

Guía del profesor

1
bachillerato

Biología y Geología

Mariano García Gregorio
Leonor Carrillo
Josep Furió Egea
M^a Ángeles García Papí



CCIR
EDITORIAL

Guía Didáctica

bachillerato 1



Biología y Geología

Mariano García Gregorio
Leonor Carrillo Vigil
Josep Furió Egea
M^a Ángeles García Papí

Coordinador editorial
Mariano García Gregorio

Biología y Geología

1 bachillerato

©ES PROPIEDAD

Mariano García Gregorio

Leonor Carrillo Vigil

Josep Furió Egea

M^a Ángeles García Papi

Editorial ECIR, S.A.

Diseño de interior: Diseño gráfico ECIR

Edición: Editorial ECIR

Impresión: Industrias gráficas Ecir (IGE)

Ilustraciones: Diseño Gráfico ECIR

Diseño e ilustración cubierta: Valverde e Iborra / Diseño gráfico ECIR

Depósito legal: V-3380-2008

I.S.B.N.: 978-84-9826-421-0

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

Índice interactivo. Situar el cursor sobre el tema al que se desee ir y hacer clic.

I. ORGANIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS SERES VIVOS

1	Organización de los seres vivos.....	7
2	Tejidos animales y vegetales	16
3	Los seres vivos y la energía	24
4	Biodiversidad y clasificación	34

II. BIOLOGÍA DE LOS ANIMALES Y DE LAS PLANTAS

5	Transformación de alimentos y absorción de nutrientes.....	44
6	Transporte de nutrientes	52
7	Intercambio gaseoso y excreción	57
8	Coordinación nerviosa	63
9	Coordinación hormonal	70
10	La reproducción en los animales	78
11	La reproducción en las plantas.....	87

III. GEOLOGÍA

12	Estructura y dinámica interna de la Tierra	97
13	Naturaleza, propiedades y usos de la materia	107
14	Procesos geológicos de origen interno	113
15	Procesos geológicos externos	123
16	Historia de la Tierra y riesgos geológicos.....	132

SOLUCIONARIO CUADERNO DE ACTIVIDADES	145
---	------------

BIBLIOGRAFÍA	175
---------------------------	------------



I. ORGANIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS SERES VIVOS



1. ORGANIZACIÓN DE LOS SERES VIVOS
2. TEJIDOS ANIMALES Y VEGETALES
3. LOS SERES VIVOS Y LA ENERGÍA
4. BIODIVERSIDAD Y CLASIFICACIÓN

ORGANIZACIÓN DE LOS SERES VIVOS



1. INTRODUCCIÓN

Para elaborar el presente tema se ha tenido presente que el alumnado posee ya unos conocimientos generales sobre la organización de los seres vivos, conocimientos adquiridos en la etapa anterior de la E.S.O. Hemos tratado de consolidar esos conocimientos y de ampliarlos un poco con vistas a abordar los siguientes temas, en los que se profundiza en el conocimiento de los organismos. Se ha evitado profundizar en exceso en explicaciones de tipo fisicoquímico, conscientes de la falta de base suficiente según los currícula de la etapa anterior. Se ha procurado que la visión ofrecida sea lo más universal o general posible, para propiciar una amplia base que sirva al alumnado para la comprensión de conceptos posteriores.

El tema plantea de forma sencilla la composición química de los organismos, iniciando al alumnado en el estudio de las biomoléculas, materia que será desarrollada en el siguiente curso de Biología; la presentación de las biomoléculas orgánicas se hace de manera resumida, para familiarizar al alumnado con este tipo de sustancias, sin complicar excesivamente la explicación. A continuación se plantea la Teoría celular, la forma y tamaño de las células y los tipos de organización celular. Por último se aborda el problema de la multiplicidad de formas celulares en los organismos pluricelulares, con el problema de la diferenciación de dichos tipos a partir de la única célula de la que derivan todas ellas: el huevo o cigoto.

2. TEMPORALIZACIÓN

El tema podría desarrollarse en siete sesiones, a las que habría que añadir al menos una sesión de evaluación.

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Analizar la estructura y función de los compuestos químicos que entran a formar parte de la materia viva.
2. Distinguir bien los conceptos de bioelementos y de biomoléculas.
3. Diferenciar las características de las biomoléculas inorgánicas y de las orgánicas.
4. Conocer los postulados de la Teoría Celular.
5. Diferenciar los tipos principales de organización celular.
6. Exponer los detalles más importantes de la estructura de las células eucarióticas.
7. Describir de forma elemental la estructura y la importancia de los cromosomas.
8. Exponer las características principales que definen la condición de ser pluricelular.
9. Describir los principales acontecimientos de la diferenciación celular en un ser pluricelular.
10. Definir los conceptos de clon, células totipotentes y células pluripotentes.

4. CONTENIDOS CONCEPTUALES

1. *Composición química de los seres vivos.*
 - Bioelementos
 - Biomoléculas
 - Agua
 - Sales minerales
 - Glúcidos
 - Lípidos
 - Proteínas
 - Ácidos nucleicos.
2. *Forma, tamaño y organización celular*
 - Forma y tamaño de las células
 - Tipos de organización celular
3. *Células eucarióticas.*
4. *Estructuras de la célula eucariótica y sus funciones.*
5. *Organismos unicelulares y pluricelulares*
6. *La diferenciación celular*

5. SOLUCIONES Y COMENTARIOS

A. ACTIVIDADES VINCULADAS AL TEXTO

1 Composición química de los seres vivos

Actividades pág. 13

- A** ¿Por qué algunos bioelementos reciben el nombre de oligoelementos? Cita ejemplos de los mismos e indica su función.
- B** En el ser humano, el contenido en agua varía desde un 94% en el feto de tres meses hasta un 60% en un individuo de unos 80 años. ¿Qué conclusión puedes sacar de estos datos?
- C** Explica cómo actúa el agua como medio de transporte de sustancias (nutritivas o de desecho) en los animales y en las plantas?

Soluciones:

- A** El prefijo “oligo” significa escaso de ahí que se denominen oligoelementos a aquellos elementos químicos que se encuentran en los seres vivos en muy pequeña concentración.

Ejemplos:

- Hierro, necesario para la respiración celular.
- Manganeseo, necesario para la fotosíntesis.
- Iodo, componente de la hormona tiroidea.
- Cobre y zinc, que catalizan muchas reacciones químicas.

- B** Que el contenido en agua depende de la actividad vital de las células y organismos. Por ello, el contenido en agua es mucho mayor en las células embrionarias y juveniles, con una gran actividad vital, y disminuye con el envejecimiento.

- C** En los animales, la sangre recoge a nivel del intestino las sustancias nutritivas y las lleva a las células, en éstas recoge las sustancias de desecho y las lleva a los riñones. En las plantas, la savia bruta está formada por el agua y las sales minerales que son absorbidas por las raíces y transportadas hasta las hojas; la savia elaborada es una disolución de azúcares, proteínas y otras sustancias orgánicas que son transportados desde las hojas hacia el resto de la planta.

Actividades pág. 15

- A** ¿Qué partes del cuerpo de un perro son muy ricas en sales minerales? ¿De qué sales se trata? ¿Qué función desempeñan dichas sales? Propón un experimento sencillo para demostrar la presencia de sales minerales en dichas estructuras del cuerpo de un perro.
- B** ¿Por qué a los glúcidos se les denomina también hidratos de carbono?
- C** Cita ejemplos de los distintos grupos de glúcidos e indica su función.
- D** ¿Qué diferencias hay entre el glucógeno y el almidón?

Soluciones:

- A** - Sales minerales sólidas hay en el esqueleto del perro (fosfato cálcico y carbonato cálcico). La función de estas sales es esquelética o de sostén.

- Sales minerales disueltas se encuentran en forma de iones en las células y en todos los líquidos extracelulares, como la sangre, la linfa y el líquido intersticial (entre las células). Estos iones se encuentran en pequeñas cantidades pero son muy importantes para el normal funcionamiento de las células: están implicados en la entrada y salida de agua de las células, intervienen en reacciones químicas y en procesos fisiológicos tales como la transmisión del impulso nervioso, la concentración muscular, etc.

El carbonato cálcico se identifica fácilmente porque al depositar unas gotas de HCl sobre él se produce efervescencia (se desprenden burbujas de CO_2). Se puede, por tanto, depositar gotas de dicho ácido sobre los huesos de un animal.

- B** Porque al obtener la fórmula empírica de dichos compuestos, las proporciones de C, O e H son tales que aparentemente están formados por átomos de carbono y moléculas de agua: $\text{C}_n(\text{H}_2\text{O})_m$, donde n y m pueden coincidir o ser simplemente números similares.

- C** Monosacáridos: glucosa: energética (la glucosa es el principal combustible que utilizan las células) y componente de disacáridos y polisacáridos.

Disacáridos: sacarosa: energética (es un disacárido de reserva energética en muchas frutas, y de transporte en la savia elaborada).

Polisacáridos: reserva energética (el almidón en los vegetales y el glucógeno en los animales) y estructural (la celu-

losa es componente de la pared celular de las células vegetales).

- D** El glucógeno es un polisacárido de reserva en los animales y el almidón es un polisacárido de reserva en las plantas. Las diferencias estructurales entre estos dos polisacáridos no son materia de estudio en el presente curso.

Actividades pág. 16

- A** Indica qué sustancias de reserva utilizan principalmente los siguientes seres vivos o partes de ellos: patata, ricino (semilla), foca, sardina, oso, arroz (semilla), nuez, avellana, trigo (semilla), plátano, cerdo, judía (semilla), aceituna, ser humano y zanahoria.
- B** En los animales, las grasas también proporcionan aislamiento térmico y físico. Cita ejemplos que lo demuestren.
- C** Comprueba las propiedades físicas de los lípidos mediante el diseño de experimentos sencillos.

Soluciones:

- A** Utilizan mayoritariamente los glúcidos como sustancias de reserva los siguientes seres vivos o partes de ellos: patata, arroz (semilla), plátano, judía (semilla) y zanahoria.
Utilizan mayoritariamente grasas como sustancias de reserva los siguientes seres vivos o partes de ellos: ricino (semilla), foca, sardina, oso, nuez, avellana, cerdo, aceituna y ser humano.
- B** En algunos animales de sangre caliente, las grasas depositadas debajo de la piel le sirven como aislamiento contra las temperaturas muy bajas, por ejemplo, las focas, los osos, los jabalíes...
Las grasas depositadas alrededor de órganos delicados de los animales, tales como el corazón, los riñones, etc., actúan como una protección contra los traumatismos.
- C** Se pueden comprobar las siguientes propiedades físicas:
- Insolubles en agua y solubles en disolventes orgánicos. Poner en un tubo de ensayo 2 ml de aceite y 2 ml de agua y en otro 2 ml de aceite y 2 ml de éter de petróleo. Agitar y observar lo que ocurre en cada caso.
 - Baja densidad. En el tubo de la experiencia anterior se puede ver como el aceite flota en el agua. También se puede realizar el experimento con grasas sólidas: depositar un trozo de mantequilla o de tocino sobre el agua y observar cómo flotan.
 - Untuoso al tacto..

Actividades pág. 19

- A** Explica por qué son muy importantes para los seres vivos las proteínas y los ácidos nucleicos.
- B** La molécula de DNA se suele representar como una escalera de caracol. Indica qué parte de dicha molécula está representada por los peldaños y que parte por los pasamanos de la escalera.
- C** Sabemos que la secuencia de bases nitrogenadas de una cadena de la doble hélice del DNA es la siguiente: GCTAT-GACTCGATT. Escribe las bases de la otra cadena.
- D** Señala las semejanzas y diferencias entre el DNA y el RNA.
- E** Representa las dos nuevas moléculas de DNA que se formarán tras la duplicación del siguiente fragmento de la doble hélice del DNA

ACTTGCGAC

TGAACGCTG

- f)** Indica los pasos principales del proceso de duplicación del DNA.

Soluciones:

- A** Las proteínas son muy importantes por la importancia de las funciones que realizan: enzimática (facilitando las reacciones químicas que tienen lugar en los seres vivos), transportadora (como la hemoglobina que transporta en oxígeno), contráctil (como la miosina de las células musculares), de defensa (los anticuerpos), hormonal (como la insulina) y estructural (como la queratina que forma los pelos y uñas).
También son muy importantes las funciones de los ácidos nucleicos: DNA, contiene la información genética y RNA, interviene en la síntesis de proteínas.
- B** Los peldaños representan los pares de bases nitrogenadas y los pasamanos están formados por ribosa y fosfato.
- C** CGATACTGAGCTAA.
- D** Diferencias entre el DNA y el RNA:
- Por su composición química. El azúcar del DNA es la desoxirribosa y la del RNA es la ribosa. En el DNA hay timina y no hay uracilo, en el RNA hay uracilo y no hay timina.
 - Por su localización. El DNA se encuentra fundamentalmente en el núcleo de la célula, constituyendo los cromosomas. El RNA se encuentra en el núcleo (nucleólo y nucleoplasma) y en el citoplasma (ribosomas y citosol).
 - Por su función. El DNA contiene la información genética (genes) y dicta las órdenes para que la célula elabore sus

proteínas. El RNA copia dichas órdenes y las ejecuta; de ahí que el RNA se encargue de la síntesis de proteínas.

- Por su estructura. La cadena del RNA es mucho más corta que la del DNA. El RNA de las células y de muchos virus está formado por una cadena sencilla de nucleótidos, mientras que el DNA, generalmente, está formado por una doble cadena de nucleótidos que se enfrentan por sus bases nitrogenadas, colocándose siempre la A frente a la T y la C frente a la G. Las bases nitrogenadas enfrentadas se unen entre sí por puentes de hidrógeno. La doble cadena de DNA se enrolla sobre sí misma en forma de doble hélice.

- E** Las dos nuevas moléculas de DNA serán iguales entre sí e iguales a la inicial.

ACTTGCGAC	y	ACTTGCGAC
TGAACGCTG		TGAACGCTG

- F** En la duplicación del DNA, en primer lugar, se produce el desenrollamiento y la separación de las dos cadenas de la doble hélice que forman el DNA; a continuación, se van colocando los nuevos nucleótidos enfrentándose a los de las cadenas preexistentes, de tal manera que frente a cada base se dispone su complementaria (A frente a T y C frente a G). Al final del proceso, se obtienen dos moléculas de DNA idénticas a la molécula inicial).

2 Forma, tamaño y organización celular

Actividades pág. 21

Estas actividades tratan de introducir al alumnado en el estudio de la célula. Se pretende hacerle reflexionar sobre las magnitudes en que nos movemos al hablar del tamaño de las células y también sobre la diversidad de tipos de células.

- A** ¿Crees que la presencia en un tubo de ensayo de todas las moléculas que componen una célula, nos daría como resultado una célula? Razona la respuesta.
- B** Dos organismos de tan distinto tamaño como una lombriz de tierra y un elefante, ¿se diferencian por el tamaño de sus células o por el número de las mismas?
- C** La figura 2.4 es una pequeña muestra de la diversidad de formas que existe entre diferentes tipos de células. ¿Cuáles pueden ser las ventajas de esta diversidad de formas en los organismos pluricelulares?

Soluciones:

- A** No, ya que como establece la Teoría celular “toda célula procede de otra preexistente”.

- B** Se diferencian por el número de células y no por su tamaño. Por tanto, tendrá más células un elefante que una lombriz de tierra.

- C** La ventaja es que cada tipo de célula está especializada en una función concreta y su forma se adapta a la función que desempeña.

3 Células eucarióticas

Actividades pág. 23

Con estas actividades se pretende:

- Diferenciar los dos tipos de organización celular.
- Destacar la ventaja de la compartimentación del citoplasma en las células eucarióticas.
- Revisar conceptos relacionados con los cromosomas de las células eucarióticas.

- A** Observa la figura 2.5 que corresponde a una célula procariótica de tipo bacteriano y compárala con los modelos celulares de la figura 3.1:

- ¿Qué parte de la célula procariótica equivaldría al núcleo de la eucariótica?
- ¿Hay algún orgánulo del citoplasma de la célula eucariótica que esté también presente en la célula procariótica?
- ¿Qué semejanzas y diferencias hay entre las membranas de los tres tipos celulares dibujados?
- ¿Hay algún tipo de célula eucariótica que tenga alguna estructura semejante al flagelo de la procariótica?

- B** Enumera los orgánulos de la célula eucariótica que no están presentes en la célula procariótica.

- C** ¿Qué ventajas supone para una célula eucariótica tener en el citoplasma diferentes orgánulos?

- D** ¿Qué papel desempeñan las proteínas de los cromosomas?

- E** Explica la diferencia entre los conceptos de “cromátidas hermanas” y “cromosomas homólogos”.

- F** ¿Cuál es la procedencia de cada uno de los cromosomas que forman una pareja de homólogos?

- G** ¿Es posible que dos especies diferentes de seres vivos tengan el mismo número de cromosomas? ¿podrían ser también iguales en cuanto al tamaño y a la forma? Razónalo.

Soluciones:

- A** - La región señalada como DNA, es decir, la parte central del citoplasma, donde se concentra el DNA, pero sin estar delimitada por ninguna membrana.
- Los ribosomas.
 - La membrana plasmática está presente en los tres tipos celulares y con la misma estructura. Por fuera de la membrana plasmática hay pared celular tanto en la mayoría de las células procarióticas, como en las eucarióticas vegetales, y está ausente en las eucarióticas animales. La pared celular de las células procarióticas y eucarióticas vegetales presenta diferencias de composición y de estructura; a nivel de lo que se ha explicado hasta aquí, hay que señalar que la pared celular vegetal es básicamente de celulosa (polisacárido estructural), mientras que la de las células procarióticas es de otra naturaleza (presenta proteínas, glúcidos diferentes a la celulosa, y en muchos casos, lípidos semejantes a los de la membrana plasmática). Una diferencia estructural que se deduce de los dibujos del libro, es que la pared de las células vegetales es compartida por cada dos células vecinas, mientras que los organismos procariotas son unicelulares, y las células no comparten la pared celular.
 - Sí. Hay células eucarióticas, como los espermatozoides, que tienen también flagelos y aunque estructuralmente son diferentes al flagelo bacteriano, su función es la misma, producir el movimiento de la célula.
- B** Los órganos citoplasmáticos de las células eucarióticas que no están en las procarióticas son: retículo endoplasmático, complejo de Golgi, lisosomas, vacuolas, mitocondrias, cloroplastos y centriolos.
- C** Que cada orgánulo o compartimento se especializa en realizar una función diferente.
- D** La molécula de DNA es muy larga y para evitar su rotura se enrolla alrededor de proteínas. Por tanto, las proteínas ayudan al DNA a empaquetarse y con ello a mantener la estructura del cromosoma.
- E** Las cromátidas hermanas son cada una de las dos mitades idénticas del cromosoma duplicado. Sólo son visibles al comienzo de la división celular ya que antes se ha duplicado el DNA y se observa que cada cromosoma está formado por dos cromátidas hermanas idénticas unidas por sus centrómeros.
- Los cromosomas homólogos son las dos copias de cada cromosoma que hay en las células diploides.
- F** De cada pareja de cromosomas homólogos uno procede del padre y el otro de la madre.

- G** Si, ya que lo que importa no es el número de cromosomas sino la información que éstos contienen. Si dos especies tienen el mismo número de cromosomas lo que las diferencia es la información genética que contienen.

B. ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

- 1** *¿Cuáles son los cuatro bioelementos principales? Explica por qué ellos solos constituyen más del 95 % de la masa de los seres vivos.*

Solución:

El C, H, O y N. Porque estos bioelementos entran a formar parte de todas las biomoléculas orgánicas (glúcidos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos) y del agua (que es el compuesto más abundante en los seres vivos).

- 2** *De todas las biomoléculas que has estudiado, señala las que son polímeros e indica de qué monómero están formadas.*

Solución:

Los polisacáridos son polímeros, y sus monómeros son los monosacáridos.

Las proteínas son polímeros, y sus monómeros son los aminoácidos.

Los ácidos nucleicos son polímeros, y sus monómeros son los nucleótidos.

- 3** *Relaciona cada orgánulo con la función que desempeña:*

Orgánulo	Función
membrana plasmática	reacciones químicas
aparato de Golgi	síntesis de proteínas
ribosomas	fotosíntesis
citoplasma	respiración
mitocondrias	entrada de nutrientes
cloroplastos	digestión intracelular
lisosomas	almacén de sustancias
vacuolas	dirige la célula
núcleo	secreción de sustancias

Solución:

membrana plasmática	entrada de nutrientes
aparato de Golgi	secreción de sustancias
ribosomas	síntesis de proteínas
citoplasma	reacciones químicas
mitocondrias	respiración
cloroplastos	fotosíntesis
lisosomas	digestión intracelular
vacuolas	almacén de sustancias
núcleo	dirige a la célula.

4 Razona si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones:

- Las células procarióticas carecen de núcleo y por tanto de información genética.
- Las células procarióticas siempre tienen membrana plasmática y ribosomas.
- Las células procarióticas carecen de membrana nuclear.
- Las células procarióticas son propias de los animales más sencillos.
- Las células procarióticas son siempre inmóviles.
- Las células procarióticas son más pequeñas que las eucarióticas.

Solución:

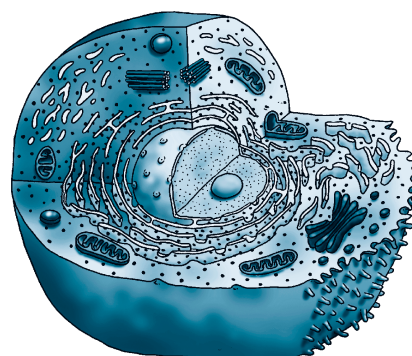
- Falsa, porque aunque carecen de núcleo, sí que poseen DNA en el centro del citoplasma, y por tanto poseen información genética.
- Verdadera.
- Verdadera.
- Falsa, porque son exclusivas de microorganismos unicelulares; los animales son todos pluricelulares y por tanto presentan células eucarióticas.
- Falsa, porque hay células procarióticas con flagelos que les dan movilidad en el agua.
- Verdadera.

5 Rellena en tu cuaderno el siguiente cuadro comparativo entre las células animales y las vegetales, escribiendo "Sí" o "No".

Solución:

	Célula animal	Célula vegetal
Núcleo definido	Sí	Sí
Pared celular	No	Sí
Cloroplastos	No	Sí
Vacuolas	No	Sí
Centrosoma	Sí	No
Cilios o flagelos	Sí	No
Lisosomas	Sí	No
Mitocondrias	Sí	Sí
Ribosomas	Sí	Sí
Reticulo endoplasmático	Sí	Sí
Aparato de Golgi	Sí	Sí

6 Observa el siguiente esquema de una célula e indica de qué tipo es y escribe los nombres de todos sus orgánulos y estructuras.



Solución:

El alumno puede resolver la cuestión observando la figura 3.1 de la página 22. Se trata de una célula eucariótica animal en la que aparecen casi todos los orgánulos de dicha figura, a excepción de los cilios. Tampoco se aprecian bien los centriolos.

7 ¿Por qué se produce el rechazo de injertos y transplantes? Relaciona tu respuesta con lo aprendido sobre las propiedades de las proteínas.

Solución:

Porque cuando se introduce en un organismo una proteína extraña éste reacciona produciendo anticuerpos contra ella. Un órgano o la sangre de un individuo tienen proteínas diferentes a las de los mismos órganos de otros individuos. Hay que recordar que cada especie animal o vegetal posee sus propias proteínas, más o menos distintas a las de otras especies. Incluso dentro de la misma especie, cada individuo tiene proteínas propias que lo diferencian de los demás.

8 Define: haploide, diploide, cromosomas homólogos y cromátidas.

Solución:

Haploide: célula que tiene una sola copia de cada cromosoma. Es el número de cromosomas característico de los gametos.

Diploide: célula que tiene dos copias de cada cromosoma. Es el número de cromosomas doble del haploide.

Cromosomas homólogos: Son las dos copias de cada cromosoma que hay en las células diploides.

Cromátidas: Son cada una de las dos mitades idénticas del cromosoma duplicado. Sólo son visibles al comienzo de la división celular ya que antes se ha duplicado el DNA y se observa que cada cromosoma está formado por dos cromátidas hermanas idénticas unidas por sus centrómeros.

- 9 ¿Cómo crees que será una célula con 9 cromosomas, haploide o diploide? ¿Y otra con 10 cromosomas? Cita ejemplos de células haploides y diploides en el ser humano.

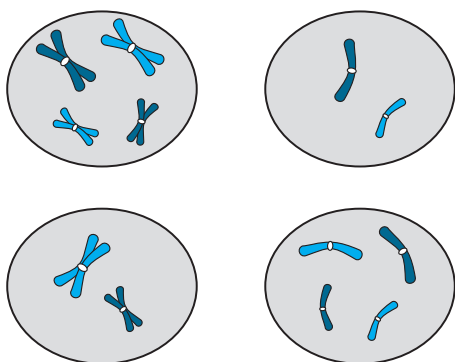
Solución:

Una célula con 9 cromosomas será haploide ya que con los cromosomas de dicha célula no se pueden formar parejas de homólogos.

Una célula con 10 cromosomas puede ser haploide o diploide; será haploide si no se pueden formar parejas de cromosomas homólogos y diploide si se pueden formar parejas de homólogos.

c) En el ser humano son células haploides los gametos y el resto diploides.

- 10 Los siguientes dibujos representan distintos tipos de células.



- a) Indica si son haploides o diploides.
b) ¿Cuántos cromosomas homólogos tiene cada una de las células?
c) ¿Cuántas cromátidas tienen los cromosomas de cada una de las células?

Solución:

Célula a: diploide; tiene 4 cromosomas y dos son iguales a los otros dos, por tanto tiene dos parejas de cromosomas homólogos. Los cromosomas de esta célula están formados por dos cromátidas unidas por sus centrómeros.

Célula b: haploide; tiene dos cromosomas diferentes y por tanto no se pueden formar parejas de homólogos. Los cromosomas de esta célula están formados por una sola cromátida.

Célula c: haploide; tiene dos cromosomas diferentes y por tanto no se pueden formar parejas de homólogos. Los cromosomas de esta célula están formados por dos cromátidas unidas por sus centrómeros.

Célula d: diploide; tiene 4 cromosomas y dos son iguales a los otros dos, por tanto tiene dos parejas de cromosomas homólogos. Los cromosomas de esta célula están formados por una sola cromátida.

- 11 ¿Cómo se pueden formar millones de proteínas diferentes a partir únicamente de 20 aminoácidos distintos? Relaciona la respuesta con los conceptos estudiados de polímero y monómero.

Solución:

Porque una proteína es un polímero formado por cientos o miles de aminoácidos y se diferencian unas de otras por el número y la secuencia de sus aminoácidos. De ahí que con solo 20 aminoácidos diferentes se puedan formar un número enorme de proteínas.

C. ACTIVIDADES DE LOS DOCUMENTOS

1. Embriones híbridos de humano y animal

Cuestiones:

1. ¿Qué inconvenientes éticos te parece que tendría la obtención de híbridos de humanos y animales?
2. ¿Qué diferencias hay entre las células madre embrionarias y las células madre de adulto?
3. ¿Cómo se podrá evitar el rechazo cuando se trasplanten a un paciente células para reparar un órgano dañado?

Soluciones:

1. Es una cuestión abierta, pues se plantean cuestiones éticas. En todo caso, la cuestión persigue una reflexión sobre la dignidad del ser humano, que ha de tener una consideración más importante que la del respeto a los animales.

2. Las células madre embrionarias se obtienen a partir de un embrión; son células que aún no se han diferenciado en un tipo celular determinado y conservan toda o gran parte de su totipotencia o capacidad para dar origen a todos o casi todos los tipos celulares del adulto.

Las células madre de adulto se obtienen de los grupos de células de los individuos adultos que tienen como función el crecimiento y la reparación de los tejidos propios del cuerpo del individuo adulto, por tanto, en principio, tienen una menor potencialidad de originar tipos celulares, y se les suele llamar pluripotentes. Sin embargo, con un adecuado tratamiento con factores de crecimiento, han demostrado poseer una capacidad de diferenciación en multitud de tipos celulares.

3. Para evitar los rechazos, se recurre a la inmunodepresión, es decir, disminuir la actividad del sistema inmunitario del paciente; pero eso conlleva muchos inconvenientes para el paciente, que puede contraer con facilidad enfermedades infecciosas. Por eso, lo mejor es que el tejido trasplantado provenga del propio paciente o de una persona con CMH (proteínas de membrana que se conocen como complejo mayor de histocompatibilidad) muy similar (hermanos, padres, hijos...). En las investigaciones con células madre embrionarias, se prevé que las células introducidas en un paciente provengan de un embrión clónico de su propia persona, pero esas técnicas no están aún desarrolladas. En cambio, en el caso de las células madre de adulto, se ha observado que estas células apenas generan rechazo en el paciente, por tratarse de células que tienen poco desarrollado el CMH, y en todo caso, puede recurrirse a células donadas por el propio paciente o por un pariente cercano.

2. Las vitaminas y otros nutrientes esenciales

Cuestiones:

- 1 Con los datos que se suministran en el documento, sugiere un menú que contenga todas las vitaminas y demás nutrientes esenciales.
- 2 Busca información sobre algunos trastornos producidos por hipovitaminosis y por hipervitaminosis.
- 3 ¿Piensas que los aminoácidos esenciales y los ácidos grasos esenciales han de estar presentes en el organismo en pequeñas cantidades? Explícalo.

Soluciones:

1. Cuestión abierta, pues son muchas las posibles combinaciones de alimentos que abarquen todas las vitaminas, aminoácidos esenciales y ácidos grasos esenciales.
2. Cuestión abierta, pues depende de la búsqueda realizada por el alumnado. Son ejemplos de hipovitaminosis: el raquitismo, por escasez de vitamina D, el escorbuto, por escasez de vitamina C, el *beri-beri*, por escasez de vitamina B₁, y otros muchos ejemplos. Como ejemplo de hipervitaminosis, se pueden citar los efectos tóxicos de la acumulación de vitaminas liposolubles: A, D, E y K.
3. Así como las vitaminas han de estar presentes en pequeñas cantidades, por tratarse de biocatalizadores, que además pueden provocar trastornos en exceso, en el caso de los aminoácidos y ácidos grasos, estos pasan a formar parte de las proteínas y lípidos constitutivos del organismo, y por tanto es más difícil que se pueda hablar de un exceso en el contenido de dichas sustancias.

TEJIDOS ANIMALES Y VEGETALES

2

1. INTRODUCCIÓN

Conocida la estructura celular, se plantea en el segundo Tema, Tejidos animales y vegetales, la organización de los seres pluricelulares en su aspecto más elemental, que es el de los tipos de agrupaciones celulares; esto constituirá una base sobre la que el alumnado podrá, posteriormente, construir conocimientos sobre los órganos responsables del funcionamiento de los organismos pluricelulares.

En los organismos pluricelulares, y en concreto en los animales y en las plantas, las células se especializan en funciones biológicas determinadas, lo que conlleva su diferenciación morfológica y estructural y la asociación de las células de la misma clase en estructuras de mayor complejidad denominadas tejidos.

El tema comienza con el desarrollo de los diferentes tejidos animales, se describen las variedades de cada tipo de tejido así como su localización en el organismo y su función. A continuación, se aborda el estudio del medio interno de los animales y de los tejidos líquidos como la sangre y la linfa; se hace hincapié en las relaciones entre el líquido intersticial, el plasma linfático y el plasma sanguíneo. Por último se describen las tres estructuras principales de las plantas y los diferentes tejidos vegetales.

A lo largo de todo el tema se muestran esquemas y micrografías de los diferentes tejidos animales y vegetales para que el alumnado pueda reconocer los diferentes tipos celulares estudiados.

2. TEMPORALIZACIÓN

El tema podría desarrollarse en tres sesiones, a las que habría que añadir al menos una sesión de evaluación.

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Describir las características fundamentales de los principales tejidos animales y vegetales.
2. Relacionar las características morfológicas de los tipos celulares con la función que desempeñan los tejidos en los organismos.
3. Conocer en qué partes del cuerpo de un animal se encuentran los diferentes tipos de tejidos.
4. Localizar los diferentes tejidos vegetales de una planta.
5. Explicar el concepto de Medio Interno en los animales y comprender su papel fundamental en el correcto funcionamiento del organismo.
6. Describir los tipos celulares del medio interno y definir su función en el organismo.
7. Establecer las relaciones entre el líquido intersticial, el plasma linfático y el plasma sanguíneo.
8. Caracterizar las tres estructuras de las plantas: raíz tallo y hojas.
9. Observar, comparar y analizar esquemas y micrografías de los diferentes tejidos animales y vegetales.
10. Reconocer los diferentes tipos celulares representados en las fotografías y dibujos.
11. Establecer diferencias entre el crecimiento de una planta y el de un animal.

4. CONTENIDOS CONCEPTUALES

1. *Tejidos animales: tipos y funciones*

- Tejidos epiteliales
 - Epitelios pavimentosos
 - Epitelios prismáticos
 - Epitelios glandulares
- Tejidos conectivos
- Tejido conectivo laxo
- Tejido conjuntivo fibroso
- Tejido adiposo
- Tejido cartilaginoso
- Tejido óseo
- Tejidos musculares
 - Tejido muscular de fibra lisa
 - Tejido muscular de fibra estriada
- Tejido nervioso
 - Neuronas
 - Células de neuroglía

2. *El medio interno de los animales*

- Tejidos líquidos
 - La sangre
 - La linfa

3. *Tejidos y órganos de las plantas*

- La raíz
- El tallo
- Las hojas
- Tejidos meristemáticos
 - Meristemos primarios
 - Meristemos secundarios
- Tejidos parenquimáticos
- Tejidos protectores
- Tejidos epidérmicos
- Tejidos suberosos
- Tejidos conductores
- Tejidos secretores

5. SOLUCIONES Y COMENTARIOS

A. ACTIVIDADES VINCULADAS AL TEXTO

1 Tejidos animales: tipos y funciones

Actividades pág. 35

- A** ¿Qué tienen en común los tres tipos de tejidos epiteliales para que se agrupen en el mismo grupo?
- B** En los epitelios prismáticos se ha citado un tipo de célula que tiene como función segregar sustancias, cosa que parece corresponder a los epitelios glandulares. ¿Podrías explicar las diferencias entre un epitelio glandular y un epitelio prismático con células secretoras?

Soluciones:

- A** Sus células se colocan juntas sin dejar espacios intercelulares, porque su función principal es recubrir la superficie del animal o sus cavidades internas.
- B** En el caso de los epitelios glandulares, todas las células se dedican a la secreción de sustancias, mientras que en los epitelios prismáticos, las células secretoras se intercalan entre otras mucho más abundantes con función de revestimiento.

Actividades pág. 37

- A** En dos ocasiones se ha relacionado a los tejidos conectivos con las células del medio interno. Indica en qué tejidos y qué relación existe entre estos tejidos y el medio interno.
- B** Hay animales, como los tiburones, que tienen el esqueleto compuesto por cartílagos, y otros, como la mayoría de los vertebrados, compuesto por huesos; pero existen también animales con esqueleto que no presentan ni huesos ni cartílagos. Cita algún ejemplo.

Soluciones:

- A** El tejido conjuntivo laxo actúa como un intermediario entre los capilares sanguíneos y linfáticos y las células del organismo, por eso se ve recorrido por las células propias del medio interno que se reparten por el plasma intersticial y los líquidos circulantes del aparato circulatorio (sangre y linfa). Otros tejidos derivados de éste, como el conjuntivo fibroso y el adiposo, pueden presentar también estos componentes del medio interno, aunque en la medida en que

se especializan en otras funciones diferentes del simplemente constituir un relleno, van enriqueciéndose en otros tipos celulares diferentes de los del medio interno: los fibrocitos en el primer caso y los adipocitos en el segundo.

- B** Se trata de animales con exoesqueleto de quitina, como los artrópodos, que en el caso de los crustáceos se endurece con carbonato cálcico, o los moluscos, que presentan caparazones de carbonato cálcico, o los equinodermos y esponjas, con espículas de carbonato cálcico, o de sílice, o de esponina.

Actividades pág. 39

- A** Cuando se acorta un sarcómero ¿significa que se acortan las fibrillas de actina y las de miosina? ¿O unas sí y otras no? Explícalo.
- B** Las fibras musculares de fibra lisa también contienen fibrillas de actina y miosina, y también están colocadas de forma alternante. ¿Por qué no tienen el aspecto estriado transversalmente, como las otras?
- C** La mayor parte de las neuronas y de las células de neuroglia del cuerpo de los animales se concentra en el llamado sistema nervioso central, que en los vertebrados está formado por el encéfalo y la médula espinal. ¿Cómo envían o reciben información esas neuronas desde la superficie del cuerpo y desde los órganos de los sentidos?

Soluciones:

- A** Las fibrillas de actina y de miosina no se acortan, sino que las de actina se deslizan entre las de miosina y el efecto es que el sarcómero se acorta; como todos los sarcómeros de una célula se acortan a la vez, toda la célula o fibra muscular se acorta.
- B** Porque los sarcómeros no se colocan ordenadamente uno junto al otro, sino de forma más dispersa en el citoplasma celular.
- C** A través de los axones, que son las prolongaciones más largas que surgen del cuerpo celular de la neurona, que se reúnen en haces que constituyen los nervios.

3 Tejidos y órganos de las plantas

Actividades pág. 43

- A** ¿Qué características diferentes encuentras entre el crecimiento de una planta y el de un animal?
- B** ¿Existen en los animales tejidos similares a los meristemos de las plantas?
- C** Se dice en el texto que las hierbas, cañas y palmeras carecen de meristemos secundarios; sin embargo, se puede apreciar que una hierba, una caña o una palmera son más finas recién germinadas que a las pocas semanas o meses de vida; si el crecimiento en grosor no ha sido debido a un aumento del número de capas de células, ¿a qué otra cosa puede deberse?

Soluciones:

- A y B** El crecimiento en la planta se limita a la multiplicación celular de zonas especializadas (meristemos primarios para la longitud y meristemos secundarios para el grosor) y en el posterior alargamiento, crecimiento y diferenciación de las células producidas. En los animales no existen propiamente meristemos, sino que las células capaces de multiplicarse se reparten entre todos los tejidos, de manera que la multiplicación celular no se circunscribe a zonas determinadas, aunque haya tejidos en los que destacan áreas con células especializadas en la multiplicación celular (la capa basal de la epidermis, que produce nuevas células epiteliales, o la médula ósea roja de los huesos, que produce nuevas células del medio interno), pero no son los únicos tejidos o las únicas áreas capaces de multiplicación celular. Además, en las plantas, las células meristemáticas pueden diferenciarse después en todos los tipos celulares, mientras que en los animales sólo se da esto en los más inferiores, que conservan la capacidad de regeneración a partir de fragmentos del animal (celentéreos, equinodermos, anélidos), pero no en los animales superiores, donde ordinariamente, las células madre de piel sólo originan piel, y las células madre de médula ósea sólo producen células de medio interno. Precisamente, uno de los retos de la investigación citológica es conseguir las condiciones adecuadas para que las células madre de piel o de médula ósea puedan producir todos los tipos celulares del organismo. Eso hará innecesaria la clonación con fines terapéuticos.
- C** A un aumento de tamaño de las células. Las células vegetales crecen fácilmente de tamaño gracias a los fenómenos osmóticos generados por sus grandes vacuolas, que

al tener un contenido variado en sales minerales, azúcares, proteínas y otros compuestos disueltos en agua, absorben agua del medio hipotónico, aumentando rápidamente de tamaño, y con ello toda la célula, mientras la pared celular sea fina y elástica, como ocurre en el primer año de vida de la célula. Cuando la pared se hace rígida, las células ya no crecen en tamaño, sino que conforme la pared se va haciendo gruesa, el citoplasma se va haciendo pequeño, hasta que la célula degenera y muere. El crecimiento en tamaño de las células vegetales es más rápido que el de las animales, pues estas últimas carecen de vacuolas, y su crecimiento en tamaño requiere la síntesis de proteínas necesarias para que crezca todo el citoplasma, con todos los orgánulos citoplasmáticos.

