosque mediterráneo, bosque caducifolio, pradera y estepa, taiga y tundra.

Actividad 5.

La producción neta de un ecosistema (PNE) es la energía capturada por el ecosistema menos la energía empleada en la respiración (R) por unidad de tiempo.

$$PNE = PPB - R$$

Dado que la PNE es muy alta (15.987 Kcal / ha / año), quiere decir que el ecosistema es muy joven y produce una gran cantidad de biomasa.

BIBLIOGRAFÍA

- Enciclopedia Básica Escolar Interactiva. Siglo XXI. De la Paz E, y otros. Ed. Plaza.
- Ciencias Naturales. BUP 1. Morales J. Ed. Santillana
- Biología. Bachillerato. Anglada Esquiús, y otros. Ed. Edebé.
- Biología. 2. Bachillerato. Muñiz E., y otros. Ed. Mc Graw-Hill.
- Biología y Geología. 1º Bachillerato. Proyecto Nueva Exedra. Cabrerizo Ribate B., y otros. Ed. Oxford Club.
- Biología. 2º. Bachillerato. Proyecto Exedra. Sanz Esteban M. Ed. Oxford Club.
- Curso de Botánica. Díaz González T.E., y otros. Ed. TREA.
- Bioquímica. Conceptos Básicos. Feduchi E., y otros. Ed. Médica Panamericana.
- Biología Molecular de la célula. Alberts, B. y otros. Ed. Omega.
- Fisiología Médica. Ganong, W. Murguía.
- Interactive Atlas of Human Anatomy. Netter, F. H. y Machado, C. A. G.
- Pangea 1, Biología y Geología. Fernandez Esteban, M. Á. y otros. Ed. Vicens Vives.
- Biología y Geología 3. Antonio Brandi Fernández. Ed. Santillana
- Ciencias de la Naturaleza 3. S.Balibrea., M Reyes y otros. Ed. Anaya
- Atlas básico de botánica. Ed Parramon.
- Biología COU. CIDEAD. Miguel Ángel Fernández Esteban y otros. Ed. MEC.
- Biología – Geología 1º Bachillerato. Aldaba, Jesús y otros. Ed. Erein.
- Biología y Geología 1. Pulido, Carlos y otros. Ed. Anaya.
- Biología y Geología Bachillerato. Anglada, Montserrat y otros. Ed. Edebé.
- Biología 2º Bachillerato. Jimeno, Antonio y otros. Ed. Santillana.
- Biología. Campbell y Reece. Ed. Medica Panamericana.
- Atlas de anatomía. Dr. Gil de Bernabé Ortega, Enric. Mundilibros.
- Atlas de anatomía. Canal, M^a Fernanda y otros. Parramón

Páginas Web

- http://library.med.utah.edu/kw/pharm/hyper_heart1.html
- <http://www.edu.com>
- <http://www.natureduca.com/>
- <http://recursostic.educacion.es/ciencias/biosfera/web/>



AGREGADURÍA DE EDUCACIÓN