Actividades pág. 45

- A** No se indica en el texto en qué tipo de órganos se dan los parenquimas clorofílicos. Indica si se dará en raíces, en tallos o en hojas, y en su caso, en qué tipo especial de raíz, tallo u hojas. Justifica tu respuesta.

Soluciones:

- A** Los parenquimas clorofílicos se darán principalmente en hojas, que son los órganos especializados en la realización de la fotosíntesis; también pueden darse en tallos durante el primer año de vida, antes de que la epidermis transparente sea sustituida por el súber, que no permite el paso de luz, necesaria para la fotosíntesis. Por la misma razón, estos tejidos no estarán presentes en las raíces, siempre cubiertas de tierra, sin acceso a la luz.

Actividades pág. 47

- A** Uno de los dos tejidos conductores señalados consume energía en el proceso de transporte mientras que el otro realiza un transporte pasivo sin consumo de energía; teniendo en cuenta las características celulares de los dos tejidos podrás deducir cuál de los dos es el que consume energía y cuál no.
- B** Los vasos liberianos presentan de trecho en trecho unas placas cribosas. ¿Qué función podrían tener dichas placas?
- C** Al estudiar los tejidos de sostén y los secretores, se han citado productos vegetales de utilidad para la industria. Intenta resumir esas utilidades rellenando el siguiente cuadro en tu cuaderno:

Productos vegetales para la industria química	
Productos vegetales para la industria textil	

Soluciones:

- A** Los vasos leñosos son células muertas, mientras que los vasos liberianos son células vivas; por tanto, han de ser los vasos liberianos los que sean capaces de consumir energía en el transporte de savia elaborada, mediante la respiración celular, mientras que los vasos leñosos serán simples tubos que realizarán un transporte pasivo de la savia bruta.
- B** Las placas cribosas regulan el paso de savia elaborada. En invierno se obstruyen impidiendo la circulación de ese fluido.

C

Productos vegetales para la industria química	Esencias (aromas de tomillo, romero, eucaliptos, naranja, limón, etc.), goma arábiga, cola de garrofín, etc., resinas (de pino), látex (de caucho, de arce, etc.)
Productos vegetales para la industria textil	Fibras de celulosa (algodón, lino, cáñamo, esparto)

B. ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

- 1** Relaciona los elementos de la columna izquierda con los tejidos de la columna derecha.

células caliciformes	t. óseo
fibrocitos	t. cartilaginoso
melanocitos	t. conjuntivo laxo
adipocitos	t. epitelial pavimentoso
condrocitos	t. epitelial prismático
osteocitos	t. conjuntivo fibroso

intestino delgado	endotelio
vaso sanguíneo	epidermis
superficie corporal	mucosa
cavidad bucal	epitelio prismático
hipófisis	epitelio glandular

colágeno	epitelio pavimentoso
condrina	t. conjuntivo
osteína	t. cartilaginoso
actina	t. óseo
queratina	t. muscular estriado

Solución:

células caliciformes	t. epitelial prismático
fibrocitos	t. conjuntivo fibroso (y t. conjuntivo laxo)
melanocitos	t. epitelial pavimentoso (y t. conjuntivo laxo)
adipocitos	t. conjuntivo laxo
condrocitos	t. cartilaginoso
osteocitos	t. óseo

intestino delgado	epitelio prismático
vaso sanguíneo	endotelio
superficie corporal	epidermis
cavidad bucal	mucosa
hipófisis	epitelio glandular

colágeno	t. conjuntivo
condrina	t. cartilaginoso
osteína	t. óseo
actina	t. muscular estriado
queratina	epitelio pavimentoso

- 2** Las glándulas gástricas segregan al estómago mucus, jugos digestivos y ácido clorhídrico. ¿Se consideran glándulas exocrinas, o se consideran endocrinas? Justifica tu respuesta.

Solución:

Se consideran glándulas exocrinas, ya que se definen las endocrinas como aquellas que vierten sus productos directamente al torrente circulatorio, mientras que se define a las exocrinas como aquellas que vierten sus productos al exterior del organismo o a cavidades internas, como es el caso del estómago.

- 3** Dibuja un esquema de un sarcómero dilatado y de uno contraído, e indica si en un músculo contraído se han alargado o se han acortado: las fibras de actina y las fibras de miosina. Justifica tus respuestas.

Solución:

Obsérvese la figura 1. 11 del tema.

Las fibrillas de actina y las de miosina, ni se acortan ni se alargan en ninguna de las dos posiciones; lo único que ocurre es que cuando la fibra (o célula) muscular se contrae, las fibrillas de actina se deslizan entre las de miosina, intercalándose más, con lo que cada sarcómero queda acortado, y el conjunto de la célula también.

- 4 Relaciona los conceptos de la columna de la izquierda con alguno de los tejidos vegetales de la columna de la derecha:

estomas
lenticelas
savia bruta
células petrosas
savia elaborada
almidón
resina
crecimiento en grosor
yema axilar

tejido liberiano
esclerénquima
epidermis
tejido secretor
súber
meristemo primario
meristemo secundario
parénquima de reserva
tejido leñoso

Solución:

estomas
lenticelas
savia bruta
células petrosas
savia elaborada
almidón
resina
crecimiento en grosor
yema axilar

epidermis
súber
tejido leñoso
esclerenquima
tejido liberiano
parénquima de reserva
tejido secretor
meristemo secundario
meristemo primario

- 5 Llena los huecos del siguiente cuadro relativo a los tipos de tejidos protectores de una planta. Algunos pueden aparecer en más de una casilla:

Características	Tipo de Tejido
Una sola capa de células	
Varias capas de células	
Formado por células vivas	
Formado por células muertas	
Tejido transparente	
Tejido opaco	
Tejido permeable	
Tejido impermeable	
Suele presentar pelos como especialización	
Suele presentar estomas	
Suele presentar lenticelas	

Solución:

Características	Tipo de Tejido
Una sola capa de células	Epidermis, exodermis (y endodermis)
Varias capas de células	Súber
Formado por células vivas	Epidermis, exodermis (y endodermis)
Formado por células muertas	Súber
Tejido transparente	Epidermis de raíz, tallos y hojas
Tejido opaco	Exodermis, (y endodermis), súber
Tejido permeable	Epidermis de raíz joven
Tejido impermeable	Epidermis de tallos y hojas, exodermis (y endodermis), súber
Suele presentar pelos como especialización	Epidermis de la raíz
Suele presentar estomas	Epidermis de hoja y de tallos
Suele presentar lenticelas	Súber

- 6 En la especie humana, el volumen de sangre es aproximadamente el 8 % de la masa corporal. Asimismo, el plasma representa el 55 % del volumen total de la sangre, correspondiendo el resto a las células. Suponiendo la densidad del cuerpo humano y de los humores internos igual a la unidad, calcula los gramos de glucosa que hay presentes en la sangre de una persona de 65 kg.

Para resolver esta cuestión necesitas el siguiente dato: la concentración de glucosa en el plasma sanguíneo en condiciones normales es de unos 100 mg / 100 ml.

Solución:

La concentración de glucosa en el plasma sanguíneo es del 1%, o sea, de 1 g/l.

Una persona de 65 Kg tendrá 5,2 litros de sangre (= 65 x 0,08)

De esos 5,2 litros de sangre, serán 2,86 l de plasma (= 5,2 x 0,55)

Por tanto habrá 2,86 g de glucosa (= 1 g/l x 2,86 l)

7 Según el número de terminaciones nerviosas, las neuronas reciben el nombre de monopolares, bipolares, tripolares... multipolares. La ramificación de una neurona monopolar se bifurca cerca del cuerpo celular en dos: una dendrita y un cilindroeje.

a. ¿Cuántas dendritas y cuántos cilindroejes tienen las neuronas tripolares? ¿Y las tetrapolares?

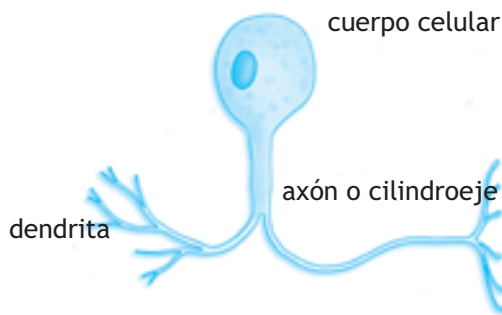
b. Dibuja un esquema de una neurona monopolar.

c. Explica por qué la forma estrellada de las neuronas es la forma más adecuada a las funciones del tejido nervioso.

Solución:

a. Las neuronas tripolares tendrán un cilindroeje y dos dendritas; las neuronas tetrapolares tendrán un cilindroeje y tres dendritas.

b.



c. Una neurona puede recibir información de otras neuronas a través de sus dendritas, que conectan (sin contactar, es decir, formando las sinapsis, que serán estudiadas en otro tema) con los axones de las neuronas que les envían información; al tener muchas dendritas distribuidas en forma estrellada, pueden recibir información de muchas neuronas distribuidas espacialmente en diversas direcciones.

C. TRABAJA CON IMÁGENES Y GRÁFICAS

1 a. ¿De qué tejidos se trata? Indica la función de cada uno de ellos.

b. ¿Dónde se localizan?

c. ¿Cómo son y cómo se denominan las células de cada uno de los tejidos?

Soluciones:

a, b y c.

- La primera micrografía es de un tejido epitelial pavimentoso pluriestratificado. Su función es de revestimiento y protección. Este tejido recubre algunos órganos internos, como el esófago. Sus células son planas y recuerdan a las de un pavimento, de ahí el nombre del tejido.

- La segunda micrografía es de tejido muscular estriado cardíaco. Su función es la contracción muscular que produce el movimiento del corazón. Se localiza en el corazón formando el miocardio. Sus células son mononucleadas y se llaman fibras musculares debido a que son alargadas y contienen en su interior miofibrillas contráctiles.

- La tercera micrografía es de tejido cartilaginoso hialino. Su función es de sostén y protección. Se localiza en la tráquea. Sus células se denominan condrocitos y se alojan en cavidades rodeadas de una cápsula.

- La cuarta micrografía es tejido nervioso. Su función es transmitir impulsos. Se localiza en los ganglios y en la médula espinal. Sus células llamadas neuronas son multipolares.

2 a. ¿Qué tienen en común y en qué se diferencian?

b. ¿Cuántos tipos de células tienen?

c. Indica la función de cada tipo de células.

Soluciones:

a. Los dos son tejidos epiteliales de células prismáticas y se diferencian en que en la superficie libre de las células el primer tejido tiene microvellosidades y el segundo tiene cilios.

b. En los dos tejidos hay dos tipos de células, las prismáticas y otras en forma de copa.

c. Las células prismáticas son las típicas de estos tejidos

epiteliales y revisten órganos internos. Las que revisten el intestino tienen microvellosidades cuya función es aumentar la superficie de absorción de las células. Las que revisten la traquea tienen cilios cuya función es expulsar las partículas sólidas del aire inspirado; dichas partículas quedan retenidas en la mucosidad y ésta es desplazada hacia el exterior del organismo por los movimientos de los cilios.

Las células en forma de copa son secretoras y segregan un mucus que recubre el tejido, la función de este mucus es protectora y humidificadora.

- 3** *a. Identifica los diferentes tipos de células de la sangre.*
b. Ordénalas por su abundancia y por su tamaño.
c. Indica la función que desempeñan.

Soluciones:

- a.* En la primera micrografía se observan glóbulos rojos y un glóbulo blanco granulocito neutrófilo. En la segunda se observan glóbulos rojos y plaquetas.
- b.* Por su abundancia, de más a menos: glóbulos rojos, plaquetas y glóbulos blancos.
Por su tamaño, de mayor a menor: glóbulos blancos, glóbulos rojos y plaquetas.
- c.* Los glóbulos rojos se encargan de transportar el oxígeno. La función de los glóbulos blancos es la defensa del organismo y las plaquetas intervienen en la coagulación de la sangre.

- 4** *a. Indica de qué tipo son estos tejidos vegetales y cuál es su función.*
b. ¿En qué partes de una planta se localizan?

Soluciones:

a y b.

- La primera micrografía es de tejido parenquimático clorofílico, formado por células con muchos cloroplastos. Se encarga de realizar la fotosíntesis. Se localiza en las hojas y tallos jóvenes de la planta.
- La segunda micrografía es de tejido conductor, tejido leñoso o xilema, formado por células cilíndricas muertas e impregnadas de lignina, sustancia que confiere dureza. Su función es transportar la savia bruta (agua y sales minerales) desde las raíces hasta las hojas. Se localiza en el interior de las raíces y tallos de la planta.
- La tercera micrografía es de tejido epidérmico con estomas. Su función es protectora como la de todos los tejidos epidérmicos y además a través de los estomas (orificios) se realiza el intercambio de gases de la planta con el exterior. Se localiza en el envés de las hojas de las plantas.

LOS SERES VIVOS Y LA ENERGÍA

3

1. INTRODUCCIÓN

Todos los seres vivos intercambian materia con el medio o con las células que las rodean y transforman energía para realizar sus funciones vitales, reproducirse y mantenerse, es decir, conservar sus propias estructuras. Los materiales necesarios, los nutrientes que se captan del exterior, han de sufrir una serie de transformaciones para poder ser útiles a las células como biomoléculas orgánicas. Además, en el interior de las células dichas biomoléculas o bien se transforman para proporcionar energía para las actividades celulares o bien son la materia prima para la biosíntesis de los compuestos estructurales de las células.

El tema, “Los seres vivos y la energía”, comienza explicando los intercambios de materia entre la célula y el medio y describiendo los procesos de difusión, ósmosis y transporte activo, endocitosis y exocitosis. A continuación, se plantea una introducción al metabolismo, en sus dos vertientes, anabolismo y catabolismo, para pasar a conocer las características de las reacciones metabólicas y la necesidad de un transportador de energía química en todas las células, el ATP; se termina esta parte dedicada al metabolismo con un estudio de las enzimas que son los catalizadores biológicos que facilitan las reacciones químicas en los seres vivos. Finaliza el tema con una parte dedicada a la incorporación y gasto de energía en los seres vivos, explicando brevemente la fotosíntesis, la respiración y la fermentación.

2. TEMPORALIZACIÓN

El tema podría desarrollarse en 8 sesiones, a las que habría que añadir al menos una sesión de evaluación.

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Explicar los mecanismos básicos de los procesos de intercambio de materia entre la célula y el medio.
2. Estudiar el metabolismo celular diferenciando sus dos vertientes: anabolismo y catabolismo.
3. Conocer las características de las reacciones metabólicas y la necesidad de las enzimas como biocatalizadores de dichas reacciones.
4. Describir el modo de acción de las enzimas y sus principales propiedades.
5. Destacar la importancia del ATP, como la molécula transportadora de energía, en los procesos metabólicos que se realizan en el interior de todas las células.
6. Conocer y comprender los procesos de incorporación y gasto de energía en los seres vivos.
7. Reconocer y valorar la necesidad de la fotosíntesis para todos los seres vivos.
8. Caracterizar las dos fases de la fotosíntesis cuyo resultado es la síntesis de materia orgánica.
9. Analizar y comparar la respiración y la fermentación como medios para obtener energía.

4. CONTENIDOS CONCEPTUALES

1. *Intercambio de materia entre la célula y el medio.*
 - Difusión
 - Ósmosis
 - Transporte activo
 - Endocitosis y exocitosis
2. *Introducción al metabolismo*
 - Catabolismo
 - Anabolismo
 - Características de las reacciones metabólicas
 - El ATP
3. *Las enzimas*
 - Modo de acción
 - Principales propiedades de las enzimas
4. *Incorporación y gasto de energía en los seres vivos*
5. *Fotosíntesis*
 - Elementos que intervienen en la fotosíntesis
 - Fase luminosa
 - Fase oscura
 - Utilización de los productos fotosintéticos por la planta
6. *Respiración*
 - Mitocondria
7. *Fermentación*
 - Fermentación alcohólica
 - Fermentación láctica

5. SOLUCIONES Y COMENTARIOS

A. ACTIVIDADES VINCULADAS AL TEXTO

1 Intercambio de materia entre la célula y el medio

■ Actividades pág. 55 ■

- A** Señala las diferencias entre el transporte activo y la difusión.
- B** ¿Qué pasaría si todas las sustancias se incorporaran a la célula por difusión? Razónalo.
- C** ¿Por qué procesos entran en un glóbulo blanco el O_2 , el agua, la glucosa y una bacteria? Explicalo.

Soluciones:

- A** Diferencias: la difusión es un proceso que no requiere energía (transporte pasivo), mientras que el transporte activo requiere energía.
- En la difusión las moléculas pasan desde la región de mayor concentración a otra de menor concentración. En el transporte activo las moléculas son transportadas, a través de la membrana, desde una región de baja concentración a otra de alta concentración.
- B** Si todas las sustancias se incorporaran a la célula por difusión, ésta no tendría ningún control sobre las sustancias que pudieran entrar o salir de ella y su medio interno sería igual al externo y variaría al variar éste.
- C** El oxígeno por difusión, el agua por ósmosis, la glucosa por difusión o por transporte activo y una bacteria por fagocitosis.

2 Introducción al metabolismo

■ Actividades pág. 57 ■

- A** Indica las actividades celulares que necesiten la energía del ATP para poder llevarse a cabo.
- B** Cita otras formas de energía en las que pueda transformarse la energía química en los seres vivos.
- C** ¿Qué es un catalizador? ¿Y una enzima? ¿Cómo actúan?

Soluciones:

- A** Necesitan la energía del ATP:
- Las reacciones anabólicas o de biosíntesis.
 - El transporte activo de moléculas e iones a través de la membrana.
 - Los movimientos celulares (contracción muscular, movimiento de cilios y flagelos, etc.).
- B** En los seres vivos la energía química del ATP puede transformarse en:
- Energía cinética, como son los movimientos celulares y los de los organismos.
 - Energía luminosa, como por ejemplo en ciertos hongos, microorganismos marinos, medusas, crustáceos y en las luciérnagas.
 - Energía eléctrica, como por ejemplo en la raya eléctrica o pez torpedo y en la anguila eléctrica.
 - Energía calorífica, que se pierde en todos los intercambios energéticos.
- C** Un catalizador es una sustancia que facilita una reacción química sin consumirse en el proceso y actúa disminuyendo la energía de activación necesaria para que las sustancias reaccionen.
- Una enzima es un biocatalizador, de naturaleza proteica, que acelera las reacciones químicas que tienen lugar en los seres vivos. Actúa igual que los catalizadores inorgánicos, disminuyendo la energía de activación necesaria para que las sustancias reaccionen.

3 Enzimas

■ Experimento pág. 59 ■

- A** Explica lo que ha ocurrido en cada uno de los tubos.
- B** ¿Cómo afectan las altas temperaturas a la actividad enzimática de la catalasa? Cita otro factor que pueda afectar a la actividad enzimática.
- C** ¿Sabrías decir ahora por qué se desprenden burbujas al poner agua oxigenada sobre una herida?

Soluciones:

- A** En el primer tubo que contiene la muestra y agua oxigenada, se observa un abundante desprendimiento de burbujas. Ello es porque la catalasa presente en la muestra actúa

descomponiendo el agua oxigenada en agua y oxígeno, desprendiéndose este último en forma de burbujas.

En el segundo tubo que contiene la muestra y agua (control) no se produce la reacción, puesto que no está presente el sustrato (agua oxigenada) sobre el cual actúa la catalasa de la muestra.

En el tercer tubo tampoco se produce la reacción.

- B** La actividad enzimática de la catalasa se pierde por la acción de las altas temperaturas. Ello se debe a que la catalasa es una proteína y se desnaturaliza a altas temperaturas, con lo que pierde su estructura tridimensional y por tanto su función.

Otro factor que puede afectar a la actividad enzimática es el pH. La mayoría de las enzimas trabajan a pH neutro y los cambios de pH afectan a su actividad.

Para comprobar cómo afectan los cambios de pH a la actividad enzimática de la catalasa se puede realizar el experimento siguiente:

- Poner en un tubo de ensayo 3 ml. de una solución 0.1 M de HCl y en otro tubo 3 ml de una solución 0.1 M de NaOH.
- Añadir a cada tubo de ensayo una porción de alguno de los productos citados anteriormente, de origen animal o vegetal.

- A continuación, añadir 3ml de agua oxigenada a cada uno de los tubos, agitar y observar lo que ocurre.

- C** Porque la catalasa que se libera de las células dañadas actúa sobre el agua oxigenada descomponiéndola en agua y oxígeno, que se desprende en forma de burbujas.

■ Actividades pág. 59

- A** *El alcohol es una sustancia estable y por ello si ponemos una determinada cantidad del mismo en un recipiente cerrado al cabo de un año continuará allí; sin embargo, si un ser humano ingiere alcohol, al poco tiempo éste se descompone en su cuerpo. ¿Qué crees que ha ocurrido? Razónalo*
- B** *Indica las características del centro activo de una enzima.*
- C** *¿Por qué cuando se desnaturaliza una enzima pierde su función?*
- D** *¿Por qué en una célula hay miles de enzimas diferentes?*
- E** *¿Qué factores afectan a la actividad enzimática?*

Soluciones:

- A** Que el alcohol (es decir, el etanol) es metabolizado en el interior del ser humano, siendo el primer paso de este proceso su oxidación a acetaldehído. Esta reacción es catalizada por la enzima alcohol deshidrogenasa, que se localiza en el citosol de las células hepáticas y también por la catalasa presente en los grandes peroxisomas de dichas células.

- B** La unión del sustrato a la enzima tiene lugar en un sitio preciso: el centro activo. El centro activo es una pequeña parte de la estructura de la enzima que tiene forma de hueco o cavidad y está recubierta por las cadenas laterales de algunos -comparativamente pocos- de los aminoácidos de la enzima.

En el centro activo hay aminoácidos encargados de reconocer el sustrato para la formación del complejo ES y otros encargados de la fase catalítica, es decir, de la conversión del sustrato (S) en producto (P).

- C** Porque pierde su estructura tridimensional, con lo que el centro activo, que representa una pequeña parte de su estructura, se modifica y pierde su actividad. Debido a ello el sustrato no puede unirse a la enzima y no se lleva a cabo la reacción.

- D** Porque en una célula se llevan a cabo miles de reacciones diferentes y cada una de ellas está catalizada por una enzima. Hay que recordar que una de las propiedades de las enzimas es su especificidad, es decir, que cada enzima cataliza sólo una reacción o un tipo de reacciones muy relacionadas.

- E** Las altas temperaturas y los cambios de pH.

5 Fotosíntesis

■ Actividades pág. 61

- A** *Observa la figura 5.1 e identifica los distintos tipos de células presentes en una hoja. ¿En qué células se realizará la fotosíntesis más rápidamente y en cuales menos rápidamente? ¿En qué células no se producirá la fotosíntesis? Razona la respuesta.*
- B** *Un agricultor echa a sus cultivos abono nitrogenado. ¿Es correcto hacerlo? Razónalo.*
- C** *Si una planta verde que está a la luz la ponemos en la oscuridad total, ¿crees que dejará de fabricar azúcar enseguida? Razona la respuesta.*

Soluciones:

A En la figura 5.1 se pueden distinguir los siguientes tipos de células de una hoja:

- Las células epidérmicas no clorofílicas de la epidermis del haz.

- Las células del parénquima clorofílico en empalizada. Este parénquima está formado por células prismáticas ordenadas a modo de empalizada, que se disponen en una o varias capas por debajo de la epidermis del haz.

- Las células del parénquima clorofílico lagunar. Este parénquima está formado por células dispuestas en forma irregular, con grandes espacios entre ellas por donde circula aire y agua.

- Células epidérmicas no clorofílicas y las células de los estomas que sí tienen clorofila en la epidermis del envés. Esta epidermis está interrumpida por unos orificios, llamados estomas, delimitados por un par de células en forma de habichuela que regulan la apertura del orificio. A través de los estomas tiene lugar el intercambio de gases necesario para la respiración y para la fotosíntesis.

La fotosíntesis se realiza más rápidamente en las células de los estomas y en las células del parénquima clorofílico lagunar que están sobre la epidermis del envés, ya que a través de los estomas penetra el aire y circula por los huecos que quedan entre las células.

La fotosíntesis se realiza más lentamente en las células del parénquima clorofílico en empalizada, ya que estas células se disponen sin dejar huecos entre ellas.

No se realiza la fotosíntesis en las células epidérmicas del haz y del envés porque no tienen clorofila.

B Sí, porque para fabricar proteínas una planta necesita nitrógeno y azufre, además de carbono, hidrógeno y oxígeno. Estos elementos los obtiene del medio en forma de sales minerales. El nitrógeno para esta síntesis viene de los nitratos que son absorbidos del suelo por las raíces. El azufre es absorbido del suelo en forma de sulfatos.

C Dejará de fabricar azúcar al cabo de un breve espacio de tiempo, ya que aunque este proceso de síntesis no depende directamente de la luz, sí depende de los productos de la fase luminosa.

Actividades pág. 63

A ¿Qué sustancias debe tomar una planta para llevar a cabo la fotosíntesis? ¿De dónde debe obtener estas sustancias?

B ¿Qué procesos químicos ocurren durante la fotosíntesis? ¿Cuáles tienen lugar sólo en presencia de luz y cuáles pueden ocurrir en ausencia de luz? ¿Cuál es la reacción

global de la fotosíntesis? ¿De qué molécula deriva el oxígeno?

C Si se pone una planta verde en la oscuridad durante una semana más o menos, las hojas se vuelven amarillas. Si después se pone la planta a la luz, unos días más tarde las hojas vuelven a ser verdes otra vez. Sugiere una explicación para este hecho. ¿Cómo podrías averiguar si el amarilleamiento de las hojas impide que realicen la fotosíntesis? ¿Qué le ocurrirá a la planta si se deja en la oscuridad para siempre? Razona la respuesta.

Soluciones:

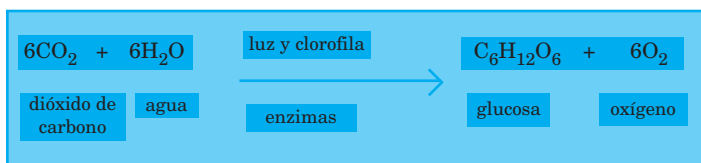
A Agua, sales minerales y CO_2 . El agua y las sales minerales proceden del suelo y son llevadas a las células de las hojas por los vasos conductores, que se extienden desde la raíz al tallo y las hojas; y el CO_2 de la atmósfera que penetra en la hojas a través de los estomas y se difunde a las células clorofílicas.

B La absorción de la energía de la luz por la clorofila y su transformación en energía química en forma de ATP. Para la realización de este proceso es indispensable la presencia de luz.

La descomposición del agua en hidrógeno y oxígeno. El hidrógeno se utilizará en la fase siguiente y oxígeno es liberado al medio. Esta reacción se realiza en presencia de luz.

La reducción del carbono procedente del CO_2 para formar glucosa y otros compuestos orgánicos. Para ello, se utilizan el hidrógeno y la energía del ATP, obtenidos en la fase luminosa. Por ello, este proceso puede realizarse durante un breve espacio de tiempo en la oscuridad, ya que aunque no depende directamente de la luz, sí depende de los productos de la fase luminosa.

La reacción global que resume todo el conjunto de reacciones químicas de la fotosíntesis es la siguiente:



El oxígeno procede del agua y se desprende en la fase luminosa.

C En la oscuridad la clorofila se descompone ya que no es necesaria para la planta y por ello las hojas se vuelven amarillas. Lo contrario ocurre al volver a poner la planta a la luz, ya que se sintetiza la clorofila para poder realizar la fotosíntesis.

Para averiguar si el amarilleamiento de las hojas impide que se realice la fotosíntesis, se podría detectar la presencia de almidón en una hoja amarilla y en otra verde, ya que la presencia de almidón en una hoja es una prueba de que la fotosíntesis ha tenido lugar. Para ello, ver Investigaciones y Técnicas de este mismo tema.

Si se deja una planta en la oscuridad para siempre se muere, ya que al no poder realizar la fotosíntesis no fabrica la materia orgánica que necesita para realizar sus actividades vitales.

6 Respiración

Actividades pág. 64

- A** ¿Cuáles de las siguientes afirmaciones son verdaderas? Si un organismo respira sería de esperar que expulse CO_2 , pierda calor, degrade nutrientes, use oxígeno, gane peso, se mueva.
- B** Tanto la fotosíntesis como la respiración tienen lugar en las plantas verdes. Compara estos dos procesos de acuerdo con el siguiente planteamiento:
- materia prima, productos, conversiones de energía
 - dónde y cuándo ocurre cada proceso
 - la principal función de cada proceso
 - los factores que afectan a la velocidad de cada proceso.

Soluciones:

- A** Son verdaderas las siguientes afirmaciones: expulse CO_2 , pierda calor, degrade nutrientes, use oxígeno.
- B**
- Fotosíntesis.
- Materia prima: agua, sales minerales y CO_2 . Productos: glucosa y oxígeno. La energía luminosa se transforma en energía química.
- Se realiza en los cloroplastos durante el día.
- Su principal función es la síntesis de materia orgánica.
- Su velocidad se ve afectada por: la intensidad de la luz, la concentración de CO_2 , la concentración de O_2 y la temperatura.
- Respiración.
- Materia prima: glucosa y oxígeno. Productos: CO_2 y agua. La energía química almacenada en la glucosa se libera y se utiliza para formar ATP.

Se realiza en las mitocondrias tanto de día como durante la noche.

Su principal función es la obtención de energía.

Su velocidad se ve afectada por: la concentración de CO_2 , la concentración de O_2 y la temperatura.

7 Fermentación

Actividades pág. 65

- A** Si, en una sola palabra, tuvieras que decir algo sobre la respiración, ¿qué palabra elegirías de la siguiente lista: intercambio de gases, energía, oxígeno, célula, nutriente?
- B** ¿Cuáles son las diferencias principales entre la respiración aeróbica y la fermentación?
- C** ¿Qué orgánulos celulares producen la mayor parte del ATP en una célula?
- D** ¿Cuáles son los productos finales de la fermentación alcohólica? ¿Son tóxicos para las células?

Soluciones:

- A** Energía, puesto que la respiración celular es el proceso mediante el cual los seres vivos obtienen la energía necesaria para llevar a cabo todas sus actividades vitales.
- B** En la respiración aeróbica (con oxígeno) la glucosa se oxida completamente dando como productos finales compuestos inorgánicos (CO_2 y H_2O) y liberando una gran cantidad de energía que se utiliza para formar 38 ATP.
- En la fermentación (sin oxígeno) la glucosa se oxida parcialmente dando como productos finales pequeños compuestos orgánicos (alcohol, ácido láctico, etc.) y liberando una pequeña cantidad de energía que se utiliza para formar 2 ATP.
- C** En las células animales las mitocondrias y en las células vegetales las mitocondrias y los cloroplastos.
- D** Alcohol etílico o etanol y CO_2 . Sí, por ello hay que eliminarlos. El CO_2 es expulsado al exterior de la célula por difusión y el etanol es metabolizado.

B. ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

- 1 Señala las diferencias y semejanzas entre difusión y ósmosis. Explica la importancia de estos fenómenos para los seres vivos.

Solución:

Semejanzas: Se trata en ambos casos de procesos de paso de sustancias a través de una membrana que no requieren energía (transporte pasivo), ya que las moléculas pasan desde la región de mayor concentración a otra de menor concentración.

Diferencias: En la ósmosis se trata del paso de moléculas de agua a través de una membrana semipermeable; dicha membrana sólo deja pasar el agua y no las sustancias disueltas. La difusión es el paso de gases y otras sustancias disueltas a través de una membrana permeable a las mismas.

- 2 Las plantas absorben sustancias, tales como los iones nitratos, del suelo por transporte activo.

- a) ¿Qué significa el término transporte activo?
- b) ¿Por qué las plantas necesitan tomar nitratos?
- c) ¿Qué otros iones toman las plantas y para qué?

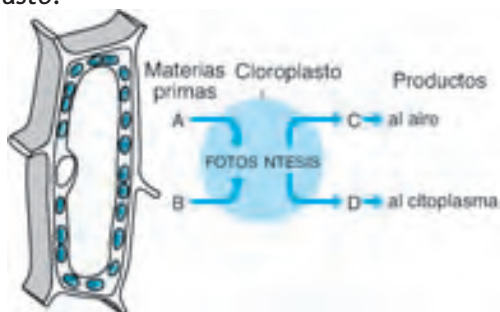
Solución:

a) Que el transporte de moléculas a través de la membrana requiere energía por realizarse desde zonas de menor concentración a otras de mayor concentración.

b) Porque el nitrógeno es necesario para sintetizar las proteínas y este elemento lo toman las plantas en forma de nitratos que son absorbidos del suelo por las raíces.

c) Toman sulfatos ya que el azufre que contienen es necesario también para la síntesis de las proteínas y fosfatos necesarios para la síntesis de los ácidos nucleicos, DNA y RNA, y para el ATP.

- 3 El siguiente esquema resume la fotosíntesis en un cloroplasto.



- a) Indica lo que son A, B, C y D.
- b) Nombra un compuesto de reserva insoluble que se forme en la hoja a partir de D.
- c) Explica como afectaría a la fotosíntesis si se engrasara el envés de una hoja.

Solución:

a) A es el agua y las sales minerales; B es el dióxido de carbono; C es el oxígeno y D es la glucosa.

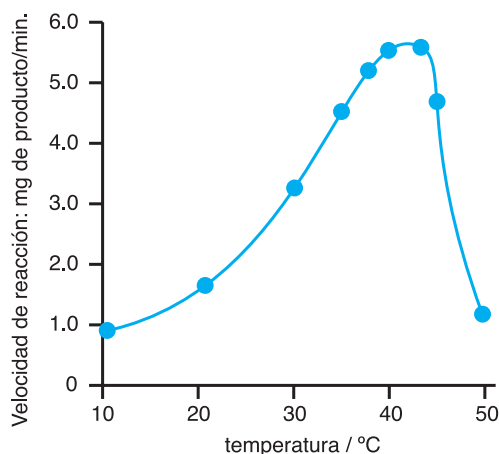
b) El almidón.

c) Prácticamente no se podría realizar la fotosíntesis ya que se cubrirían los estomas que predominan en el envés de la hoja y ello impediría el intercambio de gases, tomar CO_2 y expulsar el O_2 , necesario para la misma.

- 4 Un investigador ha realizado un experimento para conocer el efecto de la temperatura en una determinada reacción metabólica. Sus resultados se muestran en la gráfica.

¿Cuál es la temperatura óptima de dicha reacción enzimática?

Explica el efecto de la temperatura sobre la velocidad de la reacción.



Solución:

La temperatura óptima de la reacción es de 42 °C.

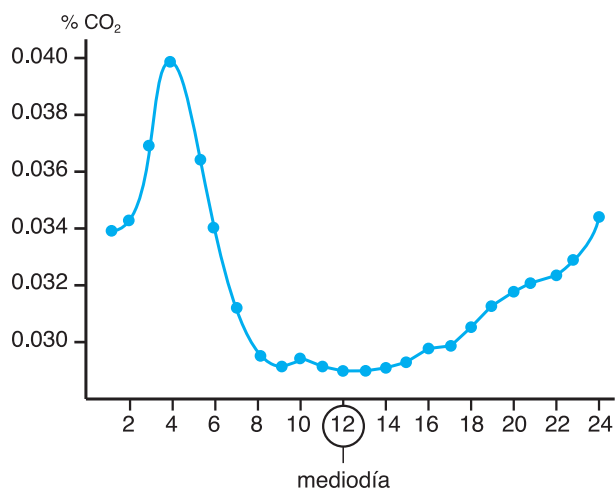
Normalmente, las reacciones químicas se aceleran al aumentar la temperatura. Esto es porque al aumentar la temperatura las moléculas se mueven más rápidamente y por tanto el número de choques se incrementa y reaccionan con más frecuencia.

En las reacciones enzimáticas se da también este efecto, pero con una particularidad puesto que las enzimas son proteínas y por encima de una determinada temperatura se desnaturalizan, esto es, pierden su estructura

tridimensional y con ello su función, con lo que a partir de dicho valor de la temperatura la velocidad de la reacción comienza a disminuir.

Como consecuencia, las enzimas tienen una temperatura óptima, aquella en la que se da el máximo de actividad. En la mayoría de los casos la temperatura óptima coincide más o menos con aquella a la que la enzima trabaja habitualmente. Así, la mayoría de las enzimas de mamíferos tienen temperaturas óptimas entre 35 y 40 °C.

- 5** La gráfica muestra los cambios a lo largo de un día de la concentración de CO_2 , un metro por encima de un cultivo agrícola, en el mes de Julio. Explica los cambios en la concentración de CO_2 , teniendo en cuenta lo que has aprendido sobre respiración y fotosíntesis.



Solución:

Los cambios en la concentración de CO_2 a lo largo del día, un metro por encima de un cultivo agrícola están relacionados con la intensidad de la fotosíntesis y la respiración de las plantas.

En presencia de luz las plantas verdes realizan la fotosíntesis tomando dióxido de carbono y expulsando oxígeno. Este intercambio de gases es opuesto al que se produce en la respiración, pero no debe pensarse que las plantas verdes no respiran. La energía que ellas necesitan para todos sus procesos vitales -aparte de la fotosíntesis- viene de la respiración y se realiza continuamente, utilizando oxígeno y produciendo dióxido de carbono.

Durante las horas del día, las plantas realizan tanto la fotosíntesis como la respiración, por tanto, todo el dióxido de carbono producido por la respiración es utilizado en la fotosíntesis. Al mismo tiempo, todo el oxígeno necesario para la respiración es proporcionado por la fotosíntesis. Sólo cuando la velocidad de la fotosíntesis sea

superior a la de la respiración las plantas tomarán de la atmósfera el dióxido de carbono y expulsarán a la misma el exceso de oxígeno. Esto ocurre, como se observa en la gráfica entre las ocho de la mañana y las seis de la tarde.

Por la noche no se realiza la fotosíntesis pero sí la respiración, por ello la concentración de CO_2 en el aire que rodea al cultivo aumenta.

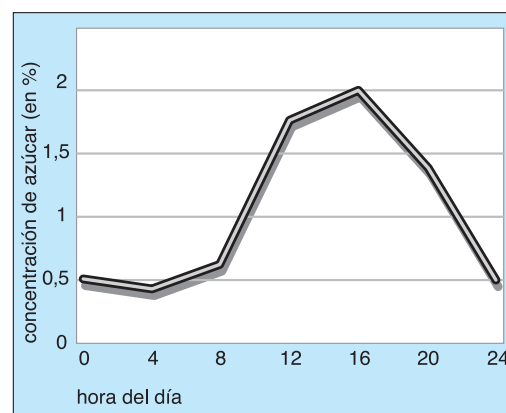
- 6** Un científico cultiva cereales en el campo. A lo largo de un día toma varias plantas, cada cuatro horas, y mide la cantidad de azúcar en las hojas. Las concentraciones de azúcar, expresadas como un porcentaje de la masa seca de las hojas, se dan a continuación.

Hora del día	4	8	12	16	20	24	4
Concentración de azúcar	0,45	0,60	1,75	2,00	1,40	0,50	0,45

- Representa los datos en una gráfica, poniendo la concentración de azúcar en el eje vertical.
- ¿Cuál es la concentración de azúcar en las hojas a las 10 horas y a las 14 horas?
- ¿A qué hora del día es máxima la concentración de azúcar en la hoja?
- Explica los cambios que ocurren en la concentración de azúcar a la largo del periodo de 24 horas de un día.

Solución:

a)



- A las 10 horas 1.2 y a las 14 horas 1.9.
- A las 16 horas.
- La concentración de azúcar en las hojas depende de la intensidad de la fotosíntesis, ya que es el producto final de dicho proceso.

La concentración de azúcar en las hojas es más baja por la noche (a las 4 h.) puesto que no se está realizando la fotosíntesis. Al comenzar el día (a las 8 h.) se realiza la fotosíntesis y la cantidad de azúcar aumenta y continúa haciéndolo hasta las 16 horas en las que la intensidad fotosintética es máxima. Luego la intensidad fotosintética disminuye y la concentración de azúcar desciende; a partir de las 20 horas ya no se realiza la fotosíntesis pero la concentración de azúcar continúa descendiendo hasta llegar al mínimo a las 4 de la noche. Por tanto, durante la noche los azúcares formados en la hoja como consecuencia de la fotosíntesis son exportados al resto de la planta.

- 7** Cuando se coloca una célula hipertónica en agua, las moléculas de agua se desplazan rápidamente al interior de la célula. Si se introduce la célula en un medio hipotónico, sin embargo, las moléculas salen de la célula y pasan al medio que las rodea. ¿Cómo una molécula individual de agua sabe hacia donde tiene que dirigirse?

Solución:

Las moléculas de agua se mueven continuamente en todas direcciones y como resultado de este movimiento las moléculas se separan unas de otras de modo uniforme atravesando la membrana semipermeable indistintamente en un sentido o en otro.

Al colocar una célula hipertónica en agua, hay más moléculas de agua fuera de la célula que dentro, por ello, entran más moléculas a la célula de las que salen de ella, con lo que el balance neto es que las moléculas se desplazan al interior de la célula.

Si se introduce la célula en un medio hipertónico, hay más moléculas de agua dentro de la célula que fuera, por ello, salen más moléculas de la célula de las que entran a ella, con lo que el balance neto es que las moléculas se desplazan al exterior de la célula.

C. ACTIVIDADES DE LOS DOCUMENTOS

En este documento se pone de manifiesto el papel decisivo que tuvo el estudio de la fermentación en el nacimiento de la Bioquímica moderna.

La importancia del trabajo realizado sobre la fermentación en las levaduras muy pronto resultó ser mucho mayor de lo que nunca hubiera podido soñarse, porque se descubrió que los extractos de animales superiores también son capaces de realizar muchas de las reacciones desarrolladas por las levaduras. Se empleó mucho el músculo de mamífero, tejido muy activo en la degrada-

ción de los hidratos de carbono, y los informes sobre los trabajos realizados con sus extractos fueron parejos con los realizados en levaduras durante la primera mitad del siglo actual.

Estas investigaciones pusieron de manifiesto la enorme coincidencia entre la levadura y el músculo en lo que se refiere a la degradación del azúcar. Por tanto, el hecho de que células tan distintas en la clasificación biológica difieran tan poco en una vía metabólica importante, constituye una notable demostración de la unidad bioquímica de toda la materia viva. Esta unidad contrasta de manera extraordinaria con la impresionante variedad de seres vivos, pero cuanto más se disecan los organismos y menores son las porciones obtenidas, tanto más se parecen; lo que ya se inició con la teoría celular, la bioquímica lo ha confirmado poniendo de manifiesto semejanzas básicas del plan fundamental.

Cuestiones:

1. El pensamiento de Liebig respecto a la fermentación contiene algunos aspectos erróneos y otros acertados, ¿sabías identificarlos?
2. La fermentación alcohólica es un proceso catabólico de los glúcidos. ¿Puede realizarlo cualquier organismo?
3. En el tejido muscular, cuando escasea el oxígeno, tiene lugar un proceso semejante a la fermentación alcohólica pero el producto final es el ácido láctico. ¿Qué ocurriría si el producto final de esta degradación fuese alcohol?
4. Se ha dicho, festivamente, que la Bioquímica debe más a la sed de alcohol del hombre que a otras causas. ¿Encierra algo de verdad esta frase?

Soluciones:

1. Aspectos correctos: el agente que causa la fermentación (conjunto de enzimas) es una sustancia (conjunto de sustancias) orgánica muy delicada, pero no es en sí misma un ser vivo.

Aspectos erróneos: la sustancia que causa la fermentación se forma por interacción del aire con alguna materia de los jugos vegetales en descomposición.

2. Analogías: en ambos procesos la glucosa se descompone en sustancias más sencillas y se obtiene energía.

Diferencias: la fermentación es un proceso anaeróbico, mientras que la respiración es aeróbica; la degradación de la glucosa es más completa en la respiración, dando como producto final H_2O y CO_2 .

La fermentación alcohólica sólo pueden realizarla determinados organismos, como las levaduras.

3. Que en vez de las conocidas agujetas, experimentaríamos sensación de embriaguez alcohólica debido a la producción de alcohol en los músculos. Bastaría con darnos una carrerita para experimentar esa sensación.

4. Es evidente que la investigación de la fermentación alcohólica, tal y como se describe en el documento, hizo avanzar considerablemente a la Bioquímica. Sin embargo, aparte de este episodio inicial, los problemas que han espoleado a los investigadores bioquímicos han sido otros, a veces relacionados con la erradicación de enfermedades, en ocasiones por cuestiones de índole económica y muchas veces para satisfacer el afán humano de entender la Naturaleza.

LA CLASIFICACIÓN Y LA DIVERSIDAD DE LA VIDA

4

1. INTRODUCCIÓN

En este Tema se aborda la cuestión de la biodiversidad y la clasificación de los seres vivos, a fin de situar ordenadamente la rica diversificación de modelos de organización de los organismos. En este punto, se echa mano de los conocimientos previos del alumnado sobre la evolución de los seres vivos, que se estudió en el curso anterior (4º ESO) y también se vuelve a tratar este mismo curso en la asignatura de Ciencias para el Mundo Contemporáneo, a fin de que alumnos y alumnas sepan valorar la importancia de que los sistemas de clasificación respondan a un parentesco real entre las especies.

El tema comienza con la descripción de las categorías taxonómicas en las que se agrupan los seres vivos según su grado de parentesco. Se hace hincapié en el estudio de la especie como una categoría taxonómica que se delimita intuitivamente ya que las especies son tipos diferentes de seres vivos.

A continuación se describen las características de los cinco grandes Reinos en los que se agrupan los seres vivos y dentro de estos los principales *phylum*.

2. TEMPORALIZACIÓN

El tema podría desarrollarse en 6 sesiones, a las que habría que añadir una sesión para su evaluación.

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Analizar los criterios que se siguen para establecer una clasificación coherente de los seres vivos.
2. Relacionar los hechos más significativos de la teoría del origen de la vida y de la evolución con el establecimiento de la biodiversidad.
3. Relacionar los conocimientos elementales del hecho evolutivo con los criterios de clasificación de los organismos.
4. Definir los conceptos de taxón, de las diversas categorías taxonómicas, y especialmente del concepto de especie.
5. Identificar y relacionar las características diferenciales de los cinco reinos y de sus phylum más importantes.
6. Describir las características de los grupos más importantes de organismos, recurriendo a ejemplos fáciles de conocer por el alumnado.
7. Identificar los seres vivos y asociarlos a los principales grupos taxonómicos en los que se integran.
8. Realizar algunas clasificaciones de organismos utilizando tablas dicotómicas sencillas.
9. Resolver problemas de ubicación de diversas especies en categorías taxonómicas superiores.
10. Usar adecuadamente los criterios de clasificación para obtener clasificaciones que respondan a las relaciones filogenéticas entre las especies.

4. CONTENIDOS CONCEPTUALES

1. *Categorías taxonómicas*
 - La especie
 - El nombre de las especies
2. *Reino Moneras*
 - Eubacterias
 - Archeobacterias
3. *Reino Protocistas*
 - Protozoos
 - Algas
 - Hongos inferiores
4. *Reino Hongos*
 - Modo de reproducción
5. *Reino Plantas*
 - Plantas no vasculares: Briofitas
 - Plantas vasculares: Pteridofitas
 - Plantas vasculares con semillas: Espermatofitas
6. *Reino Animales*
 - Invertebrados no Artrópodos
 - Artrópodos
 - Cordados

5.SOLUCIONES Y COMENTARIOS DE LAS ACTIVIDADES

A. ACTIVIDADES INTERCALADAS EN EL TEXTO

1 Las categorías taxonómicas

■ Actividades pág. 73

- A** El oso pertenece al grupo de los Mamíferos, también al de los Úrsidos, y también al de los Carnívoros. Estos tres taxones son de tres categorías: Familia, Orden y Clase. Señala a qué Familia, a qué Orden y a qué Clase pertenece el oso, y justifica en qué te has basado para adjudicar su categoría a cada taxón.
- B** Considera ahora las líneas evolutivas que llevaron desde un primitivo mamífero hasta el oso, el perro y el caballo. ¿Cuáles crees que se separarían antes, la del oso y el caballo, o la del oso y el perro? Justifica tu respuesta.

Soluciones:

- A** Familia Úrsidos, Orden Carnívoros y Clase Mamíferos. Para adjudicar las categorías a cada taxón nos podemos basar en la amplitud de cada taxón: hay muchos mamíferos que no son carnívoros, y hay muchos carnívoros poco emparentados con el oso.
- B** Teniendo en cuenta que el perro es también carnívoro, y en cambio el caballo no lo es, es de suponer que se separaron más pronto las líneas del oso y el caballo que las del oso y el perro.

2 Reino Moneras

■ Actividades pág. 75

- A** Observa que en ninguno de los grupos de Moneras se ha citado la existencia de la reproducción sexual. Repasa lo estudiado al hablar del concepto de especie, y razona cómo se delimitarán las diferentes especies de eubacterias y arqueobacterias.
- B** Teniendo en cuenta los modos de vida que has estudiado para los diferentes grupos de Moneras, intenta hacer una clasificación en grupos de moneras beneficiosos y moneras perjudiciales para la especie humana.

Soluciones:

- A** - Las especies de Moneras habrán de delimitarse por criterios morfológicos, pero teniendo en cuenta su reducido tamaño, y por tanto la dificultad de contar con muchos rasgos relativos a la forma y estructura de su cuerpo, adquieren especial importancia los rasgos relativos a su metabolismo: sustancias que necesitan incorporar en la dieta y sustancias que han de ingerir necesariamente por el hecho de ser incapaces de sintetizarlas.
- B** Moneras beneficiosos: las cianobacterias, por su importante papel ecológico en la base de los ecosistemas; las arqueobacterias, las bacterias quimiosintéticas y fotosintéticas, las bacterias saprofitas que producen la descomposición de los cadáveres, por sus papeles ecológicos importantes en la cadena trófica de los ecosistemas; las bacterias que viven en simbiosis con plantas y animales, ya que directa o indirectamente pueden producir beneficios para nuestra especie; las bacterias productoras de antibióticos, o de fermentaciones que producen algún tipo de alimento (bacterias lácticas, por ejemplo).
- Moneras perjudiciales: los micoplasmas; las bacterias parásitas de plantas o animales (patógenas, o sea, que producen enfermedades); las bacterias saprofitas que producen la alteración de los alimentos almacenados.
- Como puede verse, la amplitud de formas de vida en el grupo de las bacterias hace muy difícil trazar una línea divisoria que separe en los dos grandes agrupaciones (beneficiosos / perjudiciales) a los diferentes grupos de bacterias delimitados por razones de parentesco filogenético.

3 Reino Protocistas

■ Actividades pág. 77

- A** Explica qué tienen en común los protozoos microscópicos y las algas arborescentes, como los sargazos, para clasificarlos en el mismo Reino.
- B** Explica qué tienen en común los Mixomicetos, parásitos o comedores de materia orgánica en descomposición, y las algas, autótrofas, para que se les clasifique en el mismo Reino.

Soluciones:

- A Atendiendo a la caracterización del Reino que se hace al comienzo del apartado, los protozoos y las algas arborescentes tienen en común el estar formados por células eucariotas y por el hecho de carecer de embriones y de tejidos diferenciados morfológica y funcionalmente.
- B Tienen en común la ausencia de tejidos diferenciados y la presencia de células sexuales y/o esporas flageladas.

4 Reino Hongos

■ Actividades pág. 79

- A *¿Qué tienen en común los tres modos de alimentarse los Hongos?*
- B *¿Puede haber algún otro modo de nutrición heterótrofa diferente de los que presentan los Hongos? Indica cuál y qué tipo de organismos lo presentan.*
- C *¿Por qué razón la clasificación de los Hongos no se hace atendiendo a su modo de vida sino a su modo de reproducirse. Para responder, ten en cuenta la capacidad de adaptación de los organismos al ambiente, y qué puede quedar más afectado, su modo de nutrirse o su modo de reproducirse.*

Soluciones:

- A Los tres modos de nutrirse son tres modalidades de nutrición heterótrofa, es decir, que en los tres casos se incorpora materia orgánica al organismo, que constituirá tanto la fuente de materia como la de energía para el desarrollo y las actividades vitales.
- B En la biofagia un organismo ingiere activamente a otro organismo o a una parte del mismo; es la manera de nutrirse de los animales y de muchos protozoos. También se puede citar la necrofagia y la coprofagia, que es la ingestión de cadáveres y de excrementos respectivamente, y que son en realidad modalidades especializadas de la biofagia propia de animales carroñeros (buitres, hienas, escarabajos...).
- C Según el modelo de evolución divergente propio del neodarwinismo, las especies ancestrales dan lugar a diferentes especies porque diversas poblaciones de la especie van sufriendo transformaciones divergentes que las adaptan mejor a ambientes diferentes, o a la consecución del alimento por especializaciones diferentes. Ahora bien, las

especies derivadas presentarán algunos rasgos morfológicos comunes que constituirán como una evidencia de su origen común, puesto que el proceso evolutivo es lento y no hace desaparecer de golpe los rasgos ancestrales.

Como dice el enunciado de la cuestión, la adaptación al medio afecta más a las necesidades nutritivas que a las de reproducción, ya que un mismo modelo reproductivo puede ser válido para ambientes muy diferentes. Por eso es de suponer que los rasgos comunes de las especies emparentadas estarán más relacionadas con la manera de reproducirse que con la manera de nutrirse.

5 Reino Plantas

■ Actividades pág. 81

- A *¿Qué características tuvieron que adquirir las algas verdes para conquistar la Tierra y dar lugar a las plantas?*
- B *¿Qué ventaja supuso para las plantas terrestres la adquisición de vasos conductores?*

Soluciones:

- A Tuvieron que adquirir las siguientes características: una cutícula para evitar la desecación de la planta en el medio terrestre; la presencia de gametángios que contienen a los gametos y evitan su desecación; la formación de embriones con cubiertas protectoras y el desarrollo de esporas con las paredes más gruesas.
- B Que evolucionaron rápidamente dando lugar a plantas cada vez más grandes.

6 Reino Animales

■ Actividades pág. 84

- A *Repasa los grupos de animales estudiados y clasifícalos en dos grupos: móviles e inmóviles.*
- B *Verás que hay representantes de los dos grupos que tú has hecho en casi todos los grupos estudiados. ¿Por qué la clasificación no se basa en el criterio de la movilidad sino en los otros caracteres utilizados? Piensa, para redactar tu respuesta, en qué criterios dan más información sobre el parentesco de los organismos: las adaptaciones al tipo de vida o la estructura interna.*

Soluciones:

A Móviles: medusas, Nematodos, Anélidos, Cefalópodos, Equinodermos.

Inmóviles: Poríferos, Pólipos, Platelmintos, Bivalvos.

B Animales con una misma estructura interna (número de capas de células, tipos de órganos internos) pueden adaptarse a vivir en diferentes condiciones ambientales o responder de forma diversa a la presión del ambiente, y así se ve que hay Celentéreos fijos al fondo del mar (pólipos) y otros que flotan sobre el agua (medusas). Estas diferentes adaptaciones suponen cambios evolutivos, pero mucho menores que aquellos que supondrían la adquisición de nuevas capas de células o de nuevos órganos internos, porque eso supone un cambio en la planificación del desarrollo embrionario, y este desarrollo es más independiente de la presión del ambiente, como se deduce del hecho de que en un mismo hábitat (el fondo del mar, por ejemplo) viven animales de muy diferente estructura interna: Pólipos, Anélidos, Bivalvos, Equinodermos...

Por eso se piensa que el tipo de estructura interna puede revelar mejor el parentesco entre dos especies que el modo de locomoción o de conseguir alimento.

Actividades pág. 85

A Los Artrópodos tienen una gran incidencia en la vida del hombre. Cita especies de Artrópodos que afecten a nuestra especie en las siguientes actividades, indicando también a qué Clase pertenecen:

- Se usan como alimento.
- Son parásitos del hombre o del ganado.
- Constituyen plagas dañinas para la agricultura.
- Combaten a las especies que producen plagas agrícolas.
- Producen productos de valor económico (alimentos, fibras textiles...).
- Son polinizadores.

Soluciones:

A

- Se usan como alimento.

Crustáceos: gambas, cigalas, langostas, cangrejos, percebes... (o sea, los mariscos).

En algunas culturas se usan como alimento insectos (algunas hormigas, saltamontes) y arácnidos (algunas arañas).

- Son parásitos del hombre o del ganado.

Insectos: moscas, mosquitos, pulgas, piojos.

Arácnidos: chinches, garrapatas y otros ácaros.

- Constituyen plagas dañinas para la agricultura:

Insectos: moscas de las frutas, langostas y saltamontes, escarabajos (como el de la patata), mariposas (como la de la col, o las procesionarias; en estos casos, suelen ser las orugas las responsables de los destrozos a la agricultura), pulgones, cochinillas.

- Combaten a las especies que producen plagas agrícolas:

Arácnidos: escorpiones y arañas, que son depredadores de los insectos.

Insectos depredadores: mantis religiosas, mariquitas, algunas avispa y hormigas que se alimentan de escarabajos.

Miriápodos: la escolopendra, que es depredador de muchos insectos.

- Producen productos de valor económico (alimentos, fibras textiles...):

Insectos: las abejas producen miel y cera; la oruga de la mariposa de la seda produce el hilo de seda.

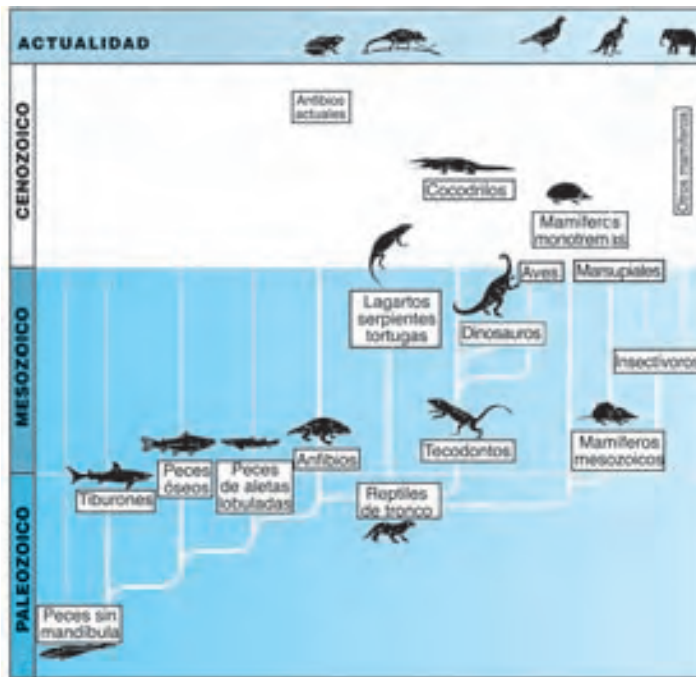
Arácnidos: pueden extraerse productos químicos de interés industrial y farmacéutico de los venenos de arañas y escorpiones, y de las telarañas.

- Son polinizadores:

Insectos: mariposas, moscas, escarabajos, abejas y avispa.

Actividades pág. 87

A En la figura 6.10 se presentan, de forma simplificada, las relaciones filogenéticas de los principales grupos de Vertebrados. Teniendo en cuenta la información que suministra, intenta explicar por qué se dice en la clasificación de Vertebrados que las clases Osteictios y Reptiles son muy heterogéneas. Respecto a la clase mamíferos, teniendo en cuenta la misma información, ¿se puede considerar una clase homogénea o heterogé-



Soluciones:

A

La Clase Osteictios comprende grupos que tienen su origen en diversificaciones muy tempranas de la historia de la evolución, como los peces óseos (actuales Teleósteos) y los peces de aletas lobuladas (actuales Crossopterygios), y aunque no aparezcan en la figura, también se incluyen en la Clase los extinguidos peces acorazados con mandíbula y los peces pulmonados no incluidos en los Crossopterygios.

La Clase Reptiles comprende también grupos separados muy pronto en la historia de la evolución, como las tortugas por una parte y los lagartos y serpientes por otra, los cocodrilos y los dinosaurios, e incluso algunos grupos extinguidos que no aparecen en la figura, como los Pterodáctilos, diferenciados también desde los Tecodontos independientemente de los dinosaurios.

Los tres grupos principales de Mamíferos (Monotremas, Marsupiales y Eutherios) aparecen diferenciados desde los Reptiles en tres líneas diferentes separadas entre sí ya a comienzos del Mesozoico, y por eso podrían considerarse también como un grupo heterogéneo formado en realidad por tres grupos muy diferenciados de animales.

B. ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

- 1 Define los siguientes conceptos: categoría taxonómica, especie, nomenclatura binomial, moneras, cordados y micelio.

Solución:

Categoría taxonómica - Es cada uno de los niveles jerárquicos o rangos que se establecen para ordenar los taxones o grupos de clasificación de los seres vivos.

Especie - Conjunto de poblaciones naturales que pueden cruzarse entre sí real o potencialmente. En caso de tratarse de organismos que se reproducen asexualmente, se podría definir como un conjunto de poblaciones naturales que presentan rasgos anatómicos, morfológicos y bioquímicos tan semejantes que inducen a pensar en un parentesco filogenético muy estrecho.

Nomenclatura binomial - Es un sistema de dos nombres para designar a cada especie. Lo introdujo en 1758 el biólogo sueco Carl Von Linneo y es universalmente utilizado hoy. El primer nombre, en mayúscula, es el del género al que pertenece la especie, y el segundo, en minúscula, identifica a la especie.

Moneras - Reino que abarca a todos los organismos unicelulares constituidos por células procarióticas.

Cordados - Phylum del Reino Animal que comprende al grupo de los Vertebrados. Se dividen en dos Subphylum: Acraniados o Procordados y Cranianos o Vertebrados.

Micelio - Conjunto de hifas, filamentos microscópicos, que forman el cuerpo de un hongo.

- 2 Busca información en la red sobre el nombre científico de 5 especies animales y otras 5 vegetales características de la zona en que vives.

Solución:

Respuesta abierta. Cada alumno puede buscar el nombre científico de 5 especies animales y de 5 especies de plantas de su Comunidad.

- 3 Explica por qué algunos científicos han llamado al Reino Protocistas "cajón de sastre".

Solución:

Al Reino Protocistas se le ha llamado "cajón de sastre" porque agrupa organismos formados por células eucarióticas muy variados: unicelulares y pluricelulares, autótrofos y heterótrofos. Se puede decir que en este reino se incluyen los seres vivos formados por células eucarióticas que no son ni hongos, ni plantas, ni animales.

- 4 Explica las diferentes formas de vida que tienen los organismos heterótrofos y cita ejemplos de estos organismos pertenecientes a distintos Reinos.

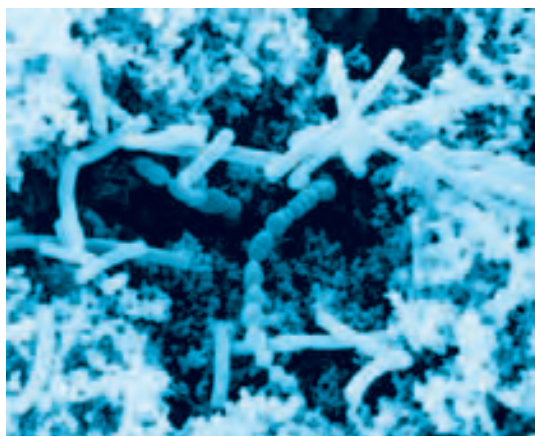
Solución:

Saprophyto.- Organismo que vive sobre la materia orgánica en descomposición: emite al exterior enzimas que producen la descomposición de dicha materia orgánica y posteriormente absorbe los nutrientes. Presentan esta modalidad de nutrición muchos microorganismos del grupo de las bacterias y de los mixomicetos y los hongos.

Parásito.- Organismo que vive a expensas de otro, bien en su interior, bien en su superficie, nutriéndose a partir de las reservas nutritivas del hospedador. Presentan esta modalidad de nutrición muchos organismos de todos los Reinos; en el caso de los microorganismos, suelen llamarse patógenos, porque su presencia puede producir enfermedades en el organismo parasitado.

Simbionte.- Organismo que vive asociado con otro de manera que cada uno obtiene un beneficio del socio a cambio de ofrecerle algún otro beneficio. La simbiosis es una asociación muy estrecha entre los dos organismos asociados, que ya no pueden vivir independientemente; generalmente, uno de los dos, o los dos (como en el caso de los líquenes) es un microorganismo. En el caso de los animales, la asociación entre dos especies que se benefician recibe el nombre de mutualismo, que no es una relación tan estrecha, ya que los dos socios conservan una vida independiente.

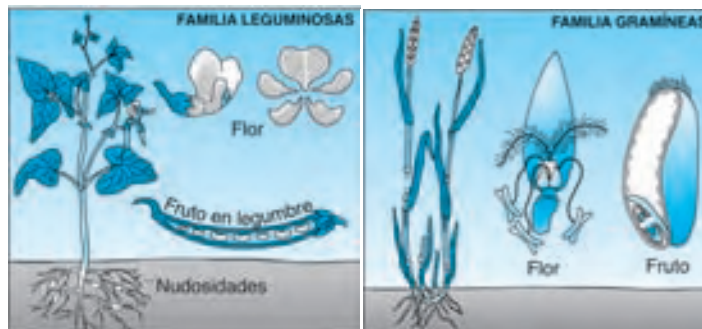
- 5 Observa esta micrografía e identifica y dibuja a dos bacterias fermentadoras de la leche: *Lactobacillus* y *Streptococcus*. Fíjate también en el nombre de las bacterias para ayudarte a su identificación.



Solución:

En la micrografía se observan dos bacterias: una es un bacilo (de forma alargada) y la otra es un coco (de forma esférica). Por tanto, la primera será el *Lactobacillus* ya que su nombre indica también la forma de bacilo y la segunda es el *Streptococcus* que como su nombre indica es un coco.

- 6 Observa la siguiente figura en la que aparecen las características de dos familias de Espermatofitas. ¿En qué grupos de los que has estudiado clasificarías a esas familias? Justifica tu respuesta.



Solución:

Las dos familias se clasifican en el Subphyllum de las Angiospermas, pues en la figura anterior se ve claramente como los óvulos (futuras semillas) se encierran en el interior del ovario (futuro fruto), no como en el caso de las Gimnospermas en que el óvulo aparece parcialmente cubierto por una bráctea de la piña.

Las Leguminosae se clasifican en la Clase Dicotiledóneas, ya que se aprecia la raíz axonomorfa y que la flor tiene cinco pétalos, y por tanto debe ser pentámera. También puede apreciarse que las hojas son penninervias.

Las Gramíneas se clasifican en la Clase Monocotiledóneas, pues se aprecia la raíz fasciculada y que la flor tiene tres estambres, y por tanto debe ser trígama. Aunque no sea tan claro, también puede apreciarse que las hojas son paralelinervias.

- 7 En la siguiente figura se representan tres especies de mosca del género *Drosophila* que habitan en las islas Hawaii. A este género pertenece la mosca del vinagre de nuestras latitudes.

- Si se han clasificado en especies diferentes, ¿piensas que podremos obtener individuos fértiles por cruzamiento entre moscas de los diferentes tipos representados?

- ¿Qué pueden tener en común estas moscas y la mosca del vinagre de nuestro país?

- Se dice que en las islas Hawaii hay quinientas especies de moscas *Drosophila*, mientras que en nuestras latitudes hay una sola especie. Elabora alguna hipótesis que explique la aparición de tantas especies diferentes a la europea.



Solución:

- Según el concepto de especie estudiado, es poco probable que se obtenga descendencia fértil cruzando individuos de los diferentes tipos; puede ser más probable obtener descendencia pero de individuos estériles.
- Si son del mismo género, han de tener muchas características morfológicas y genéticas comunes, porque todas las especies del mismo género derivan de individuos de una misma especie, aunque por evolución divergente, a lo largo del tiempo hayan dado lugar a especies diferentes.
- En primer lugar, las islas Hawaii son islas, y por tanto es más fácil que diferentes poblaciones de moscas queden aisladas las unas de las otras sin que se pueda efectuar el intercambio genético propio de la reproducción sexual, por lo cual, las diferentes poblaciones de las diferentes islas pueden iniciar líneas evolutivas divergentes sin que haya un intercambio de genes que las unifique.

En segundo lugar, se trata de islas volcánicas, de manera que las erupciones han podido crear condiciones de aislamiento entre poblaciones incluso dentro de una misma isla, multiplicándose así las probabilidades de evolución divergente. Además, estas mismas erupciones volcánicas han podido producir condiciones físicas (temperatura, radiaciones) y químicas (gases de las erupciones) que favorecieran la tasa de mutación de los individuos de estas poblaciones de moscas.

8 En las siguientes fotografías aparecen cuatro animales saltadores. Contesta las siguientes cuestiones referidas a ellos:

- Indica a qué grupo zoológico pertenece cada uno.
- Indica qué rasgo de su anatomía los hace aptos para el salto.
- Razona si la adaptación al salto de los cuatro animales supone el criterio fundamental para clasificarlos en los

diferentes grupos zoológicos que se han estudiado en el tema.

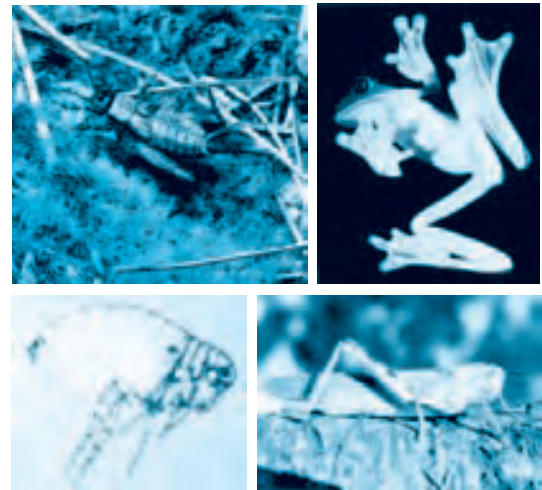
Solución:

a) Foto 1.- Phylum Artrópodos, Clase Insectos

Foto 2.- Phylum Cordados, Clase Anfibios

Foto 3.- Phylum Artrópodos, Clase Insectos

Foto 4.- Phylum Artrópodos, Clase Insectos



- La longitud y potencia de las patas posteriores
- La adaptación al salto de los cuatro animales considerados no supone una semejanza en la estructura interna de los miembros adaptados; la pata de la rana tiene un eje interno óseo sobre el que se implantan los músculos del salto, que quedan recubiertos por la piel; en el caso de los insectos, los músculos del salto se implantan en un esqueleto externo, la propia cubierta, de quitina rígida. La estructura interna es un rasgo que nos da más información sobre el parentesco de las especies, pues es más difícil de variar por adaptación a un modo de vida determinado. La adaptación al salto debe considerarse un criterio secundario que nos informa de una coincidencia en el modo de vida, pero no en el parentesco entre las especies.

C. ACTIVIDADES DE LOS DOCUMENTOS

La conservación de la biodiversidad

Las naciones tienen tres tipos de riqueza: material, cultural y biológica. Esta última puede entenderse como el número de especies de organismos vivos que poseen. Por lo general es mucho menos valorada que las otras.

En nuestro planeta pueden existir unos 30 millones de especies diferentes, la mayor parte de las cuales no son, todavía, conocidas. Un elevado porcentaje de estas viven en la selva tropical. En la actualidad, debido a las talas para obtener madera, a la transformación en terrenos agrícolas y a la construcción, se pierden del orden de 100 000 km² de selva tropical cada año. Incluso haciendo una estimación prudente, la pérdida anual de especies biológicas que acompaña a esta deforestación es de 4000 a 6000.

Cuestiones:

1. *¿Por qué es tan importante la conservación de la biodiversidad?*
2. *Cita actividades humanas que provoquen la extinción de especies. ¿Se podrían evitar?*
3. *¿Por qué los nuevos parques y reservas se deben establecer en zonas habitadas?*

Soluciones:

1. Cada ser vivo es una pieza clave en el funcionamiento del ecosistema. La desaparición de una o varias especies repercute sobre las demás, de tal manera que puede crear desequilibrios en el ecosistema. Además, la humanidad a lo largo de su historia se ha aprovechado de esta biodiversidad, pues los seres vivos, nos proporcionan alimentos, medicamentos, energía, etc.
2. En los últimos años se ha acelerado el ritmo de extinción de las especies debido a determinadas acciones humanas:
 - La destrucción de grandes espacios naturales para la construcción de asentamientos humanos, transfor-

mación de bosques en campos de cultivo o de pastoreo, construcción de carreteras o autovías...

- La contaminación sobre todo de mares y ríos.
- La caza y la pesca indiscriminada y el comercio de especies exóticas.
- La introducción en un territorio de especies nuevas que acaban desplazando y eliminando a las especies autóctonas.

Se deberían evitar ya que la humanidad no puede permitirse ese despilfarro. Muchas de las especies que desaparecen podrían curar enfermedades. Es el caso, por ejemplo, de *Catharanthus roseus*, una plantita de las selvas de Madagascar que produce sustancias muy eficaces contra dos tipos de cáncer. Su recolección supone unos ingresos de 100 millones de dólares anuales. Una especie del mismo género, muy poco estudiada, se halla en grave peligro de extinción en esa isla. Otras, podrían ayudar a paliar el problema del hambre: la judía alada de Nueva Guinea es enteramente comestible (tallos, raíces, hojas, flores y semillas). Crece rápidamente, alcanzando 4,5 m en pocas semanas y su valor nutritivo es semejante al de la soja.

La biodiversidad es un recurso muy valioso pero poco apreciado. Sólo desde hace pocos años se reconoce su importancia. Hay plantas y animales que no conocemos, ni llegaremos a conocer, porque antes de descubrirlas las habremos eliminado.

3. Porque si la población local se beneficia económicamente de los recursos biológicos de sus tierras, colaborará en los esfuerzos de conservación.



II. BIOLOGÍA DE LOS ANIMALES Y DE LAS PLANTAS



- 5. TRANSFORMACIÓN DE ALIMENTOS Y ABSORCIÓN DE NUTRIENTES
- 6. TRANSPORTE DE NUTRIENTES
- 7. INTERCAMBIO GASEOSO Y EXCRECIÓN
- 8. COORDINACIÓN NERVIOSA
- 9. COORDINACIÓN HORMONAL
- 10. LA REPRODUCCIÓN EN LOS ANIMALES
- 11. LA REPRODUCCIÓN EN LAS PLANTAS

TRANSFORMACIÓN DE ALIMENTOS Y ABSORCIÓN DE NUTRIENTES

5

1. INTRODUCCIÓN

El presente tiene como propósito facilitar al alumnado el conocimiento, por un lado, de la biología de los organismos en su aspecto anatómico y fisiológico, ampliando los conocimientos ya trabajados en el tercer curso de la ESO y, por otro, continuar poniendo en práctica las destrezas y procedimientos científicos adquiridos a lo largo de la etapa anterior de estudio.

El tema se reduce al caso de la nutrición animal, es decir, a los problemas propios de los heterótrofos pluricelulares, pues las plantas, al sintetizar sus propios nutrientes, no presentan problemas para la incorporación de nutrientes orgánicos dentro de su organismo.

Después de exponer el concepto de nutrición y las acciones que dicha función conlleva, el tema se centra en la problemática de hacer llegar los nutrientes contenidos en los alimentos hasta cada una de las células del ser pluricelular.

Seguidamente se plantea las modalidades de digestión extracelular e intracelular, los mecanismos básicos de la digestión mecánica y química y los tipos de aparatos digestivos. Después de una exposición de las partes principales de un aparato digestivo, se pasa al estudio de algunas especializaciones que hacen diferentes los aparatos digestivos de los diferentes grupos animales.

Finalmente, se desemboca en un estudio más pormenorizado de las acciones digestivas en los animales vertebrados, grupo al que pertenecemos, y que por tanto suscita un mayor interés por parte del alumnado.

2. TEMPORALIZACIÓN

El presente tema puede desarrollarse en cinco sesiones, a las que se puede añadir una sesión para la evaluación del tema.

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Explicar los mecanismos básicos de los procesos de la nutrición animal.
2. Identificar las diversas estructuras que intervienen en el proceso de la nutrición animal.
3. Seguir la trayectoria de los nutrientes a través de cada una de las estructuras que intervienen en el proceso de nutrición y explicar los cambios que ocurren durante ese recorrido.
4. Exponer cuáles son las características anatómicas de los distintos tipos de aparatos digestivos.
5. Relacionar diferentes estructuras con la función de nutrición que realizan.
6. Realizar experiencias sencillas que clarifiquen aspectos fisiológicos de la función de nutrición animal.
7. Realizar la disección de órganos relacionados con la función de nutrición animal.
8. Analizar algunos documentos sobre especializaciones de determinados aparatos digestivos según el tipo de alimentos consumidos por los animales.

4. CONTENIDOS CONCEPTUALES

1. *Nutrición animal y función digestiva.*
 - Digestión intracelular
 - Digestión extracelular.
2. *Especializaciones del aparato digestivo*
 - Aparatos bucales
 - Buches y estómagos masticadores
 - Ciegos gástricos e intestinales
3. *Funcionamiento del aparato digestivo en vertebrados*
 - Procesos digestivos en la boca
 - El transporte en la faringe y en el esófago
 - La digestión estomacal
 - La digestión y la absorción en el intestino delgado
 - Los procesos del intestino grueso
4. *El itinerario de los nutrientes en el aparato digestivo*
 - La digestión de los glúcidos
 - La digestión de las proteínas
 - La digestión de las grasas

5. SOLUCIONES Y COMENTARIOS

A. ACTIVIDADES VINCULADAS AL TEXTO

1 Nutrición animal y función digestiva

■ Actividades pág. 95 ■

Con las siguientes actividades se intenta facilitar la comprensión de varios términos que serán utilizados a lo largo del tema. De particular interés es la distinción entre nutriente y alimento.

- A** ¿En qué se diferencia un alimento de un nutriente?
- B** Analiza cuál de las siguientes frases es la correcta y cuáles son incorrectas:
- El huevo es un nutriente que tiene mucho alimento.
 - El huevo es un alimento muy nutritivo, porque contiene muchos nutrientes.
 - El huevo es una comida muy nutritiva porque es muy alimenticia.
- C** ¿Cómo pueden nutrirse las esponjas, los pólipos y las medusas si no presentan circulación sanguínea?
- D** ¿Cuál de las partes de un tubo digestivo te parece que presentará una mayor irrigación sanguínea?

Soluciones:

- A** Los nutrientes son todos aquellos compuestos químicos presentes en los alimentos que pueden suministrar materia y/o energía al ser vivo: hidratos de carbono, lípidos, proteínas, agua... Los alimentos son productos de origen animal, vegetal o mineral que contienen nutrientes: carne, leche, huevos, agua mineral...
- B** - "El huevo es un nutriente que tiene mucho alimento" es una frase incorrecta. El huevo no es un nutriente sino un alimento. "el huevo tiene mucho alimento" no tiene sentido en un lenguaje técnico, puesto que es un alimento, un alimento no puede tener mucho alimento; puede decirse que tiene muchos nutrientes, o muchos nutrientes energéticos, o una gran variedad de nutrientes...
- "El huevo es un alimento muy nutritivo, porque contiene muchos nutrientes" es la frase correcta, pues se usan adecuadamente los conceptos aprendidos.
- "El huevo es una comida muy nutritiva porque es muy alimenticia" es una frase incorrecta, pues si bien podría ser

admisible decir "el huevo es una comida muy nutritiva", la segunda parte, o sea, "porque es muy alimenticia", carece de un sentido claro; sería muy apropiada decir que es muy nutritiva (aporta muchos nutrientes), o muy energética (aporta muchos nutrientes energéticos), o muy plástica (aporta muchos nutrientes plásticos o estructurales) o algún término parecido.

- C** Estos animales poseen pocas células en el cuerpo, y es fácil que los nutrientes obtenidos por la células encargadas de la digestión, lleguen al resto de las células por difusión a través de las membranas.
- D** El intestino delgado, porque es el encargado de la absorción de los nutrientes obtenidos en la digestión, para ser después repartidos por todo el organismo.

2 Especializaciones del aparato digestivo

■ Actividades pág. 98 ■

- A** ¿Por qué no presentan molleja los mamíferos herbívoros?
- B** ¿Por qué los ciegos gástricos e intestinales están más desarrollados en los herbívoros que en los carnívoros?
- C** Averigua los hábitos alimentarios de patos y piquitueritos y relacionalos con la forma de sus picos.
- D** En los esquemas de aparatos digestivos que se muestran en este apartado, se destaca a veces la presencia de determinadas glándulas digestivas, como las glándulas salivares. Indica en qué grupos de animales están presentes estas glándulas.

Soluciones:

- A** Los mamíferos herbívoros presentan una dentadura especializada en la trituración del alimento, no necesitan, por tanto, estructuras masticadoras en el interior del tubo digestivo.
- B** Porque en ellos se aloja la flora intestinal especializada en digerir la celulosa y otros nutrientes vegetales que no pueden ser digeridos por las enzimas digestivas de los animales. Como los carnívoros no ingieren plantas, o las ingieren en poca cantidad, no necesitan una estructura especializada en digerir este tipo de nutrientes.

C La cuestión es abierta, pues el alumnado ha de buscar las soluciones en libros o recursos de internet. Pero de modo resumido podemos decir que el pato es normalmente limícola (toma fango y extrae de él los pequeños invertebrados que lo habitan); por eso es conveniente que la superficie del pico sea amplia, para tomar de un vez gran cantidad de fango y tener más probabilidades de encontrar alimento.

El piquituerto es granívoro, con el pico puede destruir las cortezas de las semillas.

D Las glándulas salivares están presentes en numerosos grupos de animales terrestres, pues la misión más elemental que tienen es la de reblandecer los alimentos; son comunes en vertebrados terrestres, en insectos y en caracoles terrestres. La saliva también puede tener otras funciones que faciliten la nutrición, como la presencia de enzimas digestivas que comiencen los procesos de digestión (caso de los mamíferos), o la presencia de sustancias que impiden la coagulación de la sangre (caso de animales que se alimenten de sangre, como los mosquitos o los vampiros), o la presencia de sustancias tóxicas que ayuden a paralizar las presas, que pueden segregar otras glándulas presentes en la boca y se mezclan con la saliva (caso de algunas serpientes y lagartos).

3 Funcionamiento del aparato digestivo en vertebrados

■ Actividades pág. 101 ■

Con las presentes actividades se pretende que el alumnado asimile el significado del proceso de digestión y asimilación de nutrientes a lo largo del tubo digestivo, de manera que no se trata de una simple traslación de los nutrientes por el tubo, sino que hay cambios en la composición química de los alimentos.

A Explica las diferencias, en cuanto a su contenido en nutrientes, entre el bocado (comida que entra en la boca), el bolo alimenticio, el quimo, el quilo y las heces fecales.

B ¿Son beneficiosas las bacterias del intestino grueso en los animales omnívoros o carnívoros? Explícalo.

Soluciones:

A El bocado contiene todos los nutrientes presentes en el alimento.

En el bolo alimenticio ya ha actuado la amilasa de la saliva, y los polisacáridos (especialmente el almidón) se han transformado en disacáridos y monosacáridos.

En el quimo ha actuado ya el jugo gástrico y las proteínas se han transformado en péptidos; además, se han acelerado las hidrólisis de los enlaces entre monosacáridos de manera que ha disminuido el número de polisacáridos y aumentado el de disacáridos y monosacáridos.

En el quilo han actuado las enzimas del jugo pancreático y del jugo intestinal y los nutrientes están presentes en su forma más simplificada: monosacáridos, aminoácidos, glicerol, ácidos grasos, nucleótidos.

En las heces fecales han desaparecido los nutrientes, absorbidos en el intestino delgado; quedan sólo los productos que no han podido ser digeridos.

B Los omnívoros y carnívoros no tienen mecanismos para que el contenido de los ciegos intestinales vuelva a pasar por las zonas del tubo digestivo especializadas en la digestión y absorción de los nutrientes, por lo que los productos de la digestión que han hecho las bacterias sobre la celulosa y otros restos, no son aprovechados por el animal que las alberga; de todas maneras, con el agua absorbida en el intestino grueso, pueden pasar a la sangre algunas vitaminas producidas por las bacterias, como la vitamina K y algunas del grupo B. También se considera beneficiosa la presencia de bacterias comensales, porque compiten con otras bacterias patógenas que podrían intentar invadir el organismo.

4 El itinerario de los nutrientes en el aparato digestivo

■ Actividades pág. 103 ■

A ¿En qué lugar del aparato digestivo comienza la digestión de los glúcidos? ¿y la de las proteínas? ¿y la de las grasas?

B Recuerda el mecanismo que impide que la pepsina digiera las paredes del estómago y el mecanismo que impide que la tripsina digiera al propio páncreas. ¿Piensas que el intestino delgado necesita también algún mecanismo para que el jugo intestinal no digiera sus paredes? Explícalo.

C Completa las siguientes reacciones digestivas indicando el nombre de la enzima o del producto de la reacción:

Ejemplo:

sacarasa

sacarosa → glucosa + fructosa

1) almidón → maltosa

pepsina

2) proteína →

3) oligopéptido → aminoácidos

lipasa

4) grasa →

D Relaciona los conceptos de las dos siguientes columnas, es decir, los procesos digestivos con el lugar en que ocurren:

- emulsión de las grasas
- neutralización del quimo
- espesamiento de heces
- deglución
- insalivación
- absorción de nutrientes
- formación del quimo

- boca
- faringe
- yeyuno
- estómago
- duodeno
- ileon
- intestino grueso

Soluciones:

A La digestión de los glúcidos comienza en la boca, con la acción de la amilasa de la saliva que transforma los polisacáridos en monosacáridos y disacáridos.

La digestión de las proteínas comienza en el estómago, donde la pepsina las desdobla en péptidos más sencillos. La digestión de las grasas comienza en el duodeno, donde actúa la bilis emulsionando las grasas, y la lipasa pancreática desdoblándolas en glicerol y ácidos grasos.

B Las enzimas segregadas por el jugo intestinal son las últimas en intervenir, de manera que ya actúan sobre nutrientes parcialmente hidrolizados: los péptidos producidos por la acción de la pepsina y la tripsina, los disacáridos producidos por la acción de la amilasa de la saliva y la amilasa pancreática, y las grasas parcialmente hidrolizadas por la lipasa pancreática. Se trata, pues, de enzimas que no actúan normalmente sobre macromoléculas, por eso es difícil que actúen sobre las células de las paredes del intestino, que tienen sus glúcidos, lípidos y proteínas intactos, sin haber sido sometidos a la acción de las enzimas digestivas de la saliva, el jugo gástrico y el jugo pancreático.

C Escribimos a continuación la palabra que falta en cada esquema de la cuestión del libro:

1. amilasa
2. péptido
3. aminopeptidasas
4. glicerol + ácidos grasos

D Con la presente cuestión se repasan conceptos adquiridos en el anterior apartado (Funcionamiento del aparato digestivo de los vertebrados), concretamente, la ubicación de los procesos digestivos.

- emulsión de las grasas
- neutralización del quimo
- espesamiento de heces
- deglución
- insalivación
- absorción de nutrientes
- formación del quimo

- yeyuno
- duodeno
- intestino grueso
- faringe
- boca
- ileon
- estómago

B. ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

1 Define los siguientes conceptos: nutrición, digestión, transporte de nutrientes, defecación, excreción.

Solución:

Nutrición: es el conjunto de procesos mediante los cuales los organismos utilizan, transforman e incorporan una serie de sustancias que han de cumplir tres fines básicos: proporcionar los materiales necesarios para la formación y mantenimiento de estructuras, aportar la energía necesaria para el funcionamiento de dichas estructuras y suministrar las sustancias necesarias para regular el metabolismo.

Digestión: Liberación de los nutrientes contenidos en los alimentos de forma que aquéllos pueden ser utilizados en el metabolismo.

Transporte de nutrientes: Los nutrientes absorbidos en el intestino delgado, son transportados por el torrente circulatorio hasta las células que los consumen o los almacenan.

Defecación. - Expulsión de las sustancias contenidas en los alimentos que no han podido ser digeridas en el tubo digestivo, y por tanto no han pasado al torrente circulatorio.

Excreción. - Expulsión de las sustancias tóxicas producidas por las células al metabolizar los nutrientes que les

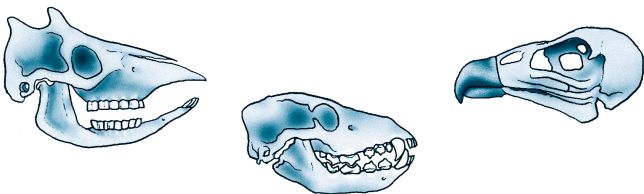
ha aportado el torrente circulatorio. Esta expulsión se realiza, generalmente, por aparatos diferentes al aparato digestivo, como el aparato urinario o las glándulas sudoríparas.

- 2** Comenta si son verdaderas o falsas las siguientes frases:
- a. La digestión en la mayoría de los animales tiene lugar dentro de células especializadas.
 - b. El tubo digestivo es exclusivo de los mamíferos.
 - c. El buche de las aves sirve para la alimentación de sus crías.
 - d. El molinillo gástrico de los crustáceos cumple la misma función que la molleja de las aves.
 - e. Los ciegos del intestino grueso están más desarrollados en los carnívoros que en los herbívoros.

Solución:

- a. Falsa, solamente en aquellos que presentan digestión intracelular, que son los grupos menos complejos, como los celentéreos y las esponjas.
- b. Falsa, lo poseen, con mayor o menor complejidad, todos los animales con digestión extracelular, es decir, todos menos los grupos señalados en la cuestión anterior.
- c. Verdadera, allí los alimentos se almacenan y reblandecen con la saliva, y en algunos casos, como en las palomas, las paredes del buche producen una especie de leche de gran poder nutritivo.
- d. Verdadera, aunque su estructura sea diferente por no tratarse de un saco de paredes musculosas, sino de una cavidad de paredes duras (de quitina calcificada) y numerosas piezas protuberantes que trituran el alimento.
- e. Falsa, ya que la mayor parte de los alimentos ingeridos por los herbívoros (plantas) solamente pueden ser digeridos por las bacterias o protozoos del tubo digestivo, y han de presentar grandes cavidades para desarrollar dicha función.

- 3** Observa los siguientes dibujos y deduce qué tipo de alimentación tendrán los animales representados:



Solución:

El cráneo superior-derecha representa un mamífero herbívoro, pues su dentición desarrolla los molares, para masticar, pero carece de caninos, para desgarrar. Faltan los incisivos de la mandíbula superior, lo cual es propio de muchos herbívoros, que cortan la hierba aproximando los incisivos de la mandíbula inferior al hueso de la superior.

El cráneo superior-izquierdo representa un ave carnívora, pues su pico es ganchudo, lo que facilita el desgarramiento de las presas.

El cráneo inferior representa un mamífero carnívoro, pues su dentición desarrolla los caninos para desgarrar, e incluso los molares son puntiagudos para facilitar la trituración de la carne.

- 4** Completa el siguiente cuadro relativo a la digestión de los nutrientes:

Solución:

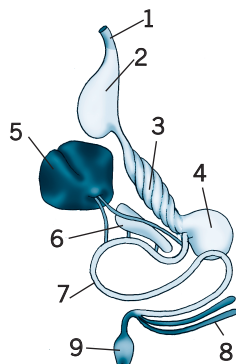
enzima	nutriente sobre el que actúa	nutriente resultante
amilasa	almidón (polisacárido)	maltosa (disacárido)
renina	proteína (de la leche)	péptidos
tripsina	péptidos	oligopéptidos
enterolipasa	grasas	glicerol y ácidos grasos
lactasa	lactosa (disacárido)	glucosa y galactosa (monosacáridos)

- 5** Completa el siguiente cuadro, que complementa el de la cuestión anterior:

Solución:

enzima	lugar en el que se produce	lugar en el que actúa
amilasa	boca	boca
renina	estómago	estómago
tripsina	páncreas	intestino delgado
enterolipasa	intestino delgado	intestino delgado
lactasa	intestino delgado	intestino delgado

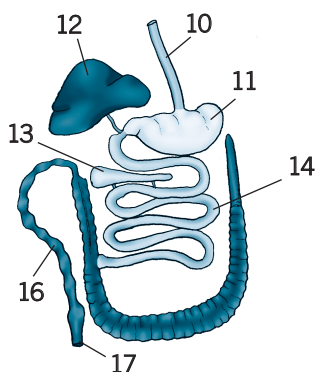
- 6** La siguiente figura representa el aparato digestivo de una ave. Pon nombre a las partes señaladas con un número. Indica también qué partes de este tubo digestivo le hacen diferente del de un mamífero.



Solución:

1) esófago; 2) buche; 3) molleja; 4) estómago glandular; 5) hígado; 6) páncreas; 7) intestino; 8) ciego; 9) cloaca. Las principales diferencias con los mamíferos son la presencia de buche y molleja, y que el intestino grueso desemboca en una cloaca, que es una cavidad común a los conductos del aparato digestivo, del urinario y del reproductor.

- 7** La siguiente figura representa el aparato digestivo de un mamífero. Pon nombre a las partes señaladas con un número. Explica también si, teniendo en cuenta la estructura del intestino grueso, se tratará de un animal carnívoro o herbívoro.

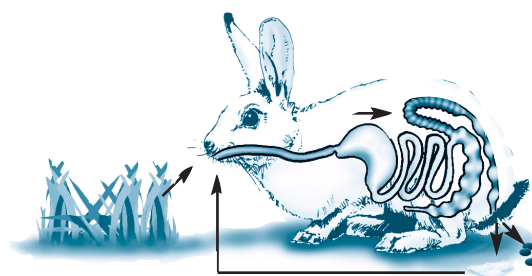


Solución:

10) esófago; 11) estómago; 12) hígado; 13) páncreas; 14) intestino delgado; 16) intestino grueso; 17) ano. La figura corresponde a un mamífero herbívoro, por el gran ciego que presenta el intestino grueso, y no rumiante, pues tiene el estómago con una sola cavidad.

- 8** Los conejos y liebres son herbívoros; producen dos tipos de heces fecales. primero, unas blanquecinas y húmedas que vuelven a ingerir, y tras el segundo paso del alimento por el tubo digestivo, produce una heces negras y secas que ya no vuelve a ingerir. Redacta una

explicación a este hecho, comparándolo con lo que sucede en los rumiantes. ¿Podrían vivir conejos y liebres sin ingerir sus primeros excrementos? Razónalo.



Solución:

El conejo no logra digerir todo el alimento al realizar el primer paso del alimento por el tubo digestivo, pues el componente principal de su alimento es la celulosa de las plantas, que no puede digerir con sus enzimas. Pero las primeras heces salen mezcladas con las bacterias intestinales que sí que digieren la celulosa y se nutren de ella. Por eso el conejo vuelve a ingerir las heces blanquecinas para digerir las bacterias y sus productos de digestión.

Los conejos no podrían vivir sin ingerir las primeras heces, pues no obtendrían nutrientes suficientes de su dieta herbívora. El mecanismo es semejante a lo que hacen los rumiantes, que deben regurgitar el alimento ingerido para realizar una segunda masticación y de esta forma poder llevar a cabo su digestión completa, pues son las bacterias y protozoos comensales los que digieren la celulosa.

C. ACTIVIDADES DE LOS DOCUMENTOS

1. La alimentación de los mosquitos

Cuestiones:

1. ¿Podría un mosquito alimentarse de productos sólidos? Explícalo.
2. ¿Qué nutrientes puede tener la sangre que estén ausentes en los líquidos azucarados?
3. Los mosquitos macho son beneficiosos por su papel de polinizadores. ¿Cómo se podría combatir a las especies de mosquitos transmisoras de enfermedades sin perder este beneficio para las plantas?
4. Intentando comparar el aparato digestivo de un mosquito con el de un mamífero, indica qué partes de este último faltan en el mosquito.

Soluciones:

1. No, porque la estructura de sus piezas bucales sólo permite la succión de líquidos.
2. Principalmente proteínas, presentes en el plasma y en las células sanguíneas; también los lípidos de las células sanguíneas y los transportados por la sangre.
3. Se podría favorecer a otras especies de mosquitos polinizadores cuyas hembras no presentarían preferencias por la sangre humana.
4. En la boca faltan los dientes; falta también una mayor diferenciación entre el estómago y el intestino delgado, y glándulas equivalentes al hígado y el páncreas.

TRANSPORTE DE NUTRIENTES

6

1. INTRODUCCIÓN

Las células necesitan un aporte continuo de nutrientes y de oxígeno para su normal funcionamiento y al mismo tiempo una eliminación también continua de los productos de deshecho que se generan como consecuencia de su metabolismo.

El transporte de nutrientes y de oxígeno se realiza en los animales mediante los sistemas circulatorios, abiertos o cerrados. Un fluido circulatorio es impulsado por un corazón y conducido por vasos en los sistemas cerrados o lanzados a cavidades y recuperado en los sistemas abiertos. En las plantas, el transporte de agua y sales minerales (savia bruta) se realiza por el xilema y está acoplado al de materia orgánica fotosintetizada en disolución (savia elaborada) que se transporta por el floema.

El tema comienza con una descripción de la circulación en los animales más sencillos que carecen de un aparato especializado para el transporte y, a continuación, se analizan los sistemas de circulación abierto y cerrado que poseen los diversos grupos de animales. Se estudian primero los sistemas abiertos en Artrópodos y Moluscos y después los sistemas circulatorios cerrados en Anélidos y Vertebrados. En éstos últimos se describen los sistemas circulatorios con corazón de dos, de tres y de cuatro cámaras. Finalmente se estudia la absorción y el transporte en las plantas; se describen primero los mecanismos físicos por los cuales asciende la savia bruta a través del xilema y por último el transporte de la savia elaborada a través del floema.

2. TEMPORALIZACIÓN

El tema podría desarrollarse en 6 sesiones más una sesión de evaluación.

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Explicar la necesidad del transporte en los animales y en las plantas.
2. Establecer las relaciones del sistema circulatorio de los animales con los otros sistemas implicados en la nutrición.
3. Identificar los elementos que componen un sistema circulatorio.
4. Diferenciar los sistemas circulatorios abiertos de los sistemas cerrados.
5. Destacar la importancia del corazón en los diferentes sistemas circulatorios.
6. Analizar la anatomía y fisiología de los sistemas circulatorios abiertos de insectos y moluscos.
7. Analizar la anatomía y fisiología de los sistemas circulatorios cerrados de anélidos y vertebrados.
8. Explicar los mecanismos absorción de nutrientes y de transporte de savia bruta y savia elaborada por las plantas.

4. CONTENIDOS CONCEPTUALES

1. *Transporte de nutrientes en animales*
 - Sistemas circulatorios
 - El corazón de tres cámaras
 - El corazón de cuatro cámaras
2. *Sistemas circulatorios abiertos*
3. *Sistemas circulatorios cerrados*
 - Sistemas circulatorios de vertebrados
 - El corazón de dos cámaras
4. *Transporte de nutrientes en plantas*
 - Absorción y transporte de agua y sales minerales
 - Transporte por el xilema
 - Transporte de savia elaborada: el floema

5. SOLUCIONES Y COMENTARIOS

A. ACTIVIDADES VINCULADAS AL TEXTO

2 Sistemas circulatorios abiertos

■ Actividades pág. 111 ■

- A *¿Qué efectos tendría sobre la fisiología de un animal la eliminación del sistema circulatorio?*
- B *Un animal con sistema circulatorio abierto, ¿puede ser de gran tamaño? ¿Por qué?*
- C *¿Qué papel desempeña la cavidad pericárdica de los artrópodos?*
- D *Enumera las semejanzas y diferencias que encuentres entre el sistema circulatorio de un saltamontes y el de un bivalvo.*

Soluciones:

- A El sistema circulatorio interconecta los sistemas respiratorio, digestivo y excretor. Su eliminación sería por tanto incompatible con la vida.
- B En principio no hay inconveniente siempre y cuando los espacios lagunares sean pequeños y el sistema vascular esté muy desarrollado. Piénsese en los calamares gigantes. Otra cosa sería si no se dieran esas condiciones: los espacios lagunares grandes producen una circulación menos eficiente, lo que sí puede limitar el tamaño de un animal.
- C Actúa como una bomba aspirante de la hemolinfa.
- D **Semejanzas:** ambos son sistemas circulatorios abiertos. **Diferencias:** el sistema vascular está más desarrollado en el bivalvo, mientras que el lagunar lo está en el saltamontes. Otra diferencia es que el corazón del saltamontes es tubular, mientras que el del bivalvo es globoso.

3 Sistemas circulatorios cerrados

■ Actividades pág. 15 ■

- A *¿Todos los invertebrados tienen sistemas circulatorios abiertos? ¿Todos los vertebrados tienen sistemas circulatorios cerrados? Explica tus respuestas.*
- B *¿Qué corazón es más eficaz el de los anfibios o el de los mamíferos?*

- C *En los mamíferos el ventrículo izquierdo es más potente y musculoso que el derecho. ¿Podrías explicar a qué se debe?*

Soluciones:

- A No todos los invertebrados tienen sistemas circulatorios abiertos (p.e. los anélidos lo tienen cerrado). Sin embargo, todos los vertebrados tienen sistemas circulatorios cerrados. La razón de esta distribución de sistemas hay que buscarla en el parentesco evolutivo entre los invertebrados y los vertebrados. Los invertebrados más cercanos a los vertebrados en esta escala tienen sistemas circulatorios cerrados.
- B El de los mamíferos, puesto que en él no hay mezcla de sangre oxigenada y desoxigenada, mientras que si se da la mezcla, aunque parcial, en los anfibios.
- C El ventrículo izquierdo de los mamíferos impulsa la sangre hacia todos los órganos del cuerpo, mientras que el ventrículo derecho, sólo la impulsa hacia los pulmones.

4 Transporte de nutrientes en plantas

■ Actividades pág. 116 ■

- A *¿Qué diferentes mecanismos operan en la absorción del agua y las sales minerales en las raíces de las plantas?*
- B *¿Qué mecanismos o propiedades son los responsables del transporte de la savia bruta?*
- C *La transpiración de las plantas se produce en los estomas. ¿Qué ocurriría si con un barniz impermeabilizásemos dichos órganos?*
- D *¿Qué diferencia hay entre las células del floema y las del xilema?*
- E *¿Cómo se mueve la savia elaborada?*

Soluciones:

- A La **difusión**, a través de los espacios intercelulares de la corteza radical. La **ósmosis** (el agua) y el **transporte activo** (sales minerales) en los pelos radicales y a través de las células vivas de la corteza radical.
- B Dos mecanismos impulsores, la **transpiración** y la **presión radicular** y una propiedad del agua, la **cohesión**.

- C** Eliminaríamos un mecanismo impulsor fundamental, la transpiración, lo que comprometería la vida de la planta.
- D** Las células del floema están vivas y las del xilema son restos de células vivas.
- E** Según la hipótesis del flujo por presión, mediante un mecanismo complejo que implica el transporte activo y la presión hidrostática (pag. 116 del libro del alumno).

B. ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

- 1** En los cnidarios y poríferos no existe un sistema circulatorio definido. ¿Cómo reciben las células de esos animales, los nutrientes y el oxígeno?

Solución:

En los cnidarios a través de la corriente gastrovascular y la corriente que los envuelve. En los poríferos por la corriente general que, penetrando por los poros inhalantes, recorre el cuerpo.

- 2** ¿Qué diferencias hay entre los sistemas circulatorios abiertos y cerrados?

Solución:

En los sistemas circulatorios cerrados, el fluido circulatorio realiza todo su recorrido canalizado por los vasos y el corazón. En los abiertos, el fluido circulatorio realiza sólo una parte de su recorrido canalizado por vasos y corazón. En otra se mueve ocupando cavidades o lagunas del cuerpo.

- 3** ¿Qué semejanzas y diferencias encuentras entre el sistema circulatorio de un saltamontes y el de una almeja?

Solución:

Semejanzas: ambos son sistemas circulatorios abiertos. **Diferencias:** el sistema vascular está más desarrollado en el bivalvo, mientras que el lagunar lo está en el saltamontes. Otra diferencia es que el corazón del saltamontes es tubular, mientras que el del bivalvo es globoso.

- 4** ¿Qué semejanzas y diferencias encuentras entre el sistema circulatorio de una lombriz de tierra y el de una almeja?

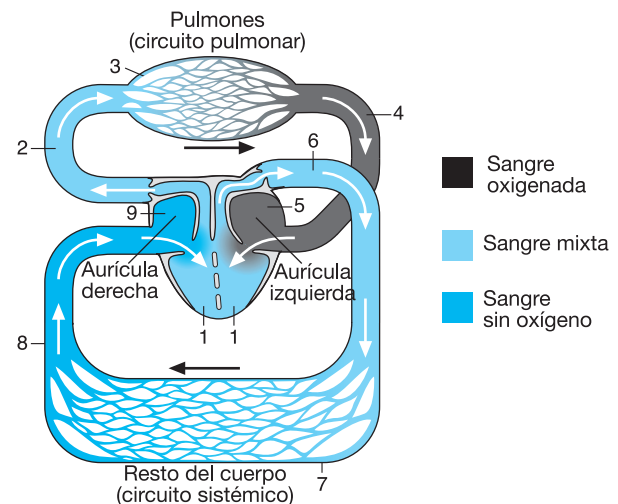
Solución:

Semejanzas: ambos son sistemas circulatorios, es decir, sistemas que se encargan de distribuir nutrientes y oxígeno a las células del cuerpo y de recoger de ellas dese-

chos metabólicos y CO₂. **Diferencias:** El sistema circulatorio de la lombriz de tierra es cerrado y el de la almeja es abierto.

- 5** Dibuja en tu cuaderno el sistema circulatorio de un anfibio. Indica el camino o los caminos que podría seguir un viajero microscópico arrastrado por la corriente circulatoria, desde la aurícula derecha hasta volver al corazón.

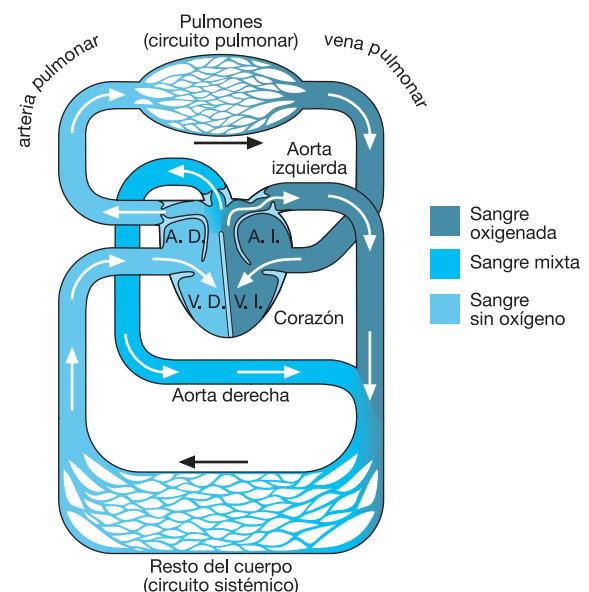
Solución:



Tiene dos posibilidades:

Camino A: aurícula derecha → ventrículo → arteria pulmonar → pulmones → vena pulmonar → aurícula izquierda.
Camino B: aurícula derecha → ventrículo → aorta → órganos del cuerpo → vena → aurícula derecha

- 6** El esquema adjunto representa el sistema circulatorio de un cocodrilo.



a. Indica el camino o los caminos que podría seguir un viajero microscópico desde los pulmones arrastrado por la corriente circulatoria, hasta volver a ellos.

b. ¿Hay una separación completa del sistema pulmonar y del sistémico o corporal? ¿A qué se debe?

c. ¿A cuál de los sistemas circulatorios estudiados se asemeja más?

Solución:

- a) Camino A: Vena pulmonar → aurícula izquierda → ventrículo izquierdo → arteria pulmonar → pulmones.
Camino B: Vena pulmonar → aurícula izquierda → ventrículo izquierdo → aorta izquierda o aorta derecha → órganos del cuerpo → aurícula derecha → ventrículo derecho → arteria pulmonar (o repetir el trayecto anterior) → pulmones.
- b) No están completamente separados pues la pared del ventrículo no cierra completamente la cavidad ventricular en dos partes.
- c) Es un corazón reptiliano avanzado que tiende a la estructura del corazón de las aves y de los mamíferos.

- 7** Indica el camino de una célula sanguínea - un glóbulo rojo, por ejemplo - que partiendo de la aurícula izquierda del corazón de una gaviota regrese a ella tras haber realizado los dos circuitos circulatorios característicos de las aves. ¿Sería muy diferente ese camino si se tratase del sistema circulatorio de un mamífero?

Solución:

- a) Aurícula izquierda → ventrículo izquierdo → aorta → órganos del cuerpo → vena cava → aurícula derecha → ventrículo derecho → arteria pulmonar → pulmones → vena pulmonar → aurícula izquierda.
- b) Sería el mismo.

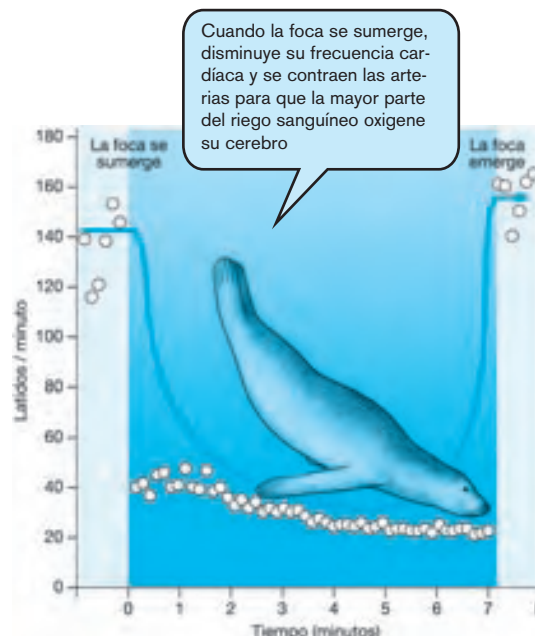
- 8** Si los tubos conductores de las plantas fuesen privados de ATP (la sustancia que gestiona directamente la energía), ¿qué le ocurriría al transporte en una planta?

Solución:

El transporte de savia elaborada se detendría y consiguientemente, el de savia bruta.

- 9** Las focas y otros mamíferos marinos son capaces de permanecer sumergidos durante mucho tiempo, sin salir a respirar a la superficie del mar.

Basándote en la gráfica adjunta, ¿podrías dar una explicación de esta adaptación tan singular?



Solución:

Cuando la foca se sumerge, disminuye la frecuencia cardíaca y se contraen las arterias (con excepción de las del encéfalo), con lo que el gasto de oxígeno es mucho menor que en superficie. Ello permite a estos animales realizar inmersiones prolongadas.

- 10** El número medio de latidos cardiacos/minuto de algunos animales es la siguiente: Elefante: 38; Perro: 150; Gallina: 310; Ser humano: 70; Ratón: 185. ¿Puede extraerse alguna conclusión de estos datos?

Solución:

Aunque sería conveniente disponer de más datos podemos concluir que la frecuencia cardíaca es inversamente proporcional a la masa del animal.

- 11** El montaje experimental descrito en la figura es un potómetro de pesada. Obsérvalo atentamente. ¿Qué fenómeno puede medir? ¿Cómo variará el peso del dispositivo? ¿Por qué?

Solución:

El potómetro es un aparato que mide el agua transpirada por una planta o por una parte de una planta. En el caso del dispositivo expuesto, se mide la pérdida de peso experimentada por el sistema planta-agua del matraz. Siendo estrictos, a esa pérdida hay que restarle el incremento de peso que experimenta la planta, debido a la fotosíntesis.

INTERCAMBIO GASEOSO Y EXCRECIÓN

7

1. INTRODUCCIÓN

Los animales y las plantas necesitan tomar oxígeno del medio en que viven para poder respirar y obtener la energía que necesitan para realizar sus funciones vitales. En última instancia la respiración es un proceso que se realiza en las células. Por tanto, es necesario llevar el oxígeno hasta las células y recoger de ellas el dióxido de carbono que se genera en dicho proceso. Los animales disponen de sistemas respiratorios encargados del transporte de gases en colaboración con la circulación. En las plantas, el intercambio de gases se realiza a través de las hojas.

Por otra parte, en las células, como consecuencia de su actividad metabólica, se generan productos inútiles o tóxicos que se tienen que eliminar. De esta función se encargan en los animales los aparatos excretores y en las plantas los mecanismos son muy diversos (almacenamiento, reutilización, etc.).

El tema comienza con la descripción de los principios generales de la respiración en los animales, destacando la importancia de la difusión. A continuación se estudia la anatomía y fisiología de las distintas estructuras respiratorias (piel, branquias, tubos traqueales y pulmones) en los animales. Finaliza esta parte del tema con el estudio del intercambio de gases en las plantas.

La excreción comienza con una descripción de las características generales de este proceso en los animales, indicando las sustancias que hay que eliminar y los órganos implicados. A continuación se describen las estructuras y órganos excretores en los invertebrados (protonefridios, metanefridios, tubos de Malpighi y glándulas verdes) y en los vertebrados (riñones), así como los procesos fisiológicos de la excreción. Por último, se describen diferentes mecanismos de excreción en las plantas.

2. TEMPORALIZACIÓN

El tema podría desarrollarse en unas 7 sesiones más una sesión de evaluación.

3. OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Estudiar los mecanismos que rigen los procesos de intercambios respiratorios en los animales y en las plantas.
2. Conocer la anatomía y la fisiología de las estructuras respiratorias de los animales (branquias, pulmones, etc.).
3. Interpretar esquemas sobre los intercambios de O_2 y CO_2 que tienen lugar entre los órganos respiratorios, la sangre y las células.
4. Estudiar el intercambio de gases en las plantas y atribuir la importancia relativa que en él tienen la fotosíntesis y la respiración.
5. Estudiar los mecanismos que rigen los procesos excretores en los animales y en las plantas.
6. Definir el concepto de homeostasis.
7. Estudiar la anatomía y la fisiología de los órganos excretores de los animales.
8. Explicar el proceso de elaboración de orina en los vertebrados mamíferos.
9. Describir diferentes mecanismos de excreción en las plantas.

4. CONTENIDOS CONCEPTUALES

1. *La respiración en los animales: principios generales*
 - La importancia de la difusión
2. *Sistemas respiratorios*
 - Piel y cutículas
 - Branquias
 - Las tráqueas
 - Los pulmones
3. *Intercambio de gases en las plantas*
4. *Características generales de la excreción*
 - Los productos de excreción animal
5. *La excreción en invertebrados*
 - Protonefridios
 - Metanefridios
 - Aparatos excretores de Artrópodos
6. *La excreción en los vertebrados*
 - La excreción de la sal en animales acuáticos
7. *La excreción en las plantas*

5. SOLUCIONES Y COMENTARIOS

A. ACTIVIDADES VINCULADAS AL TEXTO

4 Características generales de la excreción

■ Actividades pág. 128 ■

- A** ¿Cuánta agua pierden los animales uricotélicos?
- B** ¿Por qué los animales amonotélicos son casi todos acuáticos?

Soluciones:

- A** Los insectos, los reptiles, las aves y algunos anfibios excretan sus residuos nitrogenados en forma de ácido úrico formando una pasta semisólida (recuérdese el material blanquecino que depositan las aves). El ácido úrico es muy insoluble en agua. Por esa razón estos animales ahorran mucha agua en la elaboración de sus excrementos.
- B** Los animales amonotélicos (invertebrados acuáticos y la mayoría de peces óseos) excretan sus residuos nitrogenados en forma de amoníaco. Este compuesto es muy tóxico pero si se vierte a un medio acuático se disuelve en el agua y se diluye. De ahí que esta modalidad de excreción sea una adaptación propia de animales acuáticos.

5 La excreción en invertebrados

■ Actividades pág. 130 ■

- A** ¿Para qué sirve la reabsorción en el proceso excretor?
- B** ¿Hay aparato excretor en los poríferos? ¿Cómo se realiza la excreción en estos animales?
- C** ¿Por qué la excreción de amoníaco se produce en los animales acuáticos?
- D** Algunos insectos viven en ambientes de extrema sequedad. ¿Tiene para ellos alguna ventaja excretar ácido úrico?
- E** ¿Por qué los metanefridios recogen el líquido del celoma en lugar de cogerlo de la sangre?
- F** ¿Por qué se expulsan juntas las heces y los productos de excreción en los insectos?

Soluciones:

- A** Para recuperar sustancias necesarias para la fisiología del organismo.

B No existe un aparato excretor diferenciado en los poríferos. La eliminación de los productos de excreción se verifica directamente de las células al medio acuático.

C Por que el medio en el que viven facilita la rápida dilución del amoníaco excretado lo que los libra de una sustancia tóxica.

D Sí puesto que para excretar ácido úrico se necesita muy poca agua (dado que ese compuesto es muy poco soluble en agua), lo que facilita el ahorro del agua, tan necesaria en ambientes de extrema sequedad.

E Consideremos como funcionan los metanefridios de la lombriz de tierra. Este animal tiene un sistema circulatorio cerrado. La presión sanguínea hace que la sangre se filtre desde los vasos circulatorios hacia el celoma o cavidad general del cuerpo. Las proteínas y las células quedan retenidas en la sangre, mientras que pasan al celoma agua, sales y otras moléculas de pequeño tamaño. El líquido celómico ingresa en los metanefridios cuyos túbulos reabsorben algunas moléculas y también secretan otras. Se va elaborando poco a poco una orina diluida que se elimina al exterior a través de los nefridioporos.

F Porque los tubos de Malpighi, que son los órganos excretores de estos animales, desembocan al final de su intestino medio. Durante su tránsito por el intestino posterior cambia la composición del líquido elaborado por los tubos. Es ahí donde, al hacerse más ácido el medio, precipita el ácido úrico. El agua y los iones Na^+ y K^+ son reabsorbidos. El ácido úrico mezclado con los restos no digeridos es expulsado al exterior.

6 La excreción en los vertebrados

■ Actividades pág. 132 ■

- A** ¿Qué hace que se produzca la filtración en el glomérulo?
- B** ¿Qué sentido fisiológico tiene la reabsorción?
- C** Además del respiratorio, ¿qué otro papel desempeñan las branquias?

Soluciones:

- A** La presión hidrostática de la arteria renal ejercida sobre la delgada pared de los capilares del glomérulo hace que se produzca una filtración, no muy selectiva.
- B** Recuperar iones y moléculas que han sido filtrados y son necesarios para la economía del organismo.
- C** Las branquias excretan activamente iones (como Cl^- y Na^+) y amoníaco, luego tienen función excretora además de respiratoria.

B. ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

- 1** *Cuántas fases comprende el intercambio gaseoso en los animales? ¿Cuáles están controladas por la difusión?*

Solución:

- 1: ventilación; 2: intercambio entre la sangre y el órgano respiratorio; 3: intercambio entre la sangre y las células.
- Las fases 2 y 3.

- 2** *Aplica la Ley de Fick y compara la velocidad de difusión (para una misma sustancia en el mismo medio) en estos dos casos. Los parámetros se dan en unidades arbitrarias).*

Caso a: $A = 1$; $C_1 - C_2 = 4$; $e = 2$

Caso b: $A = 8$; $C_1 - C_2 = 1$; $e = 2$

Solución:

a) $Q_a = D \cdot 1 \cdot 4/2 = 2D$

b) $Q_b = D \cdot 8 \cdot 1/2 = 4D$

En b, la velocidad de difusión es doble que en a

- 3** *Teniendo en cuenta que de cada 125 mL de sangre filtrada por las cápsulas de Bowman, en el riñón humano, se reabsorben 124, ¿cuánta sangre filtra una persona que produce al día 2000 mL de orina?*

Solución:

$$125 \times 2000 = 250\,000 \text{ mL} = 250 \text{ L}$$

- 4** *¿Por qué los órganos respiratorios están intensamente vascularizados?*

Solución:

La circulación retira continuamente el oxígeno en cuanto la sangre lo absorbe del órgano respiratorio (lo que favorece la difusión continua de este gas hacia la sangre)

y concentra el CO_2 recogido de las células (lo que favorece su difusión hacia el órgano respiratorio, donde la concentración de este gas es baja). Una vascularización intensa es una propiedad adaptativa favorable.

- 5** *¿Cuál es la principal sustancia de excreción de los insectos? ¿Dónde se produce la reabsorción de agua de estos animales?*

Solución:

La principal sustancia nitrogenada de excreción de los insectos es el ácido úrico. En el intestino posterior de los insectos, donde llega procedente de los tubos de Malpighi, el ácido úrico precipita debido al pH ácido de ese tramo. Se libera así el agua que disolvía al ácido úrico y que es absorbida en el mencionado tramo posterior y en el recto.

- 6** *¿Qué es un mecanismo contracorriente? ¿Conoces alguno en los sistemas respiratorios?*

Solución:

Un mecanismo contracorriente (ver página 124 del libro del alumno) es aquel que se establece entre dos flujos de la misma dirección y sentido contrario que intercambian materia o energía. Este mecanismo permite mayores tasas de intercambio que un mecanismo concurrente (misma dirección y sentido). En las branquias de los peces se da este mecanismo, pues la circulación de la sangre en las laminillas branquiales es paralela y de sentido contrario al flujo del agua. Ello explica la alta tasa de incorporación de oxígeno y eliminación de dióxido de carbono que tiene lugar en estas estructuras respiratorias

- 7** *Da una explicación razonada de por qué los insectos no pueden alcanzar grandes dimensiones.*

Solución:

Los insectos respiran por tráqueas. En conjunto, este sistema de tubos se caracteriza por su pequeño diámetro y su gran longitud (con relación al cuerpo del insecto). Si tenemos en cuenta la ley de Fick que regula la difusión gaseosa la velocidad de difusión es directamente proporcional a la sección de intercambio (A) e inversamente proporcional a la distancia que han de recorrer las moléculas en dicho intercambio (e). Si bien en el aire, la velocidad de difusión es muy alta, el factor sección y el factor longitud limitan seriamente el proceso, por lo que un insecto de grandes dimensiones determinaría valores de A y e incompatibles con la respiración.

- 8 ¿Pueden las ranas respirar con la boca abierta? Explícalo.

Solución:

No pueden puesto que la cavidad bucofaríngea actúa como un reservorio que surte de aire a los pulmones. Si abrieran la boca, el aire inspirado, al comprimirse dicha cavidad, saldría al exterior en lugar de ir a los pulmones.

- 9 ¿Qué hay de cierto en la afirmación de que es peligroso tener plantas en la habitación mientras se duerme porque nos pueden robar el oxígeno?

Solución:

Se trata de un error conceptual puesto que el metabolismo respiratorio de las plantas es mucho menos intenso que el de los animales y nunca se ha dicho que compartir un dormitorio con otra persona es peligroso desde el punto de vista de la falta de oxígeno. La base de este error conceptual estaría en que las flores de ciertas plantas (de almendros, de plantas aromáticas, rosas, jazmines, etc.) producen sustancias aromáticas que al difundirse por el aire y concentrarse en una habitación cerrada pueden generar cefaleas, ahogos, mareos y sensaciones opresivas que podrían interpretarse como indicios de falta de oxígeno.

- 10 ¿Qué es más ventajoso para el ser humano, excretar urea o excretar amoníaco?

Solución:

La urea es mucho menos tóxica que el amoníaco. Este último únicamente es ventajoso como producto de excreción para los animales acuáticos, que se deshacen de él con facilidad.

- 11 ¿Cómo es la orina de los peces de agua dulce en comparación con los de agua salada? ¿Por qué?

Soluciones:

La orina de los peces de agua dulce es muy diluida ya que se ven obligados a eliminar mucha agua. Ello se debe a que su medio interno es hipertónico respecto al medio en el que viven por lo que el agua tiende a penetrar en su cuerpo por ósmosis.

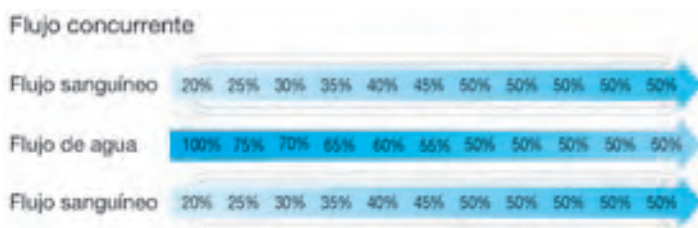
Los peces óseos de agua salada presentan un medio interno hipotónico con respecto al agua del mar. Tienden por tanto a perder agua por ósmosis, lo que evitan elaborando una orina escasa y muy concentrada y excretando NaCl por las branquias.

- 12 En las planarias, el líquido filtrado por las células flamígeras, ¿es la orina definitiva?

Solución:

No. El líquido filtrado por las células flamígeras sufre una intensa reabsorción en su tránsito por los túbulos de manera que se recuperan muchos iones necesarios para la fisiología de la planaria.

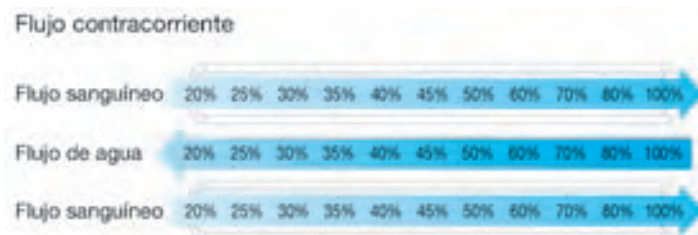
- 13 Compara el flujo concurrente con el contracorriente (pág. 124). ¿Cuál es más eficaz? ¿Por qué?



Solución:

En el flujo concurrente el medio que cede el oxígeno (agua) y el que lo recibe (sangre) recorren vías paralelas y del mismo sentido. El intercambio se produce de manera que en la sangre va aumentando la concentración de oxígeno desde un valor mínimo hasta un valor medio y en el agua va disminuyendo desde un valor máximo, hasta un valor medio. Cuando ambas concentraciones se igualan cesa el intercambio.

En el flujo contracorriente el medio que cede el oxígeno (agua) y el que lo recibe (sangre) recorren vías paralelas y de sentido contrario.



El intercambio se produce de manera que en la sangre va aumentando continuamente la concentración de oxígeno desde un mínimo hasta un máximo, que es el valor máximo que tiene el agua en la zona donde acaba el intercambio.

- 11 Sabemos que los tiburones retienen grandes cantidades de urea en su cuerpo.



- a) ¿El agua ¿tiende a entrar o a salir del tiburón?
b) ¿Para qué retiene urea el tiburón?
c) ¿Cómo es la orina que produce, concentrada o diluida? ¿Por qué?

Solución:

Los peces cartilaginosos (tiburones y rayas) producen como productos de excreción urea y trimetilamina. Retienen grandes cantidades de estas sustancias en su líquido intersticial, lo que hace que sean prácticamente isotónicos con el agua marina. Evitan así la pérdida de agua. Con la comida ingieren mucha agua salada, cuyo elevado contenido en sales eliminan gracias a una glándula rectal. Dicha glándula desemboca en el tracto urinario por lo que el producto final es abundante y rico en NaCl.

- 15 Analiza las figuras adjuntas. Relaciónalas con el texto de la página 132 y explica cómo regulan el equilibrio interno los peces de agua dulce y de agua salada.



Soluciones:

La figura de la izquierda representa un pez óseo de agua dulce. En ella se esquematiza la penetración del agua en el cuerpo (hipertónico). Para compensar este efecto las branquias retienen sal y la orina es diluida y abundante. La figura de la derecha representa un pez óseo marino. El agua tiende a salir por ósmosis del cuerpo (hipotónico). Para compensar este efecto las branquias excretan sal y la orina es escasa y concentrada.

- 16 Analiza la gráfica adjunta. Los datos se refieren a nuestra especie animal.
- a) ¿Qué ocurre cuando aumenta el CO_2 ? ¿Y el O_2 ?
b) Explica a que se deben las diferencias de respuesta en la frecuencia respiratoria en uno y otro caso.

Soluciones:

- a) La disminución o el aumento de la concentración de O_2 produce sólo un ligero efecto en la frecuencia respiratoria. En cambio el aumento en la concentración de CO_2 se traduce en un aumento considerable en dicha frecuencia que puede llegar a ser de 6 o 7 veces superior a la frecuencia respiratoria en condiciones normales.
- b) Los centros que controlan la frecuencia respiratoria están situados en el bulbo raquídeo y la protuberancia. El centro respiratorio del bulbo raquídeo detecta la concentración de CO_2 en sangre. Cuando aumenta el CO_2 dicho centro reacciona rápidamente y aumenta la frecuencia respiratoria (como p. e. cuando hacemos ejercicio).
- Los centros que detectan la concentración de O_2 en sangre se localizan en el cayado aórtico y en las carótidas. Dichos centros sólo envían señales nerviosas al bulbo cuando la concentración de O_2 baja mucho.

C. ACTIVIDADES DE LOS DOCUMENTOS

Las aves, campeonas de la respiración terrestre

Cuestiones:

1. ¿Por qué decimos que el flujo de aire es unidireccional?
2. ¿Qué papel desempeñan los sacos aéreos?
3. ¿Dónde se produce el intercambio gaseoso entre el aire y la sangre?

Soluciones:

1. Porque las moléculas que integran la mezcla gaseosa que llamamos aire, en el pulmón de las aves siempre se mueven en una misma dirección y sentido, desde los sacos posteriores a los anteriores.
2. Como bombas aspirantes e impelentes de aire.
3. En los capilares aéreos de los parabronquios.

COORDINACIÓN NERVIOSA

8

1. INTRODUCCIÓN

El presente tema se ocupa de uno de los aspectos más importantes en las llamadas “funciones de relación” de los organismos, puesto que hay que coordinar la captación de los estímulos procedentes del medio exterior, con la respuesta a dichos estímulos. Esta coordinación alcanza en realidad a todos los aspectos de la vida del organismo, pues hay que dar unidad a todas las funciones, y por eso la acción del sistema nervioso alcanza a la regulación de las funciones de nutrición.

El sistema nervioso es exclusivo del mundo animal, pues aunque las plantas presenten mecanismos que les dan unidad y les relacionan con el mundo exterior, estos son de tipo más similar al sistema hormonal de los animales, por lo que se estudiarán en el siguiente tema.

En «Coordinación nerviosa» se desarrollan, en primer lugar, los conceptos básicos de la fisiología general del sistema nervioso estudiando cómo se establece el flujo de información que permite al organismo relacionarse con el mundo exterior e interior, dirigiendo y regulando la actividad corporal.

Posteriormente se hace una breve descripción del sistema nervioso de los principales grupos de invertebrados y del sistema nervioso de los vertebrados. En este último se realiza un sencillo estudio anatómico de sus componentes (cerebroespinal y vegetativo) y de los principales tipos de actos que coordinan.

Por último, se explican anatómicamente y fisiológicamente los distintos órganos de los sentidos, pues sus componentes están estrechamente relacionados con los del sistema nervioso, siendo los receptores sensoriales neuronas especializadas y transformadas.

2. TEMPORALIZACIÓN

El desarrollo del presente tema ha sido pensado para un número aproximado de 6 sesiones, a las que se puede añadir una sesión para su evaluación.

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Conocer e interpretar el flujo de información a través del sistema nervioso.
2. Elaborar un esquema de una neurona, indicando el nombre y la función de cada estructura.
3. Explicar el mecanismo de formación y transmisión del impulso nervioso
4. Describir las principales estructuras del sistema nervioso de los invertebrados y vertebrados.
5. Dar una interpretación evolutiva a la progresiva complejidad del sistema nervioso de los animales.
6. Dibujar una vía refleja integrada por tres neuronas, nombrando cada estructura e indicando el sentido de flujo de la información; relacionar la acción refleja con los procesos de recepción, transmisión y respuesta.
7. Citar las funciones del sistema autónomo y comparar las funciones de sistema nervioso simpático con las del parasimpático, dando ejemplos de los efectos de esos sistemas sobre órganos específicos.
8. Describir el funcionamiento de los principales órganos sensoriales.
9. Conocer la diversidad de soluciones que se dan en el mundo animal para resolver la captación de estímulos sensoriales.
10. Realizar la disección de órganos relacionados con la función de relación.

4. CONTENIDOS CONCEPTUALES

1. *Funciones de relación. La coordinación nerviosa.*
 - Las neuronas
 - Los nervios
 - Naturaleza del impulso nervioso
2. *Anatomía del sistema nervioso*
 - En invertebrados
 - En vertebrados
 - Los actos involuntarios
3. *Los receptores sensoriales*
 - Receptores dispersos por el cuerpo
 - Receptores concentrados en regiones
 - Órganos del equilibrio
 - Órganos auditivos
 - Órganos visuales
 - La interpretación del cerebro

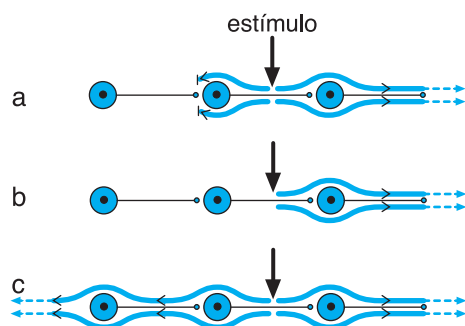
5. SOLUCIONES Y COMENTARIOS

A. ACTIVIDADES VINCULADAS AL TEXTO

1 Funciones de relación. La coordinación nerviosa

Actividades pág. 140

- A** Un gato caza un ratón. Traduce esta escena en los cuatro componentes de las funciones de relación que se han explicado al comienzo de este apartado.
- B** En las descripciones anatómicas del sistema nervioso central, se diferencia entre la sustancia gris y la sustancia blanca; en la primera abundan las conexiones entre neuronas; en la segunda, las fibras nerviosas. Indica en qué tipo de sustancia serán más abundantes: las dendritas, los cuerpos celulares, los axones y las sinapsis.
- C** ¿Dónde será más frecuente encontrar vainas de mielina, en los axones cortos o en los axones largos? Justifica tu respuesta.
- D** Los ojos son órganos sensoriales, pero también son capaces de realizar movimientos. Si hemos afirmado que los impulsos nerviosos avanzan en una sola dirección, ¿cómo se explica que haya información nerviosa que fluye de los ojos al cerebro e información nerviosa que fluye del cerebro a los ojos?
- E** Observa los dibujos esquemáticos de la figura inferior, que representan tres neuronas con sus correspondientes axones, y razona cuál de los tres responde a la transmisión de un impulso nervioso a partir del punto donde actúa el estímulo.



Soluciones:

- A** Mediante la realización de esta actividad se pretende que el alumnado sepa adaptar el esquema general de las funciones de relación a la vida concreta de los organismos.
- Estímulo: la imagen del ratón.
 - Receptor sensorial: los ojos del gato.
 - Centro coordinador: el cerebro del gato interpreta la imagen como una presa y elabora la respuesta de cazarlo.
 - Órgano efector: los músculos del gato realizan la acción de tomar y consumir la presa.
- B** Las dendritas, cuerpos celulares y sinapsis son abundantes en la sustancia gris, los axones son abundantes en la sustancia blanca.
- C** Serán más frecuentes las vainas de mielina en los axones largos, ya que una de sus funciones es aumentar la velocidad del impulso nervioso, y esto es menos necesario en los nervios cortos, en los que el impulso ha de recorrer poca distancia. De hecho, en general, los nervios craneales, que van del cerebro a las diversas zonas de la cabeza, suelen presentar más fibras sin vaina de mielina que los nervios raquídeos, que recorren todo el cuerpo.
- D** Esta cuestión trata de hacer reflexionar al alumnado sobre la estructura y funcionamiento del sistema nervioso, para que la sencillez de las exposiciones sobre su estructura, no lleve a simplificaciones erróneas.

Los impulsos sensoriales, que llevan información de los receptores sensoriales al sistema nervioso central, viajan por los nervios sensoriales o aferentes, y los impulsos motores, que llevan información del sistema nervioso central a los órganos efectores (músculos o glándulas), viajan por los nervios motores o eferentes. Se trata pues de dos vías nerviosas diferentes, la que va de los receptores visuales al cerebro, y la que va del cerebro a los músculos oculares.

- E** El esquema verdadero es el a), pues sólo en él se cumple que el impulso viaja en las dos direcciones dentro de la neurona (la neurona central del esquema), pero solamente salta a otra neurona en uno de los dos sentidos de propagación: de axón a cuerpo celular.

2 Anatomía del sistema nervioso

Actividades pág. 143

- A** ¿Qué animales presentan un comportamiento más complejo, los que presentan un sistema nervioso en red difusa, o los que presentan un sistema ganglionar? Relaciona tu respuesta con las ventajas de uno y otro tipo de sistema nervioso.
- B** Hay experimentos en los que, después de eliminar la cabeza de una rana, se pincha una pata y el animal la encoge. ¿Cómo explicas ese movimiento en ausencia de encéfalo?
- C** Se dice que el sistema simpático prepara al organismo para una actividad con trabajo intenso. Observa la figura 2.9 y comenta cuáles de las acciones regidas por el sistema simpático favorece ese tipo de actividad.

Soluciones:

- A** Presentan un comportamiento más complejo los animales con sistema nervioso ganglionar (por ejemplo, los artrópodos) que los que presentan red nerviosa difusa (por ejemplo, los celentéreos). Esto se debe a que los ganglios son concentraciones de neuronas que permiten la elaboración de respuestas complejas ante los estímulos; por otra parte, la red difusa puede presentar como ventaja el que gran parte del cuerpo del animal puede recibir al mismo tiempo los estímulos sensoriales, pero por el contrario, las respuestas ante los estímulos son más automáticas y menos elaboradas.
- B** Porque se trata de un acto reflejo regido por la médula espinal, sin que el encéfalo reciba información ni elabore respuesta (ver esquema de la figura 2.8 del tema).
- C** Todas las acciones señaladas en la figura 2.9 como propias del sistema simpático, favorecen de una u otra manera la actividad con trabajo intenso del organismo:
- La dilatación del iris supone el estrechamiento de la pupila, y eso favorece el enfoque de las imágenes y evita el deslumbramiento ante el exceso de luz.
 - La constricción de los vasos sanguíneos hace referencia a los vasos periféricos (de la piel), con lo que aumenta el flujo de sangre hacia los músculos y se evitan las hemorragias superficiales.
 - La aceleración del corazón facilita el suministro de nutrientes y oxígeno a los músculos y al sistema nervioso central.

- La relajación del estómago y del intestino supone un enlentecimiento de las funciones digestivas, por lo que el suministro de nutrientes y oxígeno se puede concentrar en la musculatura y el sistema nervioso central.
- La relajación de la vejiga urinaria supone una menor necesidad de la función de micción, con lo que la atención se puede centrar mejor en el trabajo.

3 Los receptores sensoriales

Actividades pág. 147

- A** Haz una clasificación de los receptores sensoriales según el tipo de estímulo que captan: físico o químico.
- B** ¿Se podría comparar los receptores sensoriales de frío y de calor con un termómetro?. Explícalo.
- C** ¿Qué diferencias hay entre los receptores térmicos dispersos por la piel y los receptores del órgano de Jacobson?
- D** Según las definiciones que se han dado en el texto, ¿pueden tener olfato los animales acuáticos? Explícalo.

Soluciones:

- A** Captan estímulos químicos, es decir, la presencia de determinadas sustancias químicas, los receptores del gusto y del olfato. Los demás receptores sensoriales captan estímulos de tipo físico: la luz, el calor, la presión, las ondas sonoras, el movimiento del cuerpo...
- B** No, porque estos receptores simplemente captan si el calor entra o sale del cuerpo. Si el calor sale, se tiene sensación de frío; si el calor entra, se tiene sensación de calor. Por tanto las sensaciones de frío o calor no responden a una temperatura determinada, sino a la dirección del flujo de calor, del cuerpo al medio externo o del medio externo al cuerpo, lo cual es variable, pues la temperatura del cuerpo dependerá de la situación anterior o del medio externo anterior de que se parta en cada caso.
- C** Los receptores térmicos de la piel notan el flujo de calor por conducción, el calor que fluye cuando dos cuerpos a diferente temperatura toman contacto; los receptores de los órganos de Jacobson captan los rayos infrarrojos, y por tanto el flujo de calor por radiación, o sea, notan las fuentes de calor a distancia.
- D** Hablando con propiedad, los animales acuáticos no pueden tener olfato, sino simplemente gusto, pues las partículas olfativas están dispersas en el aire, y las gustativas están disueltas en líquidos; como los animales acuáticos están siempre en el seno de líquidos, sólo podrían captar gustos y no olores.

Sin embargo, es corriente asociar las antenas de los crustáceos y otros órganos de animales acuáticos, a una función olfativa, pues recogen partículas químicas poco concentradas, procedentes de fuentes lejanas. En ese sentido, hay una cierta analogía entre los olores captados por los animales terrestres (partículas poco concentradas, dispersas por el aire, procedentes de fuentes lejanas) y los olores captados por los animales acuáticos, hablándose de gustos cuando las sustancias están concentradas y cercanas al animal (en la boca, o cerca de la boca, como en el caso de los animales terrestres).

B. ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

1 Define los siguientes conceptos: neurona, nervio, estímulo, receptor sensorial, órgano efector, sinapsis, sustancia gris, sustancia blanca, órgano sensorial, acto reflejo.

Solución:

Neurona.- Tipo celular que constituye el tejido nervioso, caracterizado por poseer muchas prolongaciones y ser capaz de generar y transmitir impulsos nerviosos, que son corrientes electroquímicas.

Nervio.- Es un haz de fibras nerviosas envueltas en tejido conjuntivo fibroso. Las fibras nerviosas son prolongaciones de las neuronas del tipo de las llamadas "axones", largas y con pocas ramificaciones, que transmiten el impulso nervioso desde el cuerpo celular hacia otra neurona u otro tipo celular.

Estímulo.- Recibe este nombre cualquier agente físico o químico capaz de activar un receptor sensorial.

Receptor sensorial.- Es una célula especializada capaz de elaborar un impulso nervioso como respuesta a la acción sobre ella de un estímulo de naturaleza física o química.

Órgano efector.- Tejido u órgano que produce una respuesta (por ejemplo, una contracción, una secreción, etc.) al recibir una señal nerviosa.

Sinapsis.- Es la conexión entre dos neuronas contiguas, o más concretamente, el pequeño espacio que media entre la terminación de un axón (botón sináptico) y una terminación de una dendrita o la superficie del cuerpo celular de la neurona contigua.

Sustancia gris.- Es la parte del sistema nervioso central rica en neuronas y conexiones entre neuronas.

Sustancia blanca.- Es la parte del sistema nervioso central rica en axones.

Órgano sensorial.- Órgano complejo que contiene receptores sensoriales y estructuras que facilitan la recepción de los estímulos que activan dichos receptores.

Acto reflejo.-Acto coordinado por el sistema nervioso de forma automática, como respuesta a un estímulo, sin que el cerebro intervenga elaborando dicha respuesta.

2 Relaciona los conceptos de las dos siguientes columnas:

peces	hemisferios cerebrales
invertebrados	sistema ganglionar
mamíferos	encéfalo
	médula espinal
	red difusa
	circunvoluciones cerebrales

Solución:

La presente cuestión intenta reforzar los conceptos adquiridos sobre la progresiva complejidad del sistema nervioso cuando se consideran los grupos animales desde los más simples a los más complejos.

Peces	→	encéfalo y médula espinal
Invertebrados	→	sistema ganglionar y red difusa
Mamíferos	→	encéfalo, médula espinal, hemisferios cerebrales y circunvoluciones cerebrales.

3 Explica qué tienen en común y qué tienen de diferente los actos reflejos y los actos del sistema nervioso vegetativo.

Solución:

Tienen en común que son automáticos, sin que el cerebro intervenga elaborando una respuesta, y por eso se dice que son involuntarios.

Tienen de diferente que los actos reflejos se refieren a actos que responden a estímulos externos, mientras que los actos regidos por el sistema vegetativo se refieren al funcionamiento de los órganos internos del animal.

4 Relaciona los conceptos de las dos siguientes columnas:

peces	ojo en cáliz
serpientes	mancha ocular
cangrejos	estatocisto
insectos	órgano de Jacobson
moluscos	omatio
medusas	línea lateral

Solución:

La presente actividad trata de ser un recordatorio de los órganos sensoriales peculiares de algunos grupos de animales.

peces	→	línea lateral
serpientes	→	órgano de Jacobson
cangrejos	→	estatocisto
insectos	→	omatidio
moluscos	→	ojo en cáliz
medusas	→	mancha ocular.

5 Señala de forma razonada si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones:

- a) Los nervios están envueltos en bandas de mielina.
- b) Las neuronas bombean continuamente iones Na^+ hacia el exterior.
- c) Las neuronas bombean continuamente iones K^+ hacia el exterior.
- d) Los neurotransmisores se acumulan en los botones presinápticos.
- e) Los impulsos nerviosos viajan en todas direcciones en una cadena de neuronas.

Solución:

a) FALSA. Los nervios son haces de axones envueltos en tejido conjuntivo; son los axones, o fibras nerviosas, los que pueden estar envueltos en mielina, pero no todos, pues hay fibras envueltas en mielina y fibras no envueltas en mielina.

b) VERDADERA

c) FALSA. La frase anterior es la verdadera, y el potasio es continuamente bombeado hacia el interior de la célula.

d) VERDADERA

e) FALSA. Aunque en cada neurona el impulso viaje en todas direcciones, el paso del impulso de una neurona a otra se hace siempre en sentido axón --> dendrita o cuerpo celular, por lo que en una cadena de neuronas el impulso viaja siempre en un solo sentido.

6 Relaciona los conceptos de las dos siguientes columnas:

cerebro
cerebelo
bulbo raquídeo
médula espinal

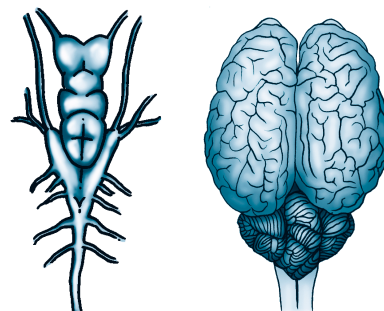
memoria
funcionamiento del corazón
nervios raquídeos
instinto
movimientos de locomoción

Solución:

La presente actividad pretende que el alumnado fije conceptos sencillos que le ayuden a entender el funcionamiento del sistema nervioso central.

cerebro	→	memoria e instinto
cerebelo	→	movimientos de locomoción
bulbo raquídeo	→	funcionamiento del corazón
médula espinal	→	nervios raquídeos

7 Observa el dibujo e indica tres diferencias entre el encéfalo de un pez y el de un mamífero:



Solución:

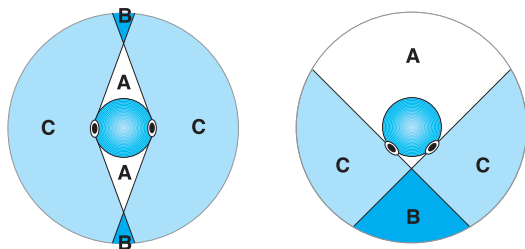
La presente actividad incide en la comprensión de las relaciones entre la complejidad del encéfalo y el grado de evolución de los organismos.

El cerebro del mamífero (derecha) presenta la superficie surcada por circunvoluciones o "arrugas", de las que carece el pez (izquierda); esto le dota de una mayor superficie y por tanto de más posibilidades de establecer conexiones entre neuronas. También el cerebelo presenta arrugas, de las que carece el pez.

El cerebro del mamífero presenta claramente dos hemisferios, que en el pez están simplemente esbozadas en la parte anterior del encéfalo.

En el mamífero, el cerebro es mucho más grande que el cerebelo, y éste que el bulbo raquídeo. En el pez, las diferencias de tamaño entre las tres partes del encéfalo son mucho menores.

8 El diagrama adjunto muestra el campo visual de dos animales diferentes. El primero tiene los ojos en la parte anterior de la cabeza y el segundo los tiene en posición lateral. La región A indica el espacio que no cubre ningún ojo; la región B indica el campo de visión de los dos ojos a la vez, y la región C indica el campo de visión cubierto por un solo ojo.



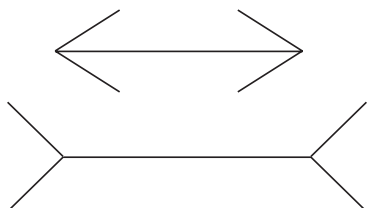
- ¿Cuál de los dos animales podrá descubrir con más facilidad los objetos a su alrededor?
- ¿Cuál de los dos animales apreciará mejor la distancia a los diferentes objetos?
- ¿Cuál de las dos estrategias le conviene más a un depredador?
- ¿Cuál de las dos estrategias le conviene más a un animal que puede ser presa de cualquier depredador?
- De la siguiente lista de animales, señala cuál tiene el tipo de visión I y cuál el tipo de visión II: tigre, paloma, caballo, búho, rana, merluza.

Solución:

- El animal de la izquierda, porque tiene un mayor campo visual.
- El animal de la derecha, porque tiene mayor el campo de visión estereoscópica (con los dos ojos).
- La estrategia de la derecha, para calcular mejor las distancias cuando se lanza sobre la presa.
- La estrategia de la izquierda, porque tiene más probabilidades de descubrir a su depredador.
- Visión I (izquierda): paloma, caballo, merluza.
Visión II (derecha): tigre, búho, rana.

9 Observa las dos siguientes líneas

- ¿Cuál te parece más larga?
- Comprueba con una regla graduada cuál es más larga.
- Da una explicación a la diferencia de respuestas entre la cuestión a) y la b).



Solución:

La siguiente actividad pretende mostrar un ejemplo de lo explicado al final del tema sobre la relación entre el cerebro y la interpretación de los datos suministrados por los receptores sensoriales.

- Parece más larga línea inferior.
- Las dos líneas son igual de largas.
- El cerebro interpreta las imágenes captadas por el ojo; la forma diferente de las puntas de flecha que hay en los extremos de la línea es la responsable de que el cerebro las interprete de longitud diferente.

C. ACTIVIDADES DE LOS DOCUMENTOS

1. Música y cerebro

Cuestiones:

- Describe el camino que sigue una nota musical desde el instrumento hasta la corteza cerebral.
 - A veces nos imaginamos piezas musicales, y sin necesidad de escucharlas, sentimos las mismas emociones que cuando las melodías suenan junto a nosotros. ¿Qué elementos del esquema de la cuestión anterior entran en actividad y qué elementos no intervienen?
 - ¿Qué propondrías tú para aumentar la sensibilidad musical de las personas?
- Conducto auditivo externo, tímpano, cadena de huesecillos del oído medio, ventana oval de la cóclea, endolinfa de la cóclea, células sensitivas de la cóclea, impulso nervioso que recorre el nervio acústico, el nervio entra por la base del cerebro, y el impulso es conducido a la corteza auditiva.
 - Intervienen los componentes del cerebro: corteza auditiva, centros de memoria, centros de coordinación, centros emocionales..., pero no intervienen los elementos que van desde el oído externo hasta el cerebro.
 - Cuestión abierta. El documento va alimentando la opinión favorable a una educación temprana en las habilidades musicales.

COORDINACIÓN HORMONAL

9

1. INTRODUCCIÓN

El tema comienza referido a los organismo animales, para que el alumnado comprenda mejor la naturaleza de las hormonas y su papel en la coordinación del organismo.

En la exposición del sistema hormonal en los animales, se observa su carácter de herramientas al servicio de la coordinación regulada por el sistema nervioso, pero con características propias y con capacidad de establecer de forma autónoma una cierta coordinación en el organismo.

En las plantas no hay relación a sistema nervioso alguno, pero es importante que el alumnado descubra esa cualidad de establecer un equilibrio entre las diferentes partes del organismo que contribuye a su unidad como organismo

En la parte referida a los organismos animales, son también importantes los conceptos desarrollados sobre la naturaleza de las glándulas endocrinas, el mecanismo de transporte, de acción y de regulación de las hormonas, y su relación con los fenómenos más conocidos del desarrollo animal. Estos estudios se centran en los mamíferos, para facilitar el interés del alumnado, pero tampoco falta una referencia a las hormonas de algunos invertebrados.

En la parte referida a las hormonas vegetales, se hace una breve referencia la aplicación práctica de la utilización de las fitohormonas en el cultivo de las plantas.

2. TEMPORALIZACIÓN

El presente tema puede desarrollarse en cuatro sesiones, a las que puede añadirse una sesión de evaluación del tema.

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Asimilar los conceptos de hormona, glándula endocrina y coordinación hormonal.
2. Analizar los mecanismos de actuación de las hormonas sobre el organismo.
3. Interpretar el mecanismo de coordinación hormonal de los animales como un complemento de la coordinación nerviosa.
4. Describir los efectos de las principales hormonas de invertebrados y de vertebrados.
5. Comprender la incidencia del sistema endocrino en el desarrollo adecuado y en la salud de las personas.
6. Conocer las principales hormonas vegetales y estudiar su mecanismo de acción.
7. Interpretar el mecanismo de coordinación hormonal en las plantas.
8. Relacionar los mecanismos de acción de las hormonas vegetales con sus aplicaciones en agricultura.
9. Analizar algunos experimentos sencillos que históricamente han ayudado al conocimiento de las hormonas.

4. CONTENIDOS CONCEPTUALES

1. *El sistema endocrino*
 - Las glándulas endocrinas
 - Las hormonas
2. *Mecanismos de regulación de la secreción hormonal*
 - Hormonas segregadas como respuesta a un estímulo externo.
 - Hormonas segregadas como respuesta a un estímulo interno.
 - Regulación de la concentración de hormonas.
3. *Las neuroglándulas y las neurohormonas.*
4. *Hormonas de las plantas.*
 - Tipos de hormonas vegetales.
 - Lugar de producción.
 - Transporte.
 - Acción como biocatalizadores e interacciones.

5. SOLUCIONES Y COMENTARIOS

A. ACTIVIDADES VINCULADAS AL TEXTO

1 El sistema endocrino

■ Actividades pág. 155

- A A las hormonas se les llama también “mensajeros químicos”, ¿podrías explicar por qué?
- B Se dice que el páncreas es una glándula mixta. ¿Por qué?
- C Las glándulas suprarrenales son en realidad dos glándulas, la médula, de posición central, y la corteza, en la superficie. ¿Se podría considerar también una glándula mixta? Explicalo.
- D Observa la figura 1.2 y deduce en qué órganos se encontrarán las células diana de la somatotropina, de la adrenalina y del glucagon.

Soluciones:

- A Porque son sustancias químicas que se segregan en una parte del organismo (glándulas endocrinas) y actúan en otras partes del organismo (órganos diana).
- B Actúa como una glándula exocrina, pues vierte jugos digestivos al intestino delgado, y actúa también como una glándula endocrina, pues vierte hormonas al torrente sanguíneo. Este es el concepto de glándula mixta que se estudió en el tema 2.
- C Esta composición no responde al concepto de glándula mixta que hemos visto en la cuestión anterior, pues las dos partes de las glándulas suprarrenales (corteza y médula) actúan como glándulas endocrinas, nunca como exocrinas.
- D Las células diana de la somatotropina, u hormona del crecimiento, se encontrarán en los huesos y en los músculos.

Las células diana de la adrenalina se encontrarán en el corazón (aumento del ritmo cardíaco), en el hígado (liberación de glucosa a la sangre) y en las paredes de los vasos sanguíneos (aumento de la tensión arterial).

Las células diana del glucagon se encontrarán en el hígado, que es donde se libera glucosa al torrente circulatorio.

2 Mecanismos de regulación de la secreción hormonal

■ Actividades pág. 157

Las presentes cuestiones relacionan los nuevos conceptos adquiridos en este apartado con los que se adquirieron en el apartado anterior (a y c) y con los del tema anterior (b y d). Conviene por tanto cuidar de la adecuada resolución de las mismas, para contribuir a dar unidad a los conocimientos adquiridos.

- A Observa el esquema de la figura 2.2, referido a la producción de adrenalina y sus efectos en el organismo. ¿Qué tipos de conexiones hay entre todos los órganos implicados en el esquema?
- B Compara el esquema de la figura 2.2 con los esquemas de actos reflejos explicados en el tema anterior. ¿Qué diferencia hay, desde el punto de vista anatómico, entre el sistema nervioso y el sistema endocrino?
- C La insulina y el glucagon tienen un mismo órgano diana: el hígado. ¿Por qué cada uno tiene un efecto diferente sobre este órgano?
- D A la hormona adrenalina se le llama también “simpático-comimética”. ¿Podrías dar una explicación de ese nombre, teniendo en cuenta los efectos de la adrenalina y de su hormona antagónica?

Soluciones:

- A Entre el cerebro (más concretamente el hipotálamo) y las médulas suprarrenales hay una conexión nerviosa: fibras del sistema simpático que recorren la médula espinal. Pero entre las médulas suprarrenales y los demás órganos (hígado, bronquios, corazón, vasos sanguíneos) no hay una conexión específica, sino que las hormonas viajan de la glándula a sus células diana disueltas en el torrente sanguíneo, que transporta al mismo tiempo muchas otras sustancias y células.
- B En el sistema nervioso hay conexión física, por medio de fibras nerviosas y del sistema nervioso central, entre los dos órganos implicados en el acto reflejo, el órgano sensorial y el órgano efector. En el sistema endocrino puede haber conexión por fibras nerviosas entre el sistema nervioso central y la glándula, pero no entre la glándula (que

es en realidad el órgano efector del acto nervioso) y el órgano activado por las hormonas sintetizadas por la glándula.

C En la superficie de las células hepáticas hay diversidad de receptores proteicos específicos de diferentes hormonas. La insulina se fija sobre unos receptores que desencadenan en el interior de la célula acciones encaminadas a la acumulación de glucosa en forma de glucógeno; el glucagón se fija sobre otros receptores que desencadenan la liberación de glucosa por hidrólisis del glucógeno.

D Los efectos de la acción de la adrenalina son en todo similares a la acción del sistema nervioso simpático: aceleración del corazón, dilatación de los bronquios, liberación de glucosa en el hígado, acción sobre los vasos sanguíneos...; por otra parte, el sistema parasimpático es el antagónico del simpático (regula las acciones contrarias), y la hormona antagónica de la adrenalina, la acetilcolina, es segregada por las terminaciones nerviosas del sistema parasimpático. Por eso se dice que la adrenalina "imita o mimetiza" al sistema simpático.

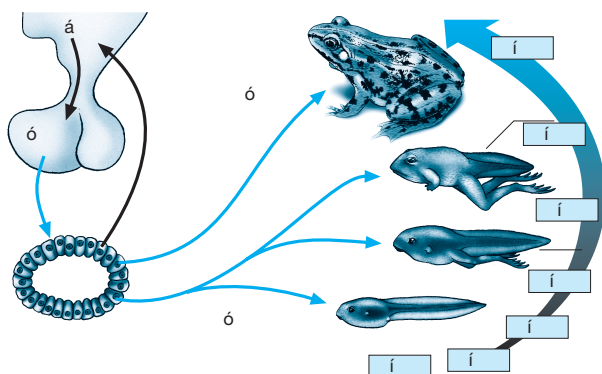
Actividades pág. 158

Las presentes cuestiones inciden en la comprensión de los mecanismos de regulación de concentración de hormonas en el organismo, y abordan un ejemplo concreto diferente al utilizado en las explicaciones del texto.

A ¿Podrían considerarse la insulina y la adrenalina como hormonas antagónicas? Explícalo.

B Dibuja un esquema donde se vea la influencia mutua de la concentración de glucosa en la sangre y de la concentración de insulina. Compáralo con el esquema del equilibrio entre tiroxina y tirotrópica (fig. 2.3) y deduce si se podría tratar de otro caso de mecanismo feed-back

C La figura 2.4 muestra la influencia de la tiroxina en la metamorfosis de la rana. ¿Cómo consigue el organismo mantener, en cada etapa del desarrollo, los niveles adecuados de tiroxina?



D A la hormona adrenalina se le llama también "simpaticomimética". ¿Podrías dar una explicación de ese nombre, teniendo en cuenta los efectos de la adrenalina y de su hormona antagónica?

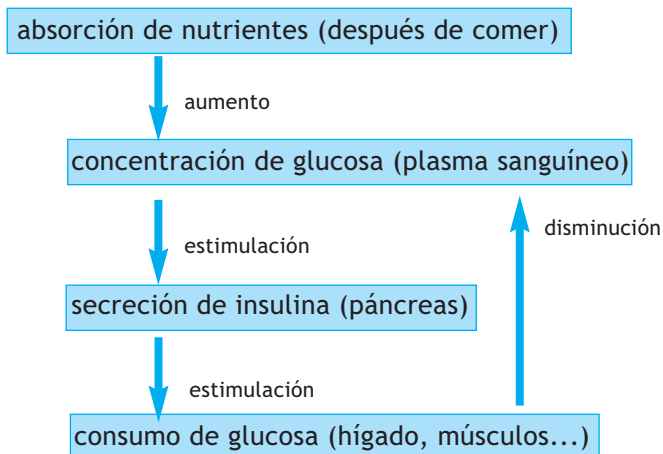
Soluciones:

A En un determinado aspecto, la insulina y la adrenalina producen efectos antagónicos: la insulina disminuye la concentración de glucosa en la sangre, y la adrenalina la aumenta. Sin embargo, la acción de las hormonas no es estrictamente antagónica, por dos motivos:

- La insulina se segrega como respuesta a un estímulo interno (elevación de los niveles de glucosa en sangre), mientras que la adrenalina se segrega como respuesta a un estímulo externo (situación de alarma).

- La adrenalina aumenta la cantidad de glucosa en sangre actuando sobre las células del hígado, mientras que la insulina actúa sobre varios tipos celulares: células hepáticas que absorben glucosa para transformarla en reservas de glucógeno; células del hígado y del tejido adiposo que absorben glucosa para transformarla en reservas de grasa, y células musculares que absorben glucosa para catabolizarla o para transformarla en reservas de glucógeno.

B



Este mecanismo no es propiamente un mecanismo de retroalimentación negativa, pues a más glucosa, más insulina, es una estimulación y no una inhibición. Si bien es verdad que a más insulina, menos glucosa, esto no se debe a una inhibición de la producción de glucosa, sino a un aumento de su consumo. En todo caso sería un caso de retroalimentación positiva.

C En todo momento hay un equilibrio entre la tiroxina y la tirotrópica, pero la tirotrópica se ve regulada por el

hipotálamo, que recibe información del estado del organismo. En cada etapa del desarrollo, el hipotálamo estimulará más o menos la secreción de tirotrópina.

D Cuestión ya resuelta (d) de la página 157)

3 Las neuroglándulas y las neurohormonas

Actividades pág. 159

- A Pueden considerarse la hormona de la muda y la hormona juvenil como hormonas antagónicas?. Explicalo.
- B La hormona juvenil se puede utilizar como una herramienta de lucha contra las plagas de insectos. ¿Por qué, si no produce la muerte del insecto, sino que simplemente retrasa su desarrollo?
- C ¿En qué momento aplicarías hormona juvenil a un cultivo de insectos si quisieras conseguir orugas muy grandes?
- D ¿Podría considerarse el sistema nervioso vegetativo como un punto de conexión entre la coordinación nerviosa y la endocrina? Explicalo.

Soluciones:

- A Sí, pues tal como explica el texto, tienen efectos antagónicos: la hormona de la muda favorece la muda y el desarrollo, y la hormona juvenil frena la muda y el desarrollo.
- B Si el insecto no completa su desarrollo, no puede reproducirse. La larva llegará a morir sin dejar descendencia, por lo que en la siguiente campaña agrícola, habrá desaparecido la plaga.
- C Cuando la oruga sea muy grande, antes de que se transforme en pupa.
- D Sí, porque el hipotálamo actúa sobre algunas glándulas a través del sistema simpático, que es parte del vegetativo (caso de la activación de la médula suprarrenal), y porque las terminaciones del sistema nervioso parasimpático segregan la hormona acetilcolina.

4 Hormonas de las plantas

Actividades pág. 161

- A ¿Se puede hablar de coordinación hormonal en las plantas, como se hace al estudiar las hormonas de los animales? Comenta las principales diferencias que observas entre el origen y funcionamiento de las hormonas vegetales y las hormonas animales.
- B Las fitohormonas se han utilizado para mejorar el rendimiento de las variedades agrícolas, aunque en la actualidad se tiende a solucionar estos problemas de productividad por la búsqueda de nuevas variedades, muchas veces con manipulación genética. Teniendo en cuenta los efectos de las fitohormonas estudiados, indica cuáles de ellas suministrarías a las plantas de un cultivo en los siguientes casos:
- Para aumentar la producción de frutos.
 - Para madurar unos frutos recolectados prematuramente.
 - Para debilitar las raíces de unas malas hierbas.
 - Para facilitar el enraizamiento de las plantas en un cultivo de frutales.

Soluciones:

- A Sí, porque hay hormonas antagónicas como en el caso de los animales: las auxinas inducen la formación de raíces y las citoquininas las inhiben, por tanto, el desarrollo de las raíces depende de un equilibrio entre estas dos hormonas; y lo mismo podemos decir de los efectos antagónicos de giberelinas y citoquininas por una parte, y del etileno y ácido abscísico por otra parte, en cuanto a la juvenilidad o senescencia de la planta.

La diferencia principal en el origen de hormonas animales y vegetales, es que la mayor parte de las hormonas animales son producidas por glándulas o por células especializadas en dicha función, mientras que en las plantas, las hormonas son producidas por células meristemáticas que cumplen también otras funciones en la planta (crecimiento, formación de brotes, o de semillas...).

Las diferencias principales en el funcionamiento de las hormonas animales y vegetales, es que las primeras circulan rápidamente por el torrente circulatorio sanguíneo, y su secreción está coordinada también por el sistema nervioso, que actúa con mucha velocidad. En cambio, en las plantas, las hormonas son transportadas muy lentamente por difusión, o lentamente por la circulación de la savia, que es más lenta que la de la sangre,

y no poseen un sistema nervioso que pueda contribuir a la coordinación del funcionamiento de las hormonas.

- B** - Para aumentar producción de frutos: auxinas, gibberelinas y citoquininas.
- Para madurar frutos: etileno y ácido abscísico.
 - Para debilitar raíces: citoquininas.
 - Para facilitar enraizamiento: auxinas.

B. ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

- 1** Define los siguientes conceptos: glándula endocrina, glándula exocrina, hormona, fitohormona, órgano diana.

Solución:

Glándula endocrina.- Son órganos especializados en la fabricación de hormonas que vierten al torrente circulatorio sanguíneo.

Glándula exocrina.- Son órganos que fabrican sustancias que son vertidas al exterior del organismo (como las glándulas sudoríparas) o a cavidades internas (como las glándulas gástricas), pero no directamente a la sangre.

Hormona.- Biocatalizador de composición química variada que es sintetizada en una glándula endocrina y es transportada por el torrente sanguíneo hasta el órgano donde ejerce su acción, llamado órgano diana.

Fitohormona.- Son sustancias elaboradas por tejidos embrionarios de las plantas (por ejemplo, meristemos) y son transportadas por difusión o por la circulación de la savia hacia diversos lugares de la planta, ejerciendo una función de coordinación semejante al de las hormonas de los animales.

Órgano diana.- Cada hormona tiene su órgano diana, que es aquel donde la hormona ejerce su acción, porque posee células con receptores específicos para dicha hormona (células diana).

- 2** Compara la coordinación nerviosa y la coordinación hormonal en cuanto a la naturaleza de los mensajes que se transmiten, y en cuanto a la rapidez con que los mensajes llegan a su destino.

Solución:

En cuanto a la naturaleza de los mensajes, la coordinación nerviosa se ejerce por impulsos de carácter electroquímico que recorren las fibras nerviosas, y la coordinación hormonal se ejerce mediante hormonas, que son sustancias químicas que se transportan por la sangre.

En cuanto a la rapidez, los impulsos nerviosos son más rápidos que la circulación sanguínea, de manera que una corriente nerviosa alcanza su destino en milisegundos, y una hormona puede tardar algunos segundos.

- 3** En ocasiones se han usado hormonas que potencian el desarrollo muscular para obtener un ganado que crece en menos tiempo y produce carne más magra. Estos animales tendrán en su organismo un nivel más elevado de lo normal de esas hormonas. ¿Puede representar algún peligro para el consumidor una dieta a base de carne de este tipo de ganado? Explícalo.

Solución:

Como se ha dicho en el texto, la mayor parte de los mamíferos, e incluso de los vertebrados, presentamos las mismas hormonas. Por tanto, si ingerimos carne de un ave o un mamífero enriquecida en hormonas (de las llamadas “anabolizantes”; ver documento al final del tema), puede aumentar anormalmente en nuestro organismo la concentración de dichas hormonas, alterando el equilibrio hormonal necesario para el buen funcionamiento del organismo. Se pueden, por tanto, producir alteraciones que pueden afectar al crecimiento del esqueleto y musculatura, o a las glándulas productoras de dicho tipo de hormonas (que se pueden atrofiar, al tener que elaborar menos hormonas de lo normal para conseguir los niveles considerados normales), o al hígado, como principal órgano elaborador de sustancias necesarias para el anabolismo, o a otros órganos.

- 4** A la vista de la figura 1.2, que recoge las principales hormonas de vertebrados y sus efectos, indica qué hormonas pueden utilizarse para el engorde del ganado.

Solución:

Según la información que suministra la figura 1.2, se pueden utilizar como anabolizantes las siguientes hormonas: glucocorticoides (regulan el anabolismo de glúcidos, lípidos y proteínas), andrógenos corticales (contribuyen al desarrollo de los caracteres secundarios masculinos, entre ellos la formación de la musculatura), somatotropina (regulan el crecimiento de los huesos, y también de los músculos), testosterona (regulan el desarrollo de los caracteres masculinos, entre ellos el desarrollo de la musculatura).

- 5** Observa las siguientes dos columnas de hormonas y fitohormonas y relaciona mediante flechas aquellas que pueden considerarse antagónicas:

Insulina
testosterona
auxinas
acetilcolina
tiroxina

giberelinas
glucagón
adrenalina
progesterona
citoquininas

Solución:

insulina → glucagón (en cuanto a la regulación de los niveles de glucosa en la sangre)

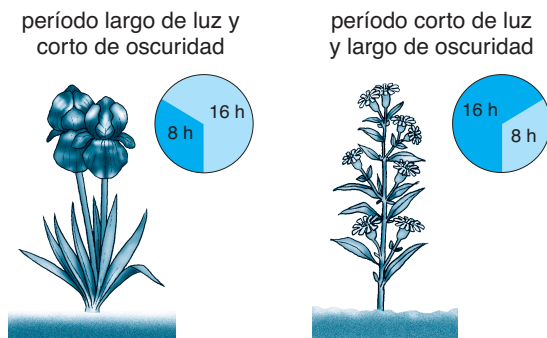
testosterona → progesterona (en cuanto que la primera desarrolla caracteres masculinos y la segunda, caracteres femeninos)

auxinas → citoquininas (en cuanto que la primera estimula la formación de raíces y la segunda las inhibe)

acetilcolina → adrenalina (en cuanto que la primera anula las acciones de la segunda en los estados de alarma)

tiroxina y giberelinas quedarían sin emparejar, pues no tienen en la otra columna ninguna hormona claramente antagónica.

- 6** La duración del día (horas de luz) y de la noche (horas de oscuridad) tiene influencia en la producción de flores. Las llamadas plantas de día largo necesitan una duración mínima de día solar de 14 horas, y las llamadas plantas de día corto necesitan un número de horas de luz igual o menor a 14. También existen plantas de día neutro que son indiferentes a la duración del día. Esta influencia de las horas de luz recibe el nombre de fotoperiodo, y viene regulado por una sustancia llamada fitocromo sensible a ligeras variaciones en la intensidad y duración de la luz. A la vista del apartado que explica los efectos de las fitohormonas, indica sobre cuáles actuará el fitocromo para regular la floración.



Solución:

Actúan directamente sobre la floración las giberelinas, pero de manera indirecta las auxinas (que favorecen el transporte de nutrientes hacia los brotes) y las citoqui-

nas (que al favorecer la juvenilidad de la planta, mantiene los brotes en buen estado).

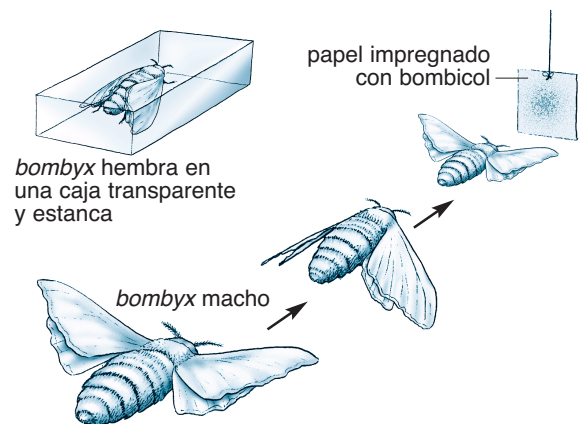
- 7** a) ¿En qué estaciones del año florecerán las plantas de día corto? ¿Y las de día largo?
b) Los crisantemos, las poinsetias, las fresas y las primaveras son ejemplos de plantas de día corto. Si cultivas estas plantas en un invernadero, ¿cómo se te ocurre que podrías obtener flores en la estación de mayor número de horas de luz?

Solución:

a) En otoño e invierno; en primavera y verano.

b) Cubriendo el invernadero con telas o plásticos oscuros, para disminuir el número de horas en que las plantas pueden captar una iluminación intensa (en los crepúsculos no entraría luz intensa en el invernadero).

- 8** Las feromonas son sustancias químicas producidas por los animales para atraer a individuos de sexo contrario por medio del olfato. La primera descrita fue el bombycol, segregada por las hembras de la mariposa de la seda (Bombyx). Su secreción viene regulada por la coordinación hormonal, atendiendo a condiciones externas, como las horas de luz o la abundancia de alimento, o a condiciones internas, como el grado de desarrollo del animal. ¿En qué se diferencian estas sustancias de las hormonas?



Solución:

Las feromonas no son segregadas a la sangre, sino al aire, pues son sustancias olorosas; las glándulas productoras de feromonas no son endocrinas. No regulan ninguna reacción del organismo que las sintetiza, pues la hembra las expulsa para atraer al macho, es decir, provoca sus efectos en otro individuo. No tienen ningún mecanismo de regulación de su secreción, pues no hay que cuidar de que su secreción sea excesiva; ya que tienen que atraer a animales

situados a distancia, cuanto mayor sea su secreción, mejor cumplirán su función.

- 9** Las auxinas son hormonas vegetales que se desnaturalizan con la luz. Observa la figura adjunta y trata de explicar cómo regulan las auxinas el fenómeno del fototropismo, por el que los tallos crecen siempre hacia la luz.

Solución:

En el lado iluminado de la planta, las auxinas se desnaturalizan; las auxinas provocan el alargamiento del tallo, especialmente cerca del ápice, que es donde se produce el alargamiento de las células recién formadas en el meristemo apical; por eso el tallo crecerá más por el lado menos iluminado, lo cual provocará un doblamiento del tallo que tendrá como efecto el que el tallo crezca en dirección a la fuente de iluminación.

C. ACTIVIDADES DE LOS DOCUMENTOS

1. La terapia génica como alternativa al uso de los anabolizantes

1. ¿Por qué el uso de anabolizantes puede ser dañino para el hígado?
2. ¿Por qué se detiene el crecimiento en los adolescentes que abusan de los anabolizantes?
3. ¿Piensas que es ético que los deportistas consigan mar-

cas gracias al uso de los anabolizantes? ¿Piensas lo mismo en el caso de que se aplicaran una terapia génica para desarrollar la musculatura?

Cuestiones:

1. El hígado es el órgano donde se fabrican la mayor parte de las macromoléculas utilizadas en la construcción (anabolismo) del organismo: polisacáridos (glucógeno), grasas y proteínas, y de la interconversión entre estos tipos de sustancias según las necesidades del organismo; sobre él actúan las hormonas anabolizantes del organismo, y una alteración del equilibrio natural, puede alterar el funcionamiento de este delicado órgano.
2. El crecimiento supone el alargamiento de los huesos; este alargamiento puede dificultarse mecánicamente por un crecimiento de la masa muscular, y además, si el equilibrio hormonal dirige la formación de proteínas hacia el desarrollo de los músculos y del tejido óseo, esto puede ir en detrimento del mantenimiento de las proteínas propias del tejido cartilaginoso, por lo que el cartílago de crecimiento de los huesos se osifica antes de lo debido.
3. Es una cuestión abierta. Conviene guiar la reflexión recordando que se supone que en la competición deportiva todos compiten en igualdad de condiciones externas, sin más desigualdades que las impuestas por la naturaleza de cada uno de los competidores; es decir, se dilucida quién "es" mejor en igualdad de condiciones externas.

LA REPRODUCCIÓN EN LOS ANIMALES

10

1. INTRODUCCIÓN

El diseño que se ha seguido para la elaboración de este tema, la reproducción en los animales, tiene como propósito abordar, en primer lugar, el conocimiento de los mecanismos que tiene la célula para garantizar la transmisión de los caracteres celulares a su descendencia, y a continuación estudiar los mecanismos básicos de la reproducción en los animales. Se trata en primer lugar de ampliar y profundizar los conocimientos sobre reproducción ya adquiridos en la etapa anterior (E.S.O.), y en segundo lugar, de continuar poniendo en práctica las destrezas y procedimientos científicos como medio de adquisición de conocimientos y en relación con la tecnología y la sociedad.

Se estudia primero la reproducción, principal atributo de los seres vivos, como una función imprescindible para la supervivencia de la especie. Seguidamente se explica la reproducción o división celular, encuadrándola dentro del ciclo vital de la célula. A continuación, se plantean las dos modalidades de reproducción de los organismos: asexual y sexual y se hace hincapié en el estudio de las ventajas e inconvenientes de los dos tipos de reproducción.

A continuación, se explica la meiosis como un proceso necesario en todos los ciclos vitales de los organismos con reproducción sexual y diferenciándolo de la mitosis. Se estudia la reproducción sexual y el desarrollo embrionario en los animales y finaliza el tema con el estudio de la reproducción asexual y la clonación en los animales.

2. TEMPORALIZACIÓN

El desarrollo del tema ha sido pensado para un número aproximado de 11 sesiones y una sesión más de evaluación.

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Explicar los mecanismos de reproducción celular y relacionarlos con la transmisión de la información genética de una generación celular a otra.
2. Interpretar las relaciones entre la reproducción celular y la reproducción de los organismos pluricelulares.
3. Establecer las características esenciales y las diferencias entre la reproducción sexual y asexual.
4. Indicar las ventajas que aporta la reproducción sexual sobre la asexual.
5. Describir las diferentes modalidades de reproducción asexual en los animales.
6. Establecer las diferencias entre la mitosis y la meiosis y relacionar esta última con la reproducción sexual.
7. Reflexionar sobre la importancia evolutiva de la aparición en la Naturaleza de los mecanismos de reproducción sexual.
8. Conocer algunas aplicaciones prácticas, que se derivan del conocimiento de la reproducción, en medicina, como es la fecundación *in vitro* o la fecundación asistida.
9. Diseñar y realizar pequeñas investigaciones sobre la reproducción y el desarrollo en plantas y animales contemplando los procedimientos del trabajo científico (planteamiento del problema, formulación de hipótesis contrastables, diseño y realización de experiencias, comunicación de los resultados, discusión y conclusiones).
10. Contrastar diferentes fuentes de información y elaborar informes en relación a los problemas planteados por la intervención humana en la reproducción.

4. CONTENIDOS CONCEPTUALES

1. *Naturaleza del proceso reproductor*
2. *La reproducción celular*
 - El ciclo celular
 - Mitosis
 - Citocinesis
3. *Tipos de reproducción*
4. *La meiosis y los ciclos vitales*
 - La meiosis
 - Los ciclos vitales
5. *La reproducción sexual en los animales*
 - Unisexualidad y hermafroditismo
6. *Los gametos y su formación*
 - Espermatogénesis
 - Morfología de los espermatozoides
 - Ovogénesis
 - Morfología de los óvulos
7. *La fecundación*
 - El proceso de la fecundación
 - Ventajas e inconvenientes de la reproducción sexual
8. *El desarrollo en los animales*
 - El desarrollo embrionario
 - El desarrollo postembrionario
9. *La reproducción asexual en los animales*
10. *La clonación en los animales*

5. SOLUCIONES Y COMENTARIOS

A. ACTIVIDADES VINCULADAS AL TEXTO

1 La meiosis y los ciclos vitales

■ Actividades pág. 171 ■

Una célula con 8 cromosomas comienza una meiosis.

- A ¿Cuántas cromátidas tiene cada cromosoma de la célula al comienzo del proceso?
- B ¿Cuántas células hay al final de la 1ª división? ¿Cuántos cromosomas tiene cada célula? ¿Cuántas cromátidas tiene cada cromosoma?
- C ¿Cuántas células hay al final de la segunda división? ¿Cuántos cromosomas tiene cada célula? ¿Cuántas cromátidas tiene cada cromosoma?
- D ¿Cuántas cromátidas, en total, hay al principio del proceso? ¿Y al final? ¿Son iguales las cromátidas iniciales y las finales?

Soluciones:

- A Cada cromosoma tiene dos cromátidas al comienzo de la meiosis.
- B Hay dos células. Cada célula tiene cuatro cromosomas. Cada cromosoma está formado por dos cromátidas.
- C Hay cuatro células. Cada célula tiene cuatro cromosomas. Cada cromosoma está formado por una cromátida.
- D Al principio del proceso hay dieciséis cromátidas. Al final hay también dieciséis cromátidas. No son iguales las cromátidas iniciales y las finales debido a que durante la profase de la primera división de la meiosis los cromosomas homólogos se aparean e intercambian fragmentos de material hereditario.

■ Actividades pág. 172 ■

- A ¿Es válida la definición de meiosis como proceso reduccional del número de cromosomas? ¿En qué organismos?
- B ¿Es válida la definición de meiosis como proceso formador de gametos? ¿En qué organismos?
- C ¿En qué momento del ciclo vital de un organismo puede producirse la meiosis?

- D Indica el número de cromosomas que tienen los gametos, el cigoto y los individuos adultos de un organismo haplonte y de otro diplonte.
- E Independientemente del momento del ciclo vital en que se produce la meiosis, siempre tiene lugar antes de formarse los gametos, es decir, los gametos nunca son diploides. ¿Por qué?

Soluciones:

- A Sí es válida. En los organismos con reproducción sexual.
- B No. Sólo es válida esa definición en los organismos diplontes.
- C En los organismos haplontes la meiosis tiene lugar en la primera división del cigoto (meiosis zigótica). En los organismos diplontes la meiosis tiene lugar durante la formación de los gametos (meiosis gametogénica). En los organismos diplohaplontes la meiosis tiene lugar al formarse las esporas (meiosis esporogénica).
- D En un organismo haplonte, el número de cromosomas de los gametos es haploide, el del cigoto diploide y el del individuo adulto haploide. En un organismo diplonte, el número de cromosomas de los gametos es haploide, el del cigoto diploide y el del individuo adulto diploide.
- E Porque si las células sexuales o gametos no tuvieran la mitad de cromosomas que las células normales del organismo, el número de cromosomas se iría duplicando en una especie dada de generación en generación.

5 La reproducción sexual en los animales

■ Actividades pág. 173 ■

- A ¿Cuál es el significado biológico principal de la reproducción sexual?
- B ¿Por qué la reproducción sexual produce una descendencia variable y la reproducción asexual produce una descendencia clónica, o sea, idéntica?
- C ¿Por qué se considera la partenogénesis una modalidad de reproducción sexual? ¿Se parece a algún otro tipo de reproducción?
- D ¿Qué ventajas adaptativas presenta esta modalidad reproductora por partenogénesis?

Soluciones:

- A** La de producir nuevos individuos diferentes a los progenitores. La reproducción sexual hace posible la recombinación genética de los caracteres hereditarios de ambos progenitores dando lugar a una descendencia mejor capacitada para sobrevivir en un ambiente que cambia de forma continua.
- B** Porque en la reproducción asexual interviene únicamente un individuo que es capaz de originar nuevos individuos que son copias genéticamente idénticas de sí mismo, mientras que en la reproducción sexual son dos progenitores los que participan en la producción de individuos hijos, cuyas características resultan de la combinación del DNA de dichos progenitores y, por tanto, genéticamente serán distintos.
- C** Porque en la partenogénesis el nuevo individuo se produce a partir de un óvulo no fecundado, o sea, a partir de un gameto; este gameto es capaz de fusionarse con otro del sexo opuesto para formar un nuevo individuo
- D** Presenta la ventaja de que en un momento determinado un organismo aislado puede dar lugar a nuevos individuos.

7 La fecundación

■ Actividades pág. 177 ■

- A** ¿Qué tipos de división celular se producen en la gametogénesis? ¿Cuál es su finalidad?
- B** Sabiendo que en el ser humano el número de cromosomas es 46 ($2n$). ¿Cuántos cromosomas tiene: 1) Un espermatocono de segundo orden. 2) Una espermatogonia. 3) Un espermatocono de primer orden. 4) Un espermatozoide. Razona la respuesta.
- C** Indica cuantos óvulos se originarán de: 1) Una ovogonia primaria. 2) Un ovocito de primer orden. 3) Un ovocito de segundo orden. 4) Un corpúsculo polar. Razona tu respuesta.
- D** ¿Qué utilidad puede tener el hecho de que el espermatozoide se especialice en el movimiento y el óvulo en el almacenamiento de sustancias nutritivas?
- E** En algunos grupos de animales tanto el macho como la hembra liberan gran cantidad de gametos, mientras que en otros grupos el macho produce numerosos espermatozoides y la hembra muy pocos óvulos. ¿Qué explicación puedes dar a hechos tan dispares?

- F** Busca información sobre el modo de vida de algunos animales conocidos, y confecciona una relación de seres vivos que presenten fecundación interna y otra relación de organismos que presenten fecundación externa.
- G** Haz una relación de las ventajas y desventajas de los dos tipos de fecundación.

Soluciones:

- A** Se producen divisiones celulares por mitosis y por meiosis. La finalidad de la división por mitosis es la formación de nuevas células idénticas a la progenitora y la de la meiosis es la formación de nuevas células con la mitad de cromosomas que la célula madre.
- B**
 - 1. 23 cromosomas ya que se forma tras la primera división por meiosis de un espermatocono de primer orden.
 - 2. 46 cromosomas ya que la espermatogénesis tiene lugar en los testículos, a partir de células germinales diploides llamadas espermatogonias, que se dividen (fase de multiplicación) activamente, por mitosis sucesivas, en cuanto el organismo alcanza la madurez sexual.
 - 3. 46 cromosomas ya que se forma tras un aumento de tamaño (fase de crecimiento) de las células germinales diploides llamadas espermatogonias.
 - 4. 23 cromosomas ya que se forma tras la segunda división por meiosis de un espermatocono de primer orden.
- C**
 - 1. Muchos óvulos ya que la ovogénesis tiene lugar en el interior de los ovarios a partir de células germinales diploides, denominadas ovogonias, que se dividen activamente por mitosis dando lugar a nuevas ovogonias a partir de las cuales se formarán los óvulos.
 - 2. 1 óvulo ya que los ovocitos de primer orden se dividen por meiosis y originan dos células de tamaño diferente. La más grande constituye el ovocito de segundo orden, haploide y, la otra, el primer corpúsculo polar. A continuación se produce la segunda división de que consta una meiosis y el ovocito de segundo orden, vuelve a dar una célula grande que es el óvulo y un segundo corpúsculo polar.
 - 3. 1 óvulo como se ha visto en el punto anterior.
 - 4. Ningún óvulo ya que todos los corpúsculos acaban por atrofiarse y, por tanto, no son útiles como gametos femeninos.
- D** Que los espermatozoides se desplazan en el agua o en el seno de un líquido producido por el macho (esperma o semen) para ir al encuentro del óvulo; además, su tamaño es mucho menor que el de los óvulos de la misma especie y se producen en un número muy elevado. Por el contrario, los óvulos acumulan sustancias de reserva para

el desarrollo del embrión. De ahí que sean células inmóviles de gran tamaño y que el número de óvulos que producen las hembras sea, generalmente, muy pequeño en comparación con el espermatozoides producidos por el macho.

El aumento de tamaño de las células sexuales por almacenamiento de sustancias nutritivas, da lugar a un aumento de tamaño del huevo o cigoto, y esto proporciona alimento para el desarrollo embrionario del nuevo individuo. Pero el aumento de tamaño dificulta la movilidad de los gametos. Por eso, ha supuesto una ventaja para los seres vivos el dimorfismo de las células sexuales: el gameto masculino es el único móvil y busca activamente al gameto femenino, y el gameto femenino es el único que almacena alimento para el desarrollo embrionario; como no tiene la servidumbre del movimiento, el gameto femenino puede almacenar gran cantidad de alimento.

E En el primer caso, se trata de organismos acuáticos con fecundación externa que liberan gran cantidad de gametos masculinos y femeninos para aumentar la probabilidad de unión. En el segundo caso, se trata de organismos con fecundación interna en los que el macho produce numerosos espermatozoides, que deposita en el interior del aparato sexual de la hembra, para llevar a cabo el encuentro con el óvulo.

F Entre los animales con fecundación externa están casi todos los de vida acuática: esponjas, cnidarios, crustáceos, moluscos, equinodermos, peces... con algunas excepciones, como los tiburones y los mamíferos cetáceos, que tienen fecundación interna.

Entre los animales con fecundación interna están casi todos los de vida terrestre: insectos, reptiles, aves, mamíferos... con algunas excepciones, como los anfibios y arácnidos, que tienen fecundación externa asistida por rituales de apareamiento que garantizan que los espermatozoides son eyaculados directamente sobre la puesta de óvulos.

G En la fecundación externa, el macho y la hembra liberan sus gametos simultáneamente en el agua, que es donde se encuentran; muchos de estos gametos se pierden, -devorados por depredadores, por ejemplo -, pero su cantidad es tan grande que siempre hay un número suficiente de ellos que se unen para dar lugar a nuevos individuos. La fecundación interna no es tan azarosa, debido a que el macho deposita sus espermatozoides en el interior del cuerpo de la hembra; además en este caso aunque el macho produce numerosos espermatozoides, la hembra suele producir muy pocos óvulos.

8 El desarrollo en los animales

Actividades pág. 179

- A** *Explica la relación que existe entre el desarrollo directo o indirecto de un animal y la cantidad de vitelo existente en el huevo del que procede.*
- B** *¿Cuáles son las funciones de las larvas?*
- C** *¿Qué clases de procesos tienen lugar durante la metamorfosis?*
- D** *Existen larvas de insectos que son ápodas. Emite una hipótesis que explique como resuelven el problema de su alimentación.*

Soluciones:

- A** Los animales que presentan desarrollo directo son aquellos que o bien los huevos de los que proceden tienen abundante vitelo o bien el embrión se desarrolla en el interior de la madre. Sin embargo, los animales que presentan desarrollo indirecto son los que los que proceden de huevos con poco vitelo.
- B** Alimentarse, crecer y transformarse en el individuo adulto. Si la metamorfosis es complicada al estado de larva le sigue el de pupa y finalmente la forma adulta.
- C** Primero un proceso de crecimiento y luego un proceso en el que el animal deja de comer y en la mayor parte de los casos se inmoviliza encerrándose en una cubierta protectora y sufriendo dentro de ella una desorganización y una reconstrucción de los tejidos de su organismo que culmina con la formación del individuo adulto.
- D** Lo resuelven porque las hembras ponen los huevos directamente sobre su fuente de alimentos.

9 La reproducción asexual en los animales

Actividades pág. 180

- A** *¿Por qué la reproducción asexual en animales sólo se da en los invertebrados de menor complejidad?*
- B** *¿Por qué la reproducción asexual sería una estrategia reproductora ventajosa para un organismo solitario colonizando un nuevo medio?*

- C** Indica alguna ventaja biológica de la reproducción por gemación.
- D** Las salamandras, las lagartijas y las estrellas de mar son capaces de formar una nueva cola, pata o brazo cuando han perdido el original. ¿Crees que esta capacidad de regeneración es un mecanismo de reproducción?

Soluciones:

- A** Porque la reproducción asexual sólo se da en los animales cuyas células conservan aún la totipotencia embrionaria y ésta es tanto mayor cuanto más sencilla es la organización del animal.
- B** Porque en la reproducción asexual sólo interviene un individuo y por ello para un individuo aislado colonizando un nuevo medio, este tipo de reproducción sería una ventaja adaptativa ya que no necesitaría buscar pareja.
- C** En los animales, las yemas se desarrollan como organismos completamente diferenciados antes de separarse del progenitor, lo que supone una ventaja de cara a la supervivencia.
- D** No, si se trata sólo de regenerar la cola, pata o brazo que han perdido esto no es un mecanismo de reproducción, puesto que no se forma un nuevo individuo.
Sin embargo, en algunos casos, esa capacidad de regenerar una parte se convierte en un mecanismo de reproducción. Así, es posible que el cuerpo de una estrella se rompa en varios fragmentos y que cada uno de ellos se convierta en un animal entero al regenerar las partes que le faltan.

10 La clonación en los animales

Actividades pág. 182

- A** ¿Por qué el proceso de clonación se denomina trasplante o transferencia nuclear, cuando, en realidad, se inyecta la célula entera? ¿Qué ocurre con el resto de la célula donante?
- B** ¿Por qué no se inyectan únicamente los núcleos al óvulo o cigoto enucleados?

Soluciones:

- A** El proceso de clonación se denomina trasplante o transferencia nuclear porque, aunque se realiza mediante la fusión de una célula del individuo que se quiere clonar

con un ovocito enucleado (sin núcleo), es el núcleo de la célula con sus genes lo único que interesa que penetre y que comience a dirigir el proceso de división del ovocito para dar lugar a un embrión. El núcleo de la célula es donde está el DNA, o sea, la información genética completa para el desarrollo de un organismo.

El resto de la célula donante se une al citoplasma del ovocito pero no interviene en el proceso de división de dicho ovocito.

- B** Porque se dañarían al manipularlos para llevar a cabo el proceso de clonación. De ahí que se fusionen las células enteras con el ovocito enucleado.

B. ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

- 1** Compara la reproducción sexual con la asexual e indica las ventajas y los inconvenientes de ambos tipos de reproducción.

Solución:

La reproducción asexual en animales y vegetales tiene sus pros y sus contras. Entre las ventajas biológicas que conlleva están su rapidez de división y su simplicidad, pues ni tienen que producir células sexuales ni tienen que gastar energía en la búsqueda de su pareja. De esta forma un individuo aislado y bien adaptado a un medio puede dar lugar a un gran número de descendientes que también están bien adaptados. En cambio, presenta las desventajas de una menor protección a la descendencia y de carecer de variabilidad génica, al permanecer genotípicamente invariables, lo cual conduce a la formación de individuos clonados (es decir, idénticos al que los originó).

La reproducción sexual presenta con respecto a la reproducción asexual ciertas desventajas, entre las que destacan: un gasto energético importante en la búsqueda y lucha por conseguir pareja, una menor rapidez en la reproducción y un menor número de descendientes, entre otras. Por el contrario tienen la ventaja biológica de promover la variabilidad genética entre los miembros de una especie, ya que la descendencia es el producto de los genes aportados por ambos progenitores, en vez de ser la copia genética de un solo individuo. Dicha variabilidad permite a una especie una mayor probabilidad de adaptación y evolución.

- 2** En general la reproducción sexual va encaminada a:
 - a) Mantener un número similar de machos y hembras.
 - b) Facilitar la supervivencia de los descendientes.

- c) Incrementar la variabilidad genética de la especie.
- d) Controlar el número de individuos dentro de cada especie.
- e) Evitar la aparición de individuos con malformaciones.

Solución:

- a) Falso (aunque mediante la reproducción sexual se produce un número similar de machos y hembras, ésta no va encaminada a ello).
- b) Falso (la finalidad de cualquier tipo de reproducción es la supervivencia de la especie).
- c) Verdadero.
- d) Falso (ningún tipo de reproducción controla el número de individuos).
- e) Falso (la reproducción sexual no evita las malformaciones en los individuos).

- 3** Trata de averiguar el significado de la palabra mitosis y explica por qué recibe este nombre el proceso de división del núcleo de una célula. A continuación, haz un esquema de las diferentes fases de la mitosis en una célula con 6 cromosomas.

Solución:

- a) La palabra mitosis procede del griego "mito" que significa hilo o filamento. Recibe este nombre el proceso de división del núcleo de la célula porque únicamente durante este proceso los cromosomas se hacen ostensibles en forma de filamentos. La mitosis es un proceso mediante el cual se garantiza que a partir de una célula madre se formen dos células hijas genéticamente idénticas a la progenitora.
- b) El esquema de la mitosis es el de las figuras a pero añadiendo una pareja más de cromosomas.

- 4** Si dos células se fusionan, el número de cromosomas resultante será la suma de los cromosomas de ambas células. Sabemos, sin embargo, que en la reproducción sexual, cuando se fusionan los gametos para formar el cigoto, la progenie tiene el mismo número de cromosomas que sus padres y no el doble, como pudiera parecer a primera vista. ¿Cómo puede explicarse este hecho?

Solución:

Porque los gametos tienen la mitad de cromosomas que las células normales del organismo.

- 5** Señala las diferencias entre el proceso de división celular en células animales y vegetales.

Solución:

La división celular en células animales y vegetales se dife-

rencia en dos hechos: la formación del huso mitótico y la división del citoplasma.

Formación del huso mitótico

En las células animales, la formación del huso está relacionada con el centrosoma que consta de dos pares de centriolos, que se duplicaron durante la interfase. En la profase el centrosoma se divide y cada centrosoma hijo se dirige hacia un polo de la célula, organizándose entre ellos un haz de microtúbulos que constituyen el huso mitótico.

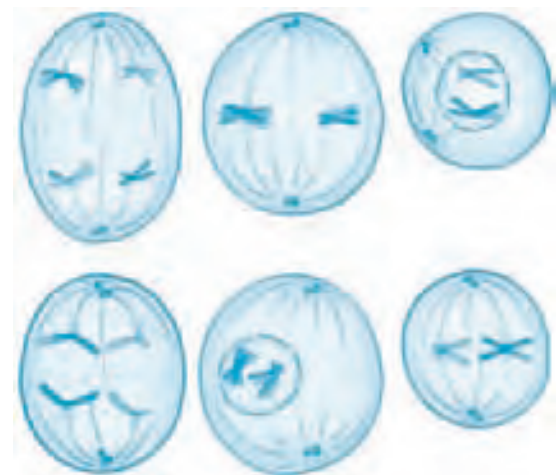
En las células de los vegetales superiores, que carecen de centriolos, también se forma un huso mitótico, pero en este caso los microtúbulos se forman a partir de una zona difusa, desprovista de orgánulos y situada alrededor del núcleo.

La división del citoplasma o citocinesis

En las células animales, el citoplasma se divide por un proceso denominado segmentación, que comienza con la formación de un surco en la membrana plasmática, que se produce siempre en el plano ecuatorial de la célula. A continuación, el surco de segmentación se va estrechando lo que finalmente conduce a la separación de las células hijas.

En las células vegetales, la pared celular impide la formación del surco de segmentación y el citoplasma se divide mediante la formación de una nueva pared celular dentro de la célula. La nueva pared o placa celular se forma en el plano ecuatorial, a partir de las vesículas del complejo de Golgi.

- 6** Los siguientes dibujos representan diferentes etapas de la división de una célula por meiosis.
- a) Indica el número de cromosomas de la célula madre y el de las células hijas resultantes.
 - b) Identifica las etapas de la meiosis representadas en cada dibujo.



Solución:

- a) El número de cromosomas de la célula madre es $2n = 4$ y el de las células hijas es $n = 2$.
b) 1ª - anafase I; 2ª - metafase I; 3ª - profase II; 4ª - anafase II; 5ª - profase I; 6ª - metafase II.

- 7 Supón que no hubiera meiosis y que los organismos sexuales se reprodujeran por fecundación de dos células somáticas con un número no reducido de cromosomas. Si un organismo tuviera 8 cromosomas ¿Cuántos cromosomas tendrían sus descendientes 5, 10 y 100 generaciones más tarde?

Solución:

Sus descendientes 5 generaciones más tarde tendrían $8 \times 25 = 256$. Sus descendientes 10 generaciones después tendrían $8 \times 210 = 1024$. Sus descendientes 100 generaciones después tendrían 8×2100 .

- 8 Señala las semejanzas y las diferencias entre espermatogénesis y ovogénesis.

Solución:

Las semejanzas son:

- Se trata de procesos de formación de gametos que se realizan en las gónadas.
- En ambos casos se parte de las células germinales que son diploides y se forman los gametos haploides.

Las diferencias son:

- La espermatogénesis es el proceso de formación de los gametos masculinos y la ovogénesis el de los gametos femeninos.
- La espermatogénesis se realiza en los testículos y la ovogénesis en los ovarios.
- En la espermatogénesis se distinguen cuatro fases: multiplicación, crecimiento, maduración y diferenciación; en la ovogénesis sólo se dan las tres primeras fases.
- En la espermatogénesis a partir de cada espermatocito de primer orden se forman cuatro espermatozoides y en la ovogénesis a partir de cada oocito de primer orden se forma un solo óvulo.

- 9 Ordena las siguientes micrografías de células en diferentes etapas de la mitosis y reconstruye el proceso.



Solución:

Las micrografías representan las siguientes fases de la mitosis: a) metafase; b) telofase; c) anafase; y d) profase. El orden correcto de las fases de la mitosis es: profase, metafase, anafase y telofase.

- 10 a) ¿Qué tipo de fecundación es más común en los animales marinos? ¿Cuál es el principal problema relacionado con este proceso?
b) ¿Qué cambios adaptativos se tuvieron que producir en la reproducción de los vertebrados acuáticos primitivos para permitir su paso al medio terrestre?

Solución:

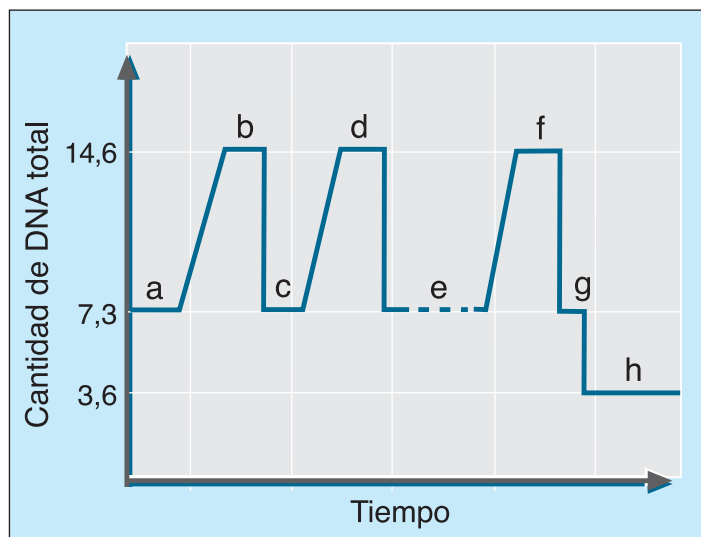
- a) La fecundación externa. Que se pierden numerosos gametos comidos por depredadores, por ejemplo.
b) La protección de sus huevos y embriones mediante cáscaras o en el interior del cuerpo de la madre.

- 11 Un individuo con 18 cromosomas se cruza con otro de 16. Suponiendo que obtuvieran un descendiente ¿Se te ocurre alguna explicación en la que intervenga la palabra meiosis para justificar la esterilidad del híbrido? ¿Conoces algún caso en la Naturaleza?

Solución:

Los híbridos resultantes tendrían 17 cromosomas y debido a ello la meiosis que se tiene que producir para la formación de los gametos no se realizaría correctamente. En la profase de la primera división de la meiosis se tienen que aparear los cromosomas homólogos y en este caso no es posible de ahí que los gametos no sean viables y el individuo sea estéril.

- 12 La siguiente gráfica representa, en función del tiempo, la cantidad de DNA presente en los distintos estadios de la espermatogénesis:
a) Señala en qué puntos de la misma situarías las espermatogonias, los espermatocitos de primer orden, los de segundo orden, las espermátidas y los espermatozoides.
b) Localiza en donde tienen lugar las divisiones celulares (mitosis y meiosis).
c) Indica el número de cromosomas en cada uno de los tramos horizontales.



Solución:

- Las espermatogonias en a, b, c, d y e; los espermatoцитos de primer orden en f; los espermatoцитos de segundo orden en g; las espermátidas y los espermatozoides en h.
- En a, c y e no hay mitosis. El paso $a \rightarrow b$, $c \rightarrow d$ y $e \rightarrow f$, supone la duplicación del DNA durante el periodo de interfase. En b y d se producen mitosis. En f tiene lugar la primera división meiótica. En g tiene lugar la segunda división meiótica.
- En a, c y e hay $2n$ cromosomas sin duplicar; en b, d y f hay $2n$ cromosomas duplicados; en g hay n cromosomas duplicados; en h hay n cromosomas sin duplicar.

C. ACTIVIDADES DE LOS DOCUMENTOS

Técnicas de reproducción asistida en humanos

La FIV es una técnica que está adquiriendo progresivamente importancia a pesar de que sus fracasos son aún mayo-

ría frente a los éxitos; es uno de los temas que la opinión pública conoce de forma incompleta y a veces errónea. Aquí hemos tratado de ofrecer de forma breve pero precisa datos sobre la situación actual de esta técnica y dar idea de la magnitud de sus posibilidades presentes y futuras.

Según los últimos informes de un grupo de investigadores, se podría obtener un mayor porcentaje de éxitos en las fecundaciones in vitro si se espera a que el embrión se desarrolle más antes de ser introducido en el útero. Se están implantando ahora embriones al sexto día de su desarrollo y al conseguir un mayor desarrollo de los embriones in vitro, los científicos han descubierto que aumenta el porcentaje de embarazos del 20 % al 50 %. Como los embriones más desarrollados tienen más probabilidades de implantarse, los médicos podrán introducir menos embriones y, de esta manera, reducir el número de embarazos múltiples.

- Las estadísticas señalan que el número de casos de infertilidad y esterilidad en ambos sexos se han disparado en estas últimas décadas. Indica algunos motivos de estos índices tan altos.*
- ¿Podría tener alguna finalidad terapéutica la elección del sexo del bebé?*

Soluciones:

- Las enfermedades de transmisión sexual, el consumo de tabaco y alcohol, el uso de anticonceptivos, determinados medicamentos, la edad en que se toma la decisión de tener hijos, etc.
- Si. Ya que hay algunos genes que están ligados al sexo al encontrarse en los cromosomas sexuales X e Y. Entre las enfermedades originadas por genes ligados al sexo están la hemofilia y el daltonismo.

También se puede considerar esta pregunta abierta, ya que posibilita la discusión de este tema en el aula.

LA REPRODUCCIÓN EN LAS PLANTAS



1. INTRODUCCIÓN

La principal característica de la reproducción de las plantas es que sus ciclos biológicos son diplohaplontes, alternándose generaciones haploides y diploides. La planta haploide se denomina gametofito ya que se reproduce mediante gametos y la planta diploide se llama esporofito porque se reproduce por esporas.

En este tema se tratan en primer lugar los ciclos biológicos de los diversos grupos de plantas terrestres: los musgos (Briófitas), los helechos (Pteridofitas) y las plantas con semillas (Espermatofitas). Se destaca que la tendencia evolutiva consiste en una disminución del tamaño del gametofito haploide, en beneficio del esporofito diploide.

Se describe con más detalle el ciclo de las Angiospermas que son las plantas más evolucionadas y mejor adaptadas a la vida terrestre. Se estudia en primer lugar la flor que es el órgano donde tiene lugar la reproducción sexual y se forman las semillas. A continuación, se trata la polinización que es la primera etapa de la reproducción, describiéndose las principales adaptaciones que presentan las flores para que se realice con éxito este proceso y se produzca la fecundación. Seguidamente se estudia la formación de la semilla y del fruto, destacando las adaptaciones que presentan para conseguir su dispersión. Por último se estudia el proceso de germinación de la semilla que dará lugar a una nueva planta.

El tema concluye con el estudio de la reproducción asexual en las plantas que está muy extendida en la naturaleza. También se describe la reproducción asexual artificial por su importancia en la agricultura y las nuevas técnicas de cultivo “in vitro” o clonación de las plantas.

2. TEMPORALIZACIÓN

El desarrollo del tema ha sido pensado para un número aproximado de 6 sesiones y una sesión más de evaluación.

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Describir los ciclos biológicos diplohaplontes de las plantas, así como su tendencia evolutiva.
2. Analizar e interpretar el ciclo vital de los musgos y de los helechos.
3. Identificar y caracterizar morfológicamente la flor como órgano reproductor de las plantas.
4. Estudiar los agentes y la forma de acción de los mismos en el proceso de polinización.
5. Analizar e interpretar el ciclo biológico de una Angiosperma.
6. Estudiar las diferentes fases de la formación del a semilla y del fruto, relacionando las partes de éste con la estructura de la flor.
7. Conocer la importancia de la diseminación de frutos y semillas.
8. Analizar los mecanismos que han desarrollado las plantas para asegurarse la dispersión de sus semillas.
9. Enumerar las diferentes modalidades de reproducción asexual de las plantas, comparando las técnicas modernas con las tradicionales
10. Identificar las adaptaciones que presentan las flores para facilitar su polinización.
11. Identificar las adaptaciones que presentan los frutos y las semillas para facilitar su dispersión.
12. Conocer algunas aplicaciones prácticas, que se derivan del conocimiento de la reproducción, en agricultura como la clonación de las plantas.

4. CONTENIDOS CONCEPTUALES

1. *La reproducción sexual en las plantas*
 - Las primeras plantas terrestres. Los musgos
 - Las plantas vasculares primitivas. Los helechos
 - Las plantas vasculares con semillas
2. *El ciclo vital de los musgos*
 - El gametofito
 - La fecundación
 - El esporofito
3. *El ciclo vital de los helechos*
 - El esporofito
 - El gametofito
 - La fecundación
4. *La reproducción en las plantas con semillas*
 - La flor
 - La polinización
5. *El desarrollo en las plantas con semillas*
 - Formación de la semilla y del fruto
 - Dispersión de semillas y frutos
 - La germinación de la semilla
6. *La reproducción asexual en las plantas*
 - La reproducción asexual artificial
 - El cultivo "in vitro" de tejidos de plantas

5. SOLUCIONES Y COMENTARIOS

A. ACTIVIDADES VINCULADAS AL TEXTO

1 La reproducción sexual en las plantas

■ Actividades pág. 189 ■

Con esta actividad y la siguiente pretendemos que el alumno comprenda los ciclos vitales diplohaplontes de las plantas terrestres y establezca diferencias entre ellos.

- A ¿Por qué los musgos y helechos requieren agua para completar su ciclo vital? ¿En qué momento de su ciclo vital se requiere el agua?
- B ¿Por qué los musgos tienen un crecimiento limitado y los helechos no?
- C Explica la evolución del gametofito en las plantas terrestres. ¿Qué ventajas adaptativas supone el mayor desarrollo del esporofito sobre el gametofito?

Soluciones:

- A Porque en la fase gametofítica los espermatozoides tienen que desplazarse en el agua para penetrar en el interior del arqueogonio y fecundar a la ovocélula. Por tanto, el agua se requiere durante la fase gametofítica para que se lleve a cabo la fecundación.
- B Los musgos no tienen tejidos conductores y, por ello, al no tener circulación interna de agua y vivir en el medio terrestre no tienen más remedio que permanecer minúsculos. Sin embargo, los helechos al tener tejidos conductores de la savia ya no tienen su crecimiento limitado y pueden alcanzar un tamaño mucho mayor.
- C En los ciclos vitales de las plantas terrestres, musgos, helechos y plantas con semillas, se observa a lo largo de la evolución una progresiva reducción del gametofito haploide frente al esporofito diploide. Así, en los musgos que fueron las primeras plantas terrestres el gametofito predomina sobre el esporofito, mientras que en las angiospermas, que son las plantas terrestres con semillas más evolucionadas, el gametofito prácticamente ha desaparecido pues está formado por muy pocas células, es microscópico y depende del esporofito. La evolución ha favorecido el desarrollo del esporofito diploide sobre el gametofito haploide. Esta claro que la dotación cromosómica diploide supone una gran ventaja adaptativa debido a que, en este caso, cada carácter del

individuo está regido por dos genes y ello aumenta la estabilidad génica, ya que si uno de los genes sufre una mutación el otro puede conservar su función.

Otra ventaja adaptativa es una menor dependencia del agua para el proceso de reproducción.

4 La reproducción en las plantas con flores

■ Actividades pág. 193 ■

- A Haz un esquema del ciclo vital de una angiosperma y compara este ciclo con el de los helechos.
- B La mayoría de las plantas tienen flores hermafroditas, mientras que relativamente pocos grupos de animales son hermafroditas. Razónalo.
- C Describe cómo son y dónde se forman los gametofitos masculino y femenino de los angiospermas.
- D Compara la relación entre el tamaño del gametofito y el del esporofito en los musgos, en los helechos y en las plantas con semillas.

Soluciones:

- A El ciclo vital de las angiospermas es el de la figura 4.5. Comparando este ciclo con el de los helechos se observa que en las angiospermas la mayor parte de su ciclo biológico lo constituye el esporofito. Con las angiospermas, el grupo de plantas con semillas más modernas, se culmina la tendencia evolutiva del desarrollo del esporofito diploide frente al gametofito haploide. El esporofito es la planta que se observa a simple vista, tanto si se trata de un árbol, de un arbusto o de una planta herbácea. El gametofito masculino y el gametofito femenino han quedado, cada uno, reducidos a un individuo microscópico. Se encuentran en el interior de los órganos sexuales de las flores (estambres y carpelos) y carecen de vida independiente. En los helechos, también predomina el esporofito sobre el gametofito, pero éste último no es microscópico y ambos individuos son independientes el uno del otro.
- B La mayoría de las plantas son hermafroditas, bien porque una misma flor posea órganos masculinos y femeninos o bien porque en la misma planta existan flores masculinas y femeninas, ello se debe a que viven fijas en el suelo y no pueden desplazarse para buscar pareja. En los animales inferiores también se dan muchos casos de hermafroditismo pero no en los superiores.

En casi todos los casos de hermafroditismo, ya sea en animales o vegetales, la autofecundación es un caso raro, pues lo normal es que para la formación del cigoto se unan los gametos de ambos sexos producidos por individuos diferentes. Hay diferentes mecanismos para evitar la autofecundación entre los hermafroditas.

- C** El gametofito masculino es el grano de polen y se forma en los sacos polínicos que hay en las anteras de los estambres (órganos masculinos de la flor). El gametofito femenino es el saco embrionario que se forma dentro de los óvulos que hay en el ovario del carpelo (órgano femenino de la flor).
- D** En los musgos, la planta que se observa es el gametofito y el esporofito depende siempre del gametofito. En los helechos el esporofito y el gametofito son independientes pero ya es el esporofito la planta dominante siendo el gametofito muy reducido (unos 2 cm). En las plantas con semillas el esporofito es la planta que vemos y en sus flores se forman los gametofitos que son de tamaño microscópico.

Actividades pág. 195

- A** ¿Qué se requiere para que la polinización por el viento tenga éxito?
- B** ¿Cuáles son las principales características de las flores polinizadas por los insectos?
- C** Las flores de las angiospermas son normalmente hermafroditas. ¿Por qué no se autopolinizan? ¿Podrías citar algún mecanismo que evite la polinización?
- D** ¿Qué función tiene el tubo polínico?
- E** ¿Qué diferencia hay entre polinización y fecundación? ¿Puede tener lugar la polinización sin fecundación? ¿Puede darse la fecundación sin polinización?

Soluciones:

- A** Se requiere que las plantas produzcan grandes cantidades de polen y que los individuos de la misma especie crezcan juntos. Además, los granos de polen deben ser secos y muy ligeros estando dotados, con frecuencia, de dispositivos que favorecen la flotación en el aire (el polen de las coníferas -pinos y abetos- tiene unas pequeñas expansiones laterales que les sirven de flotadores en el aire). Este polen es transportado a cortas distancias comparado con el transportado por los insectos.
- B** Estas flores tienen formas y colores llamativos, así como aroma para atraer a los insectos. Además producen abundante néctar, que suele estar bien escondido en las profun-

didades de la flor, del que se alimentan dichos animales.

Los pétalos de estas flores son, con frecuencia, amarillos o azules que son los colores que mejor ven los insectos; también suelen tener marcas ultravioletas que son visibles para los insectos y los dirigen al centro de la flor, donde se encuentra el néctar.

- C** Porque la polinización cruzada es más beneficiosa para la especie, pues posibilita la aparición de nuevas combinaciones genéticas que pueden ser más favorables para su continuidad. En algunos casos, cuando ocurre la autopolinización, como en el maíz, las plantas nacidas son menos vigorosas que las resultantes de la polinización cruzada. Entre los mecanismos que impiden la autopolinización están:
 - Cuando la planta tiene flores masculinas y femeninas, éstas florecen en diferentes momentos.
 - Si las flores son hermafroditas los órganos masculinos y femeninos maduran en tiempos distintos.
- D** El tubo polínico crece por el estilo hasta el ovario donde se encuentra el óvulo y en su interior la ovocélula; por dicho tubo descienden los dos gametos masculinos. Por ello, la función del tubo polínico es permitir que el gameto masculino llegue hasta la ovocélula, sin necesidad de un medio acuoso.
- E** La polinización es el proceso mediante el cual los granos de polen son transportados desde las anteras de los estambres hasta los estigmas de los carpelos, mientras que la fecundación es la unión del gameto masculino con el femenino dando lugar al cigoto. Dado que la polinización es el paso previo para que se produzca la fecundación, se puede dar la polinización sin fecundación posterior pero no al revés.

5 El desarrollo de las plantas con semillas

Actividades pág. 197

- A** ¿Qué ventajas tiene para una planta dispersar sus semillas sobre una amplia superficie? ¿Podría tener alguna desventaja?
- B** Cita algunas características de los frutos y semillas que son diseminados por animales.
- C** ¿Qué factores influyen en la germinación de las semillas? Razónalo.
- D** ¿Qué ventajas tiene el hecho de que durante la germinación de la semilla comience antes a crecer la radícula que el tallo?

Soluciones:

- A** La de que las plantas puedan propagarse a lugares distintos de donde han sido formadas y además la de evitar la competencia por el suelo y la luz que se generaría en caso de que todas las semillas germinaran en un mismo lugar.

La desventaja podría ser que las condiciones del nuevo medio no fueran las adecuadas para su supervivencia.

- B** La presencia de espinas, ganchos o rebordes mediante los cuales los frutos y semillas se adhieren a los animales que rozan la planta. Otra característica son frutos carnosos que tienen colores llamativos y sabores apetitosos para los animales.

- C** El agua, la temperatura y el oxígeno.

La mayoría de las semillas contienen muy poca agua; en este estado deshidratado, su metabolismo es muy bajo y sus reservas de nutrientes no pueden ser utilizadas. Las semillas secas son también resistentes a temperaturas extremas y a la desecación. Antes de que puedan tener lugar los cambios metabólicos necesarios para la germinación, las semillas deben absorber agua.

El oxígeno es necesario para que se realice la respiración celular, proceso que proporciona energía para la mayoría de los cambios químicos implicados en la movilización de las reservas nutritivas y para formar las nuevas células de la plántula joven en crecimiento.

Dado que un aumento de temperatura acelera las reacciones químicas, la germinación tiene lugar más rápidamente a altas temperaturas, alrededor de 40 °C. Por encima de 45 °C las enzimas de las células se desnaturalizan y la plántula podría morir. Por debajo de ciertas temperaturas (por ejemplo, entre 0 y 4 °C) la germinación no comienza en la mayoría de las semillas. Sin embargo, hay una gran variación en el intervalo de temperaturas a las cuales germinan las semillas de diferentes especies.

- D** Permitir que, en primer lugar, la plántula se fije al suelo y absorba agua.

6 La reproducción asexual en las plantas

■ Actividades pág. 199 ■

- A** Muchas plantas se reproducen asexualmente de forma oportunista, a partir de los tallos y hojas rotos por los animales o las tormentas. Explica que condiciones deben

darse para que puedan brotar nuevas plantas de dichos tallos y hojas.

- B** ¿Qué ventajas tiene la reproducción por esquejes sobre la reproducción por semillas?
- C** ¿Qué ventajas se obtienen con el cultivo in vitro de meristemos? ¿Y con el cultivo de protoplastos?

Soluciones:

- A** Deben tener yemas. Una yema es un brote en formación que contiene células meristemáticas (totipotentes), capaces de dividirse y dar lugar a todos los tipos celulares de la planta. Si un fragmento de una planta no contiene células meristemáticas, sus células no pueden dividirse, o si lo hacen, no pueden producir todos los tejidos de la planta.

- B** Las semillas proceden de una fecundación y, por tanto, los caracteres de las plantas que producen tienen caracteres intermedios entre los de las plantas progenitoras, pero la combinación de estos caracteres se ha hecho al azar. En cambio, los esquejes proceden de una sola planta y las plantas resultantes serán idénticas a la planta madre. De esta manera, se asegura más la selección de los caracteres deseados para las plantas a cultivar.

- C** La ventaja del cultivo “in vitro” de meristemos es que se consiguen plantas exentas de patógenos. Mediante el cultivo de protoplastos se pueden obtener nuevas especies.

B. ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

- 1** ¿Cuál es la principal característica de la reproducción de las plantas?

Solución:

La principal característica de la reproducción de las plantas es que sus ciclos biológicos son diplohaplontes, alternándose generaciones haploides y diploides según un orden concreto. La planta haploide recibe el nombre de gametofito (se reproduce por gametos) y la planta diploide se denomina esporofito (se reproduce por esporas).

- 2** ¿En qué sentido los helechos están más evolucionados que los musgos y las plantas con flores están más evolucionadas que los helechos?

Solución:

Los musgos son unas plantas poco desarrolladas que crecen en hábitats húmedos. No están totalmente adaptadas a la vida terrestre puesto que dependen del contacto con el agua para los procesos de fecundación; asimismo,

debido a que carecen de tejidos conductores, dependen del agua para el transporte de los nutrientes.

Los helechos son plantas más evolucionadas que los musgos ya que están mejor adaptadas al medio terrestre debido a la presencia de vasos conductores, lo que les permite crecer más. Pero todavía necesitan el agua para la fecundación (sus espermatozoides tienen que nadar para alcanzar las ovocélulas) por ello habitan en lugares húmedos. Las plantas con semillas son las plantas vasculares más evolucionadas y mejor adaptadas a la vida terrestre, pues ya no dependen del agua para llevar a cabo los procesos de fecundación.

- 3** *¿Por qué ha sido tan importante la aparición de las semillas en el desarrollo evolutivo de las plantas?*

Solución:

Porque las semillas contienen un embrión bien desarrollado con raíz, tallo y hojas en su interior y además nutrientes para las primeras etapas del desarrollo de la plántula. La formación del embrión antes de la dispersión de la semilla le permite sobrevivir en condiciones desfavorables y el poseer un tejido nutritivo de reserva incrementa las probabilidades de supervivencia de la plántula joven. También poseen una cubierta protectora.

- 4** *Explica el ciclo reproductor de las Angiospermas. Al explicar el proceso, señala qué parte de la planta es el esporofito y cuál es el gametofito; dónde ocurre la meiosis; las partes de la flor; qué es la semilla y el fruto, y las partes del embrión.*

Solución:

Ciclo reproductor de las angiospermas.

La flor es el órgano reproductor de las angiospermas y en ella se realizan las etapas esenciales de la reproducción sexual: meiosis y fecundación.

Para que se lleve a cabo la reproducción, el polen producido en los estambres tiene que ser transportado al órgano femenino de la flor, proceso denominado polinización, tras el cual se produce la fecundación, es decir la unión de los gametos y la formación del cigoto. A continuación el cigoto se desarrolla transformándose en el embrión de una nueva planta que permanece protegido en el interior de la semilla y al mismo tiempo se forma el fruto.

Las semillas pueden permanecer en estado de vida latente durante largos períodos. Su diseminación es necesaria para que las plantas puedan propagarse a otros lugares. Finalmente, cuando la semilla encuentre las condiciones necesarias para germinar dará lugar a una nueva planta. El **esporofito**: es la planta que se observa a simple vista,

tanto si se trata de un árbol, de un arbusto o de una planta herbácea.

El **gametofito**: masculino y el femenino han quedado, cada uno, reducidos a un individuo microscópico. Se encuentran en el interior de los órganos sexuales de las flores (estambres y carpelos) y carecen de vida independiente.

Partes de una flor: la flor típica de las angiospermas consta de cuatro estructuras diferentes: sépalos, pétalos, estambres y carpelos, todas ellas unidas al extremo ensanchado de un tallo denominado receptáculo. Aunque todas las partes de la flor son importantes para el proceso reproductivo, sólo los estambres u órganos masculinos y los carpelos u órganos femeninos intervienen directamente en la reproducción.

La semilla es el óvulo de la flor fecundado y maduro.

El fruto es el ovario de la flor fecundado y maduro.

Partes del embrión: consta de una pequeña raíz (radícula) y un tallo (plúmula) con una o dos hojas denominadas cotiledones (uno en las plantas llamadas monocotiledóneas y dos en las denominadas dicotiledóneas). Al mismo tiempo, en el óvulo se desarrolla un tejido nutritivo, denominado endosperma, que actúa como fuente de nutrientes para el desarrollo del embrión y, en algunos casos, de la plántula joven.

- 5** *De los siguientes productos comestibles de las plantas indica los que son frutos, los que son semillas o ninguna de las dos cosas: guisante, judía, uva, calabacín, tomate, alcachofa, almendra, berenjena, melón, cebolla y aceituna.*

Solución:

Semillas: guisantes (sin vaina), judía (sin vaina), almendra.

Frutos: uva, calabacín, tomate, berenjena, melón, aceituna.

Flor: alcachofa.

Bulbo (yema): cebolla.

- 6** *¿Qué métodos de dispersión permiten a las semillas recorrer mayores distancias? Razónalo.*

Solución:

Las semillas que son dispersadas por los animales son las que recorren mayores distancias, debido a que éstos últimos pueden desplazarse durante varios días antes de desprenderse de las mismas.

- 7** *¿Por qué son necesarias las sustancias de reserva de las semillas? ¿En qué momento del desarrollo de una plántula puede ésta dejar de depender de las reservas de la semilla para su alimentación?*

Solución:

Para que puedan ser utilizados durante el desarrollo inicial de la plántula hasta que ésta sea capaz de elaborar sus propios alimentos mediante la fotosíntesis.
Cuando la plántula dispone de hojas con clorofila

8 En las regiones templadas, algunas semillas requieren para germinar la permanencia a bajas temperaturas durante el invierno. ¿Qué ventaja puede representar este hecho? ¿Qué ocurriría si las semillas germinaran en invierno en vez de en primavera?

Solución:

La ventaja es que la germinación se produzca en primavera cuando las condiciones sean favorables para el crecimiento de la plántula
Si la semilla germinara en invierno, la plántula joven no podría sobrevivir.

9 Completa en tu cuaderno el siguiente cuadro:

	FLORES POLINIZADAS	
	por insectos	por el viento
Tamaño		
Pétalos		
Néctar		
Estambres		
Granos de polen		
Cantidad de polen		
Carpelos		

Solución:

	FLORES POLINIZADAS	
	por insectos	por el viento
Tamaño	grandes	pequeñas
Pétalos	colores vivos	verdes o poco color
Néctar	sí	no
Estambres	en el interior de la flor	sobresalen de la flor y a menudo cuelgan
Granos de polen	pesados	ligeros y secos
Cantidad de polen	poco	abundante
Carpelos	en el interior de la flor	sobresalen de la flor algunos son plumosos

10 Los agricultores a menudo producen nuevas variedades de plantas por reproducción sexual, y entonces las propagan por reproducción asexual. ¿Por qué hacen esto?

Solución:

Porque una vez seleccionada una planta de interés para el agricultor, únicamente mediante la reproducción asexual o multiplicación vegetativa se pueden hacer copias idénticas de la misma.

11 ¿Por qué la mayoría de las flores polinizadas por pájaros producen más néctar que las polinizadas por los insectos? ¿Por qué estas flores no deben ser visitadas por los insectos? ¿Cómo estas plantas impiden a los insectos que consuman su néctar?

Solución:

Producen mucho néctar porque si no fuera así, los pájaros, que consumen mucha más energía que los insectos, no obtendrían bastante alimento para mantenerse o para visitar otras flores de esa planta.
Estas flores no deben ser visitadas por los insectos, porque éstos podrían obtener el néctar suficiente para mantenerse sólo de una flor y por tanto no se trasladarían a otras flores con lo que no llevarían a cabo la polinización. Estas flores no tienen aroma porque muy pocas especies de pájaros tienen desarrollado el sentido del olfato y, por ello, se guían por la vista; justo al contrario de lo que ocurre con la mayoría de los insectos que localizan las fuentes de alimento en primer lugar por el olor. Además, son muchas veces de color rojo o anaranjado brillantes para que sean vistas por las aves; los insectos, sin embargo, no ven el color rojo.

12 A lo largo de la evolución algunas flores se han adaptado para ser polinizadas por una o por muy pocas especies de insectos. Piensa si es probable que los insectos se hayan adaptado también a las flores. ¿Qué tipos de adaptaciones podrían esperarse?

Solución:

Desde hace unos 100 millones de años se ha producido una coevolución o evolución paralela de insectos y plantas que ha sido importante para el éxito de ambos grupos. Así, es fácil observar como las características de las flores están relacionadas con las de los animales que las polinizan y del mismo modo los insectos poseen las características adecuadas para obtener su alimento de las flores que polinizan.
Entre las adaptaciones de los insectos están:

- Largos aparatos bucales chupadores para succionar el

néctar, denominados probóscides, que pueden llegar a medir de dos a tres centímetros y que permanecen enrollados cuando no se alimentan.

- Aparatos bucales lamedores en los que el labio inferior tiene el aspecto de una lengua alargada y flexible, para lamer el néctar. Dicha lengua está provista de numerosas sedas quitinosas y su extremo presenta una especie de cucharilla.
- Algunas abejas tienen en el extremo de sus patas anteriores una especie de cepillos con los que recogen un aceite que producen las flores que polinizan. En Sudáfrica hay varias especies de plantas de espuelas gemelas con flores de distintas longitudes y existen las correspondientes especies de abejas, cada una con unas patas anteriores que se acoplan con exactitud a la longitud de las flores de una de las especies de espuelas gemelas.

13 Escribe en tu cuaderno al lado de cada una de las siguientes partes de los helechos, las estructuras de las espermatofitas que sean equivalentes.

HELECHOS	ESPERMATOFITAS
Gametofito	
Espermatozoide	
Oosfera	
Zigoto	
Esporofito	
Esporangio	
Espora	

Solución:

HELECHOS	ESPERMATOFITAS
Gametofito	Grano de polen y saco embrionario
Espermatozoide	Espermatozoide
Oosfera	Ovocélula
Zigoto	Zigoto
Esporofito	La planta aparente
Esporangio	Saco polínico y óvulo
Espora	Grano de polen y saco embrionario inmaduros

14 ¿Cómo se pueden multiplicar las variedades de plantas que dan frutos sin semillas?

Solución:

Por cualquiera de los procedimientos de reproducción asexual: esqueje, acodo, injerto...

15 ¿Qué ventajas presenta el cultivo "in vitro" de las plantas sobre las otras técnicas agronómicas?

Solución:

Las ventajas de la micropropagación o el cultivo 'in vitro' son:

- El cultivo se realiza en un espacio reducido (500 plantas/m²).
- El cultivo tiene lugar en condiciones estériles con lo que se evitan pérdidas por plagas y enfermedades.
- Las condiciones de crecimiento son óptimas (humedad, temperatura, luz...).
- La multiplicación es rápida. De una plántula de patata se han llegado a producir 250 millones de plantas en un año.

Por todo ello, el cultivo 'in vitro' o micropropagación puede reemplazar en un futuro próximo a las técnicas tradicionales de vivero.

16 ¿Por qué sólo en las regiones tropicales hay flores que son polinizadas por pájaros?

Solución:

Porque sólo en las regiones tropicales las plantas florecen todo el año. En las regiones templadas, las plantas sólo han podido recurrir a los insectos para transportar su polen, pues aquí los pájaros no podrían sobrevivir en invierno, cuando la vegetación se interrumpe y no queda ninguna flor para alimentarlos.

17 Se pusieron granos de polen en soluciones con diferentes concentraciones de azúcar y se dejaron durante una hora. A continuación, se tomaron muestras de 50 granos de polen, se midieron sus tubos polínicos y se anotó su longitud media. Los resultados se recogen en la siguiente tabla:

Concentración de azúcar (%)	0	2	4	6	8	10
Longitud media de los tubos polínicos (mm)	2	8	10	7	6	3

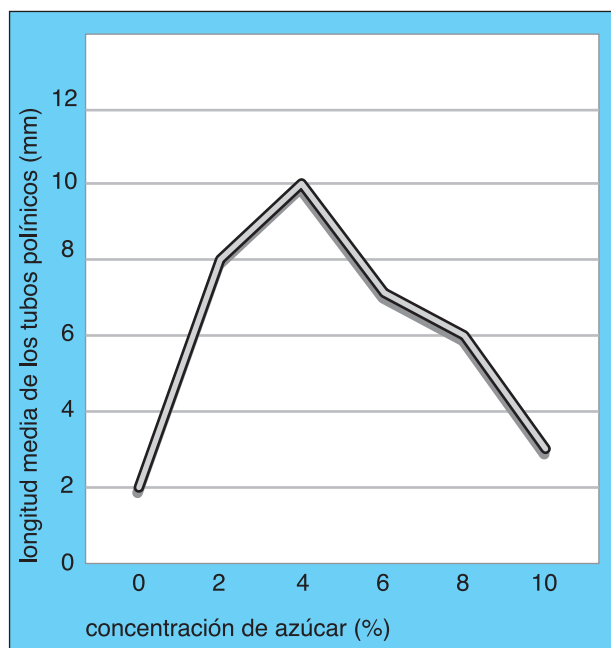
a) Representa estos resultados en una gráfica.

b) ¿Cuál será la longitud media del tubo polínico en una solución de azúcar al 5%?

- c) ¿Qué parte de la flor produce azúcar para ayudar al crecimiento del tubo polínico?
 d) Explica la función del tubo polínico.

Soluciones:

a)



- b) 9 mm.
 c) El estigma
 d) La función del tubo polínico es permitir que el gameto masculino llegue hasta la ovocélula, sin necesidad de un medio acuoso.

C. TRABAJA CON IMÁGENES Y GRÁFICAS

1.

Cuestiones:

- a. ¿Cómo se polinizan estas flores?
 b. ¿Qué adaptaciones presentan para facilitar su polinización?

Soluciones:

a.y b. La primera fotografía es de una orquídea que imita la forma, la textura, el color y el olor de una abeja y es polinizada por los machos de las abejas.

La segunda fotografía es de una planta polinizada por insectos. En ella se observan sus flores con los estambres dispuestos de forma que los insectos al coger el néctar se lleven el polen.

La tercera es de una planta cuyas flores, con abundantes estambres que producen el polen, son polinizadas por

el viento.

La cuarta es de una flor roja, color que distinguen muy bien las aves, que produce mucho néctar y que es polinizada por un pájaro (el colibrí)

2.

Cuestiones:

- a. ¿Cómo se dispersan éstos frutos y sus semillas?
 b. ¿Qué adaptaciones presentan para facilitar su dispersión?

Soluciones:

a y b. La primera fotografía es de unos frutos alados que serán dispersados por el viento.

La segunda es de frutos carnosos, de colores llamativos y sabores apetitosos, que serán dispersados por los animales.

La tercera es de un fruto cubierto de ganchos mediante los cuales se adhieren a los animales que rozan la planta. La cuarta fotografía es de semillas pequeñas y numerosas con pelos para facilitar su dispersión por el viento.

3.

Cuestiones:

- a. ¿Qué características tienen en común los granos de polen y las semillas?
 b. ¿Qué tipos de adaptaciones tienen los granos de polen?
 c. ¿Qué adaptaciones tienen las semillas?

Soluciones:

a. Los dos son estructuras que están muy deshidratadas y presentan adaptaciones para facilitar su transporte y dispersión.

b. Los granos de polen son células que están muy deshidratadas, a fin de poder resistir en estado de vida latente, como las semillas, durante el transporte y hasta el momento de su germinación. Además, tienen superficies rugosas (típicas de cada especie) como se observa en las micrografías, para adherirse mejor a los polinizadores y a la superficie del estigma de la flor.

c. Las semillas contienen el embrión de una planta en estado de vida latente y por ello están muy deshidratadas, como los granos de polen, para poder resistir hasta su germinación. Han desarrollado diversos mecanismos para asegurarse la dispersión, que dependen del medio utilizado: por el viento (semillas pequeñas, poco pesadas y con estructuras para mantenerse en el aire), por el agua

(tienen que flotar), por los animales (tienen espinas o ganchos para adherirse al cuerpo o están en el interior de frutos carnosos) y si la dispersión es activa el fruto tiene mecanismos para provocar su apertura violenta.

D.ACTIVIDADES DE LOS DOCUMENTOS

1. La fragancia de las plantas

Cuestiones:

1. *Cita al menos 5 ventajas que obtengan las plantas de la emisión de sustancias volátiles.*
2. *Además del perfume, ¿qué otros mecanismos utilizan las flores para atraer a los polinizadores?*

Soluciones:

1. Entre las ventajas que obtienen las plantas de la emisión de sustancias volátiles están:
 - Para atraer a los polinizadores.
 - Para evitar el ataque de microorganismos.
 - Para ahuyentar a los herbívoros.
 - Para avisar a las plantas vecinas del ataque de un herbívoro cercano.
 - Para indicar a los depredadores de los herbívoros de la ubicación de la presa.

2. La orquídea abejera atrae a sus polinizadores con el sexo en lugar de con el néctar. Sus complicadas flores imitan la forma, la textura, el color y el aroma de las hembras de las abejas. Un macho estimulado por la imagen y por el perfume de la orquídea, se posa sobre la flor en la posición correcta para efectuar la cópula y aunque la relación sexual no tiene éxito, la orquídea, en cambio, consigue su propósito: el traslado del polen de unas flores a otras.

Cuando el macho se posa sobre la flor la agarra del mismo modo como lo haría si fuese una hembra, e intenta copular con ella introduciendo su abdomen en el extremo del pétalo. Claro que no lo consigue, pero durante el proceso una columna curva que contiene los órganos tanto masculinos como femeninos de la orquídea, desciende desde la parte alta de la flor y le engancha un par de polinias en la cabeza. Si la siguiente orquídea a la que visite ya hubiese entregado previamente sus polinias, la columna de esta última recogerá las que la abeja transporta en la cabeza y la orquídea quedará polinizada.

La polinización es un requisito previo para que tenga lugar la fecundación y por consiguiente la reproducción sexual en las plantas con flores. Por ello, a lo largo de la evolución las plantas han ido perfeccionando la estructura y fisiología de sus flores para atraer a sus polinizadores.

III. ESTRUCTURA Y DINÁMICA INTERNA DE LA TIERRA

Las cinco unidades que constituyen el bloque de contenidos de la Geología están estructuradas en torno a una visión dinámica y sistémica del planeta Tierra cuya trama queda patente en el documento "El sistema Tierra: una perspectiva global" situado al final del tema 12.

La Teoría de la Tectónica de Placas, que los estudiantes ya conocen desde la E.S.O., impregna como contenido transversal cada uno de los temas según iremos viendo en cada uno de ellos.

En lo que respecta a los contenidos relativos a los métodos de la Geología (trabajo de campo, de laboratorio y de gabinete) se ha realizado la distribución de contenidos con los siguientes criterios:

- Los que guardan una estrecha conexión con el contenido teórico de los temas (p.e. reconocimiento de visu de rocas o fósiles, microscopio petrográfico, etc) se presentan junto a aquel ya sea en el libro de texto o en el cuaderno de Investigaciones y Técnicas.
- Los que pueden ser introducidos, a criterio del profesor, en cualquier momento del proceso de enseñanza-aprendizaje de la materia (como el uso de la brújula y el mapa topográfico) o los que requieren el conocimiento de distintos tipos de contenidos teóricos (como el mapa geológico) se presentan en el Cuaderno de Investigaciones y Técnicas bajo la denominación de Tema Transversal.

12. ESTRUCTURA Y DINÁMICA INTERNA DE LA TIERRA

13. NATURALEZA, PROPIEDADES Y USOS DE LA MATERIA

14. PROCESOS GEOLÓGICOS DE ORIGEN INTERNO

15. PROCESOS GEOLÓGICOS EXTERNOS

16. HISTORIA DE LA TIERRA Y RIESGOS GEOLÓGICOS

ESTRUCTURA Y DINÁMICA INTERNA DE LA TIERRA



12

1. INTRODUCCIÓN

El apartado 1 constituye la carta de presentación de las Ciencias Geológicas y sus principales aplicaciones. Estos aspectos además de informar sobre la ciencia que van a estudiar, contribuyen a la motivación del alumnado hacia la materia, e introducen una orientación sobre futuras salidas profesionales.

El resto del tema, como introducción al planeta en su conjunto, deja patente que estamos abordando el estudio de un sistema muy complejo en el que intervienen numerosas variables y en el que las escalas de espacio van desde el nivel cósmico al atómico, a velocidades y duración (tiempo geológico) que varían desde segundos a miles de millones de años. Un estudio más profundo del tiempo geológico y su significado se realizará en el tema 16.

El apartado 2 constituye una introducción al marco en el que se originó el planeta Tierra mostrando las relaciones de tipo sistémico entre los acontecimientos cósmicos y el origen y evolución de los distintos subsistemas terrestres (geosfera-hidrosfera-atmósfera y biosfera).

A continuación se abordan los métodos de estudio de la estructura interna del planeta, cuya dinámica lidera los procesos corticales que tienen su origen en la energía interna terrestre. En la representación de la estructura del planeta (fig. 4.1. pg. 215) se ha cuidado hacerlo a escala para favorecer las representaciones mentales del modelo por parte de los estudiantes.

Finalmente se presentan las nuevas tecnologías que permiten obtener, integrar y manipular informaciones del conjunto de la superficie terrestre con diversos fines. Para profundizar en el conocimiento de los SIGs se plantea como primera actividad la exploración de SIGs de fácil acceso como Google Earth y asimismo se proporciona una guía para explorar la Tectónica de Placas mediante un SIG (ver Técnicas 14).

2. TEMPORALIZACIÓN

6 sesiones de clase más 1 de evaluación.

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Comprender la naturaleza de la Geología como ciencia, sus aplicaciones y su relación con procesos de la vida cotidiana.
2. Conocer algunos de los métodos de trabajo de la Geología en el campo, el laboratorio y el gabinete.
3. Adquirir una visión sistémica de las relaciones entre el planeta Tierra y el resto del Universo.
4. Conocer los principales hitos en la formación de nuestro planeta y los distintos subsistemas que lo forman (geosfera, hidrosfera, atmósfera y biosfera), especialmente el papel de los seres vivos en la evolución planetaria.
5. Analizar los distintos métodos de estudio del interior de la Tierra y, a partir de los conocimientos adquiridos, explicar los modelos sobre estructura y composición de la misma.
6. Conocer los modelos actuales que explican la estructura interna de la Tierra y de la corteza terrestre.
7. Explicar la conducción y convención del calor como formas de transmisión del calor y sus consecuencias en la dinámica cortical terrestre que tienen su origen en la dinámica interna de la Tierra.
8. Representar a escala la estructura interna de la Tierra.
9. Comprender cómo trabajan los científicos y las científicas para resolver problemas mediante métodos indirectos.
10. Describir la utilidad de los SIG, la teledetección y el GPS.
11. Desarrollar destrezas en el manejo de SIGs de fácil acceso .
12. Conocer el manejo de los instrumentos de campo más utilizados en los estudios geológicos (ver Cuaderno de Investigaciones y Técnicas pgs 62-71)
13. Calcular, con la ayuda de una brújula, la dirección y el buzamiento de un estrato.
14. Construir un perfil del relieve a partir de un mapa topográfico.
15. Interpretar mapas geológicos sencillos a partir de los símbolos observados en ellos.

4. CONTENIDOS CONCEPTUALES

1. *Las Ciencias Geológicas*
2. *Origen y estructura de la Tierra. Papel de los seres vivos en la evolución planetaria. Formación de una atmósfera oxidante.*
3. *Métodos de estudio del interior de la Tierra. Interpretación de los datos proporcionados por los diferentes métodos.*
4. *La estructura interna de la Tierra.*
5. *Conducción y convención del calor interno y sus consecuencias en la dinámica interna de la Tierra*
6. *Iniciación a las nuevas tecnologías de investigación del entorno: los Sistemas de Información Geográfica, la Teledetección y el GPS.*
7. *Interacción entre los procesos geológicos internos y externos. El sistema Tierra: una perspectiva global.*
8. *El trabajo de campo: Instrumentos del trabajo de campo, manejo de la brújula de geólogo, mapa topográfico y mapa geológico (1).*

(1) Se considera un contenido transversal a toda la materia de Geología que puede ser introducido en cualquier otro tema a criterio del profesor (ver Cuaderno de Investigaciones y Técnicas).

5. SOLUCIONES Y COMENTARIOS

A. ACTIVIDADES VINCULADAS AL TEXTO

1 Las ciencias geológicas

■ Actividades pág. 208 ■

Se plantea como reflexión sobre un aspecto de la vida cotidiana que tiene una relación muy directa con la Geología como son las materias primas utilizadas en el mundo que les rodea.

Piensa en el origen de los materiales con que están fabricados la mayor parte de los objetos que te rodean y escribe dos listas de, al menos, diez términos cada una, que estén elaborados:

- a) Con materias primas de origen mineral.*
- b) Con materias primas de origen no mineral.*
- c) ¿Cuál te resulta más fácil de completar? ¿Por qué?*

Soluciones:

En clase se pueden encontrar un elevado número de objetos fabricados con productos de origen mineral formando parte de los elementos constructivos del edificio, de los muebles y de las pertenencias de los estudiantes. Entre los primeros: baldosas, ladrillos, hormigón, cemento, yeso, pinturas, vidrios de las ventanas, radiadores, cables eléctricos, bombillas o fluorescentes (que además del vidrio llevan un elevado número de componentes metálicos), tiza, pizarra, plásticos (derivados del petróleo), etc. Entre los segundos: aparatos digitales (relojes, calculadoras, etc) que contienen pilas y cristales de cuarzo, minas de lapiceros, monedas, abalorios de vidrio o metal, plásticos y prendas de vestir sintéticas (confeccionadas con fibras sintéticas que, en última instancia, proceden en su mayoría del petróleo).

Los estudiantes constatan que la lista con objetos de origen no mineral es mucho más restringida: madera, corcho, cartón, papel, cuero, fibras de origen vegetal (lana, seda, lino o algodón). En el caso del papel, es interesante señalar a los estudiantes que si bien la base del mismo es la celulosa de origen vegetal los papeles satinados se consiguen a base de cargas minerales (talco, etc).

En cualquier caso, debemos señalar que en la fabricación y distribución de los objetos se utiliza energía, y que ésta -a excepción de las nuevas energías alternativas-, se

obtiene de combustibles fósiles de origen mineral como el gas natural, el carbón y el petróleo.

A raíz de esta actividad es posible, además introducir -aunque en el texto se aborda formalmente en el Tema 13- los conceptos de recursos renovables y no renovables, así como de materiales que pueden ser o no reciclados.

2 La Tierra y el Cosmos

■ Actividades pág. 211 ■

Tras analizar el ciclo, se puede hacer una descripción literal del mismo u otra más sintética del estilo de la siguiente:

Analiza el ciclo del carbono de la figura adjunta y descríbelo con tus propias palabras. Presta atención en:

- a) Destacar en qué sistemas terrestres (atmósfera, hidrosfera, geosfera o biosfera) se acumula y de qué tipo de compuestos entra a formar parte en cada uno de ellos.*
- b) Mediante qué procesos se transfiere de unos sistemas a otros.*
- c) De dónde proceden las energías necesarias para dichas transformaciones.*

Soluciones:

Ciclo bioquímico

El metabolismo de los seres vivos es responsable de una captación masiva de CO_2 que se acumulará en la biosfera a través de los mecanismos siguientes:

- La fotosíntesis para formar las primeras moléculas orgánicas de las cadenas tróficas (biosfera). Las energías que lo hacen posible son la energía solar y la energía química.
- La fijación de CaCO_3 (procedente de del CO_2 disuelto en las aguas continentales o marinas al que se añade el Ca^{2+} procedente de la alteración de las rocas) para formar las partes mineralizadas de los organismos (conchas, esqueletos y bioconstrucciones).

Tras la muerte de los seres vivos, el CO_2 puede seguir dos vías: reintegrarse a la atmósfera mediante la putrefacción de la materia orgánica o, en condiciones de enterramiento adecuadas, el carbono se transfiere hacia la geosfera en forma de carbón (en cuencas continentales como lagos) e hidrocarburos (como el petróleo y gas natural) mediante procesos de fermentación anaerobia.

Ciclo geoquímico

Consiste en varios procesos que podemos considerar comienzan con la inyección en la atmósfera de CO_2 procedente de los volcanes. De allí pasa por disolución a la hidrosfera donde junto al Ca^{2+} , como acabamos de ver, precipita en forma de carbonato (proceso generalmente inducido por la actividad vital de algunos seres vivos como bacterias o algas). La dinámica litosférica asegura el reciclado del CO_2 mediante la fusión de las rocas carbonatadas y la posterior reemisión de este gas a la atmósfera.

3 Investigando la inaccesible Geosfera

Actividades pág. 212

- A ¿Conoces el nombre de otras ciencias que también se ocupan del estudio de la Tierra?. Nómbralas e indica cuál es el objeto de estudio de las mismas y su posible relación con la Geología y la Geofísica.

Soluciones:

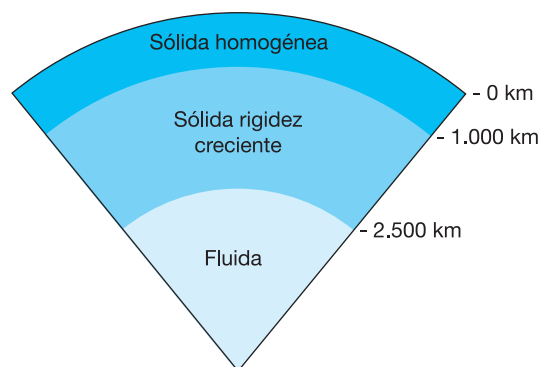
- A El desarrollo de la teoría de la Tectónica de placas, en la década de 1960, supuso una revolución científica en las Ciencias Geológicas que, a partir de entonces, se enriquecieron con las aportaciones conceptuales y tecnológicas de otras ciencias como la Geofísica, Geoquímica, Física de la Atmósfera, Oceanografía, Biología, etc logrando por primera vez una visión integrada del planeta como un sistema complejo cuyo funcionamiento global no puede deducirse a partir del estudio por separado de cada una de las partes. Esta nueva visión integradora del planeta dio origen a las llamadas Ciencias de la Tierra.

Actividades pág. 213

- A Interpreta la estructura de un planeta imaginario a partir de la gráfica adjunta.
1. Indica si se trata de un planeta con estructura homogénea o heterogénea.
 2. Cuántas discontinuidades pueden apreciarse, indicando si son de primer o segundo orden y cuántas capas delimitan.
 3. Describir las variaciones de homogeneidad, rigidez y estado físico de cada capa.
 4. Representa su estructura y colorea cada una de sus capas indicando su estado físico.

Soluciones:

- A 1. Se trata de un planeta con estructura heterogénea como se deduce de la trayectoria de las ondas sísmicas.
2. Existen 3 capas separadas por dos discontinuidades.
3. La primera capa, entre 0 y 1000 km de profundidad, es sólida, homogénea y su rigidez se mantiene constante puesto que la velocidad de P y S no aumenta ni disminuye. Una discontinuidad de primer orden separa esta capa homogénea de la siguiente capa sólida y de rigidez creciente situada entre 1000 y 2500 km de profundidad. A 2500 km de profundidad otra discontinuidad de primer orden hace descender la velocidad de las ondas primarias y hace desaparecer a las secundarias. El hecho de que las ondas S no puedan seguir propagándose pone en evidencia que la tercera capa es fluida. La rigidez de dicha capa aumenta hacia el interior del planeta como evidencia el aumento de las ondas P.
- 4.



4 Principales capas y discontinuidades terrestres

Actividades pág. 217

Los conocimientos de química de los estudiantes les permiten justificar parcialmente esta cuestión. Para una respuesta más completa deberían conocer el porcentaje de elementos químicos en el universo (de los que el hierro es uno de los más abundantes), así como tener nociones de las afinidades químicas de los elementos, los cambios en la estructura cristalina debidos al aumento de presión o la composición de los silicatos.

a) Dados los siguientes datos, y teniendo en cuenta lo estudiado en el texto, indica qué elementos serían más abundantes en el núcleo, el manto y la corteza terrestre justificando tu respuesta.

Elementos químicos	Peso atómico	Porcentaje en peso	
		En la corteza	En el conjunto de la Tierra
Fe	55,8	6	35
O	16	46	30
Si	28	28	15
Mg	24	4	13
Ni	58,7	<0,01	2,4
Ca	40	2,4	1,1
Al	26,9	8	1,1
S	32	0,1	1,9
Na	23	2,1	0,4
K	39	2,3	0,1

Soluciones:

Los elementos químicos de mayor peso atómico (>50) como Fe y Ni, se habrían diferenciado gravitatoriamente hacia el centro del planeta en las etapas iniciales, cuando éste se encontrara fundido. El mayor porcentaje en peso de ambos elementos en el conjunto de la Tierra que en la corteza, justifica la respuesta anterior.

NOTA : El azufre, escaso en la corteza, abundaría más en el núcleo que en el manto, más por causa de su afinidad química con Fe y Ni que por densidad (peso atómico.)

5 Otros métodos para completar nuestra imagen del interior

Actividades pág. 219

Indica que sucederá a un bloque cortical:

1. Si es fuertemente erosionado
2. Cuando sobre él se depositan de enormes cantidades de sedimentos como sucede en los fondos marinos.
3. Si por efecto de una glaciación se acumulan sobre él grandes espesores de hielo, o si por el contrario, dicho hielo desaparece.
4. ¿Puedes citar algún lugar donde un bloque continental se esté elevando o hundiendo?

Soluciones:

1. Si es fuertemente erosionado perderá peso y por tanto desplazará un menor volumen de agua, con lo que ascenderá.
2. Al contrario que en el caso anterior, el bloque aumenta-

rá de peso, desplazará un mayor volumen de agua y por tanto, se hundirá.

3. La acumulación de un gran volumen de hielo por causa de una glaciación es un proceso natural mediante el que el bloque ganará peso y se hundirá. Lo contrario sucederá durante un periodo cálido en que el hielo desaparezca.

4. Respuesta abierta.

El ejemplo más conocido de un bloque que se esté levantando es la península Escandinava, como respuesta a la pérdida de hielo acumulado durante la última glaciación. Ejemplos de hundimiento o subsidencia son las cuencas marinas que reciben grandes cantidades de sedimentos procedentes de relieves cercanos...

Actividades pág. 221

- A** Interpreta el modelo de la figura 5.5 comparándolo con los modelos de la figura 4.5 indicando:

- ¿Cuántos niveles convectivos presenta y cuáles son sus límites?
- ¿De dónde procede la rama ascendente de calor más importante en este modelo y qué tipo de estructuras genera en la superficie terrestre?
- ¿Cómo se origina la rama descendente de la corriente de convección?

- B** Aplicando el valor del gradiente geotérmico medio calcula la temperatura existente en el manto, a 300 km de profundidad y responde a las siguientes cuestiones:

- En caso de que allí la temperatura alcanzara dicho valor ¿Cómo estarían las rocas?
- ¿Existe alguna evidencia de que este dato no puede extrapolarse a tales profundidades? Justifica tu respuesta.

Soluciones:

- A** Este modelo sugiere la existencia de tres niveles convectivos:

- Uno en el núcleo externo.
- Dos entre el manto y la corteza. El primero coincide aproximadamente con el nivel de la astenosfera y otro, que ocasionalmente interfiere con aquel, entre la capa D" y la superficie.

La rama ascendente estaría representada por el ascenso de plumas térmicas desde la capa D"; estas columnas de material caliente originan magmas superficiales que contribuyen a la fragmentación de la corteza, originando los puntos calientes (no relacionados con la dinámica de las placas litosféricas).

La rama descendente estaría formada por la litosfera subducente (fragmentos de placa fríos y densos) que podría alcanzar, por gravedad, la capa D”.

- B** Aplicando el valor medio del gradiente geotérmico = 3°C x 100 m mediante una simple regla de tres se calcula que a 300 km de profundidad la temperatura sería igual a 9000°C , elevadísima temperatura que mantendría las rocas fundidas. La principal evidencia que demuestra que esto no es así es la trayectoria de las ondas sísmicas ya estudiada que muestran que a dicha profundidad se propagan tanto las ondas P como las S.

B. ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

- 1** Cita tres actividades de la vida cotidiana relacionadas con la Geología y compara tu respuesta con la de tus compañeros para hacer una lista más extensa.

Soluciones:

Respuesta abierta.

- 2** Define los siguientes conceptos: *nebulosa, planetésimo, meteorito, litosfera, gradiente geotérmico, foco de un terremoto y corrientes de convección.*

Solución:

- **Nebulosa:** Nube de polvo y gas que ocupa una parte del universo. Se consideran fábrica o “cuna” de las estrellas.
Las nebulosas planetarias se producen por la emisión de materia que tiene lugar en las últimas etapas de la vida de una estrella.
- **Planetésimo:** partícula que al unirse con otras semejantes formaron los planetas.
- **Meteorito:** fragmento que puede caer sobre la Tierra u otro planeta o satélite
- **Litosfera:** Capa rígida de la superficie terrestre formada por la corteza y parte superior del manto.
- **Gradiente geotérmico:** variación de la temperatura interna de la Tierra al aumentar la profundidad. Su valor medio es de 3°C cada 100 m, aunque este valor no es extrapolable más allá de la corteza.
- **Foco de un terremoto :** Parte interna de la litosfera, o del manto superior, en la que se produce la perturbación que da origen a un movimiento sísmico.
- **Corrientes de convección:** Una de las formas de transmisión del calor que consiste en células a través de las que el material caliente, más ligero y menos denso asciende y, a medida que se va enfriando y haciéndose más denso vuelve a hundirse.

- 3** Indica si son verdaderas o falsas las siguientes frases, razonando tus respuestas:

- a) *Antes de formarse el sistema solar se habían producido muchos ciclos de vida y muerte de otras estrellas.*
- b) *La temperatura hacia el interior de la Tierra crece linealmente.*
- c) *Puesto que no podemos observar directamente el interior de la Tierra, no podemos saber cómo es su estructura.*
- d) *Todos los procesos geológicos son muy lentos y tardan millones de años en completarse.*

Solución:

- a) Verdadera. La diferencia de edad entre el origen del universo (13.700 m.a) y del sistema solar (4.500 m.a.) avalan dicha afirmación.
- b) Falsa. El gradiente solo es constante en la corteza, como se deduce de la trayectoria de las ondas sísmicas.
- c) Falso. Como hemos estudiado en el tema hay diferentes métodos indirectos que nos suministran una imagen o modelo del interior terrestre.
- d) Falso. Además de los procesos que tardan millones de años en completarse hay otros como la formación de los suelos, la erosión, etc cuya duración puede contabilizarse en miles de años. Junto a todos ellos, los eventos o procesos catastróficos pueden tardar en completarse desde unos cuantos segundos (terremotos) a días o meses (volcanes), etc (ver libro de Geología de 2º de bachillerato de ECIR pg. 16).

- 4** *En algunas minas de diamantes de Sudáfrica, a 3.000 m de profundidad, se alcanzan hasta 60°C lo que dificulta enormemente el trabajo de los mineros ¿A qué se debe este gran aumento de temperatura?*

Solución:

Al gradiente geotérmico

- 5** *Enuncia las causas por las que la Tierra fue un planeta fundido, lo que más tarde favoreció su diferenciación en capas.*

Solución:

El impacto de las colisiones entre planetésimos, la compresión de los materiales a medida que aumentaba el tamaño del planeta por acreción de los planetésimos, el proceso de diferenciación gravitatoria y los procesos de desintegración de isótopos radiactivos.

- 6** ¿Qué procesos han contribuido a disminuir la cantidad de CO_2 atmosférico de la atmósfera primitiva hasta las cantidades actuales?

Solución:

- a) Procesos inorgánicos: Disolución del CO_2 en el agua oceánica y posterior precipitación en forma de carbonatos (rocas calizas).
- b) Procesos orgánicos:
- Mediante la fotosíntesis, iniciada hace 3.500 m.a. por las cianobacterias y otras bacterias autótrofas, y continuada posteriormente por algas y plantas.
 - Fijación de CO_2 en estructuras orgánicas carbonatadas (conchas y caparazones).

- 7** En la secuencia atmósfera-hidrosfera-corteza-manto-núcleo se observa el aumento progresivo de densidad de cada una de las capas. Explica las causas de dicha disposición y cita los procesos que la han hecho posible.

Solución:

Al igual que en el resto de los planetas del sistema solar, los materiales se ordenan por densidades. En primera instancia por su estado de agregación, sólido, líquido y gaseoso. Posteriormente, los materiales rocosos más densos y con mayor punto de fusión, como el hierro, descienden al núcleo por diferenciación gravitatoria, quedando los más ligeros (Na, K, Al, etc.) formando parte de la corteza.

- 8** El análisis de los meteoritos y de las rocas lunares, arrojan una edad de 4.500 m.a. ¿Cómo explicarías entonces que las rocas más antiguas encontradas en la Tierra tengan 3.800 m.a.?

Solución:

Del análisis de las rocas lunares y de los meteoritos, se deduce que los astros del sistema solar tienen una edad similar, 4500-4600 m.a. Si en la Tierra no existen rocas tan antiguas es debido a la dinámica terrestre, interna y externa (procesos atmosféricos), que las ha destruido.

- 9** Al medir el valor de la gravedad en una montaña, generalmente se obtienen valores más pequeños que en una llanura ¿sabrías decir por qué? Dibuja un esquema explicativo.

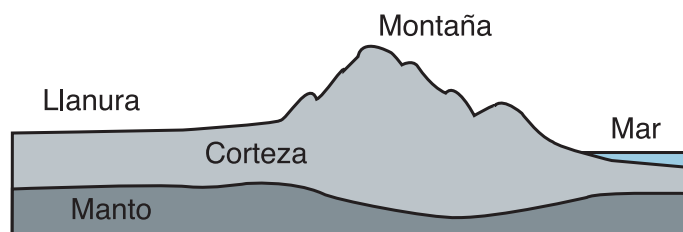
Solución:

El valor medio, teórico, en la superficie terrestre, calculado a partir de la fórmula de la ley de la Gravitación Universal de Newton, es:

$$g = G \cdot M_{\text{Tierra}} / R^2 = 981 \text{ cm/s}^2$$

Una anomalía negativa (inferior a dicho valor) puede darse por dos motivos:

- a) Porque la corteza que forma la montaña es más ligera que el manto, y además se hunde en él por debajo de la montaña, por lo que en esa zona hay un déficit de masa. En las llanuras, el manto, más denso, está más próximo (fig. 16).



- b) Porque en la montaña, el radio terrestre es ligeramente mayor que en la llanura, por tanto al aumentar el denominador el valor obtenido es inferior.

NOTA: Por el mismo motivo, dada la forma de la Tierra (radio ecuatorial mayor que el polar) también la latitud tendrá su influencia sobre dichos cálculos.

Otros aspectos a tener en cuenta, son los tratados en el tema, es decir que las anomalías locales estén relacionadas con exceso o déficits de masas como puedan ser yacimientos metalíferos en el primer caso, o grandes cavernas en el segundo.

- 10** a) Para tener una imagen aproximada de las vibraciones de las ondas sísmicas nos podemos fijar en el desplazamiento de dos animales sin patas: una culebra y una lombriz de tierra ¿Qué desplazamiento equivaldría al movimiento de las ondas P y cuál al de las S?

- b) ¿Cómo podrías reproducir un movimiento análogo al de las ondas L?

Solución:

Esta analogía puede ayudar al alumnado a conceptualizar mejor las formas de propagación de las ondas sísmicas.

- a) El movimiento de las ondas P se asemeja a la lombriz de tierra, animal que avanza mediante contracciones y dilataciones de sus anillos. El de las ondas S correspondería al de la culebra, que reptaba mediante ondulaciones de su cuerpo.

- b) Todos los hemos observado alguna vez al arrojar un objeto, por ejemplo una piedra, sobre una superficie de agua tranquila (estanque, etc.).

11 Se calcula que la densidad media de la Tierra es de 5,5 g/cm³. Sin embargo la densidad comprobada de las rocas de la corteza varía entre 2,7 y 3 g/cm³.

a) ¿Cómo puede explicarse este hecho?

b) ¿Qué datos necesitas para calcular la densidad de la Tierra en su conjunto y cómo puedes obtenerlos?

Solución:

a) La densidad de la parte interna del planeta es mucho mayor que la densidad de las rocas superficiales como nos indica la hipótesis de la diferenciación gravitatoria.

b) La confirmación de este hecho viene dada por la aplicación de la ley de la Gravitación Universal de Newton:

$$F = G \cdot M_T \cdot m / R^2 = m \cdot g$$
$$M_T = gR^2 / G = 5.876 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

12 Cuando se habla de movimientos epirogénicos se suele citar el caso del templo romano de Sérapis (en realidad se trataba de un mercado), próximo a Nápoles, cuyas columnas muestran oquedades excavadas por moluscos marinos hasta una altura de seis metros.

a) Los moluscos marinos necesitan vivir bajo el agua para perforar las rocas. En el pasado, ¿estaba el nivel del mar por encima del actual, o estaba más bajo?

b) ¿Consideras que cuando se construyó el templo se hizo por debajo del nivel del mar? ¿Cómo explicarías en dicho caso que ahora podamos visitarlo al aire libre? Emite una hipótesis explicativa de lo sucedido entre la construcción de la columnata, la formación de las perforaciones de moluscos y la disposición actual del recinto.

Solución:

a) Evidentemente, para que los moluscos perforaran las columnas hasta seis metros de altura, el mar tuvo que llegar hasta ese nivel.

b) El templo (que en realidad era un mercado), obviamente, se construyó en tierra firme y la invasión del mar fue posterior. En un principio la costa estaba emergida, después se hundió aproximadamente 6 m bajo el nivel del mar, y luego volvió a emerger. No es un ejemplo muy característico, pues los movimientos epirogénicos son muy lentos, y en este caso, en solo 2.000 años (aproximadamente) se han producido un hundimiento y una elevación de 6 m de altura.

13 Analiza y compara la composición de las atmósferas primitiva y actual (Tabla I) y pon en juego tus conocimientos para explicar las principales causas de su espectacular evolución, especialmente en su contenido en oxígeno y dióxido de carbono.

Solución:

Los cambios en el CO₂ se han contestado en la actividad nº6. En cuanto a los cambios en el oxígeno, la principal causa ha sido la fotosíntesis.

C. ACTIVIDADES DE LOS DOCUMENTOS

1. El sistema Tierra: una perspectiva global

Cuestiones:

A.1 ¿Por qué se dice que la Tierra es un planeta dinámico?

A.2 Indica el tipo de energía que hace posible:

- la formación de una cordillera
- el desarrollo de la vida
- el clima
- los procesos de sedimentación

Soluciones:

A.1. Porque es un planeta en continuas transformaciones.

- A.2.**
- Cordillera: energía interna de la Tierra en forma de calor y movimiento
 - Vida: Energía solar que hace posible la fotosíntesis, proceso inicial para la formación de materia orgánica en las cadenas tróficas. Posteriormente energía química para todas las transformaciones energéticas asociadas a la nutrición de los seres vivos.
 - Clima: Energía solar que calienta las masas de aire originando su movimiento así como eleva las masas de agua por evaporación, combinada con la energía gravitatoria responsable de las precipitaciones atmosféricas y del transcurso del ciclo del agua.
 - Procesos de sedimentación: Energía potencial y gravitatoria

2. Bacterias y estromatolitos

Cuestiones:

- 1 *Mediante fotosíntesis las cianobacterias contribuyeron a la liberación de oxígeno libre ¿De qué manera contribuyeron a la disminución de CO₂ atmosférico?*
- 2 *¿De qué formas han influido los estromatolitos en la evolución de la hidrosfera, atmósfera, geosfera y biosfera?*

Soluciones:

1. Captándolo para las bioconstrucciones (estromatolitos).
2. Liberando oxígeno libre que en principio se empleó para oxidar los metales presentes en los fondos marinos (depósitos de hierro), una vez oxidados los metales, para liberar oxígeno que en principio comenzó a disolverse en el agua marina y posteriormente a liberarse hacia la atmósfera haciendo posible, con el tiempo, la conquista de las tierras emergidas por parte de los seres vivos.

NATURALEZA, PROPIEDADES Y USOS DE LA MATERIA

13

1. INTRODUCCIÓN

Se aborda el estudio de los materiales que componen la Tierra: minerales y rocas. Los minerales se estudian con mayor detalle mientras que los tipos de rocas se definen de forma general para permitir la introducción del ciclo de las rocas, modelo a través del cual queda de manifiesto la interacción sistémica existente entre los procesos internos y externos de la Tierra.

Como concreción de lo estudiado en el tema anterior sobre aplicaciones de la Geología, se estudian los principales usos de rocas y minerales. En relación a dichos usos el documento "Minería y medio ambiente" con que finaliza el tema aborda de forma contextualizada otro de los contenidos establecidos en el currículo como es las modificaciones de la corteza provocados por la acción humana.

En el apartado 1 se repasan, actualizan y amplían algunos contenidos estudiados en la E.S.O. : cristal, roca y mineral.

El apartado 2 explica conceptos relevantes para la comprensión de los procesos de formación que dan origen a la gran diversidad del mundo mineral. Asimismo se introduce el concepto de ambientes de formación o petrogenéticos en los que se profundizará más adelante. A través de este tipo de contenidos el alumnado debería llegar a comprender que rocas y minerales nos informan sobre el ambiente en que se formaron, contribuyendo así a la interpretación de la historia de nuestro planeta.

En el epígrafe "génesis cristalina" además de los factores que influyen en el proceso de cristalización, explicamos otro aspecto menos tratado por los libros de texto como es la causa de que los cristales, la mayoría de las veces no muestren un hábito cristalino externo.

La clasificación mineral se aborda en el apartado 3 de un modo sencillo, reservando la posibilidad de hacerlo con mayor profundidad a través de la actividad y tablas propuestas en el Cuaderno de Investigaciones y Técnicas. Es interesante hacer hincapié en la necesidad de realizar clasificaciones para abordar el complejo estudio de la naturaleza, indicando que pueden existir diversos criterios de clasificación si bien el más utilizado es el que se emplea en el texto.

En el apartado 4 se presenta el ciclo clásico de las rocas, esquema simple de gran potencialidad didáctica, junto a una versión actual del mismo en la que se introduce la relación entre los procesos internos y externos de la Tierra estrechamente ligados a la Tectónica de Placas.

El tema termina con la utilidad de rocas y minerales, contenido que nos permite abordar conceptos importantes como el de recurso y reserva, mena y ganga y yacimientos minerales (éstos últimos relacionados con la Tectónica de Placas).

2. TEMPORALIZACIÓN

6 sesiones de clase más una de evaluación.

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Comprender los conceptos de cristal, mineral y roca. Aplicar los conceptos anteriores a la caracterización de diversas sustancias.
2. Conocer los procesos físico-químicos mediante los que se originan minerales.
3. Relacionar cada uno de los procesos anteriores con su correspondiente ambiente de formación o petrogenético.
4. Conocer los minerales más importantes desde el punto de vista económico y petrogenético.
5. Desarrollar hábitos de observación, descripción y clasificación de los minerales.
6. Conocer y adquirir destrezas en el uso de algunas técnicas clásicas de observación y experimentación con los minerales tanto en el campo como en el laboratorio.
7. Identificar de visu algunos de los minerales más comunes en base a sus características singulares.
8. Familiarizarse con algunas técnicas de obtención de cristales en el laboratorio.
9. Comprender que la Tierra es un sistema en el que se produce interacción entre los procesos geológicos internos y externos.
10. Reconocer que las rocas y minerales son recursos de primera magnitud para el desarrollo de las civilizaciones y que se trata de recursos finitos, no renovables.
11. Identificar algunas de las principales consecuencias de la minería en la transformación de la corteza terrestre.

4. CONTENIDOS CONCEPTUALES

1. *Composición de los materiales terrestres: Cristales, Minerales y Rocas .*
2. *Formación de rocas y minerales.*
3. *Clasificación mineral. Minerales petrogenéticos.*
4. *Utilidad de los minerales y las rocas*
 - Estudio experimental de la formación de cristales.
 - Reconocimiento de minerales por sus propiedades físicas y químicas.

5. SOLUCIONES Y COMENTARIOS

A. ACTIVIDADES VINCULADAS AL TEXTO

1 ¿Cristal, roca o mineral?

■ Actividades pág. 231 ■

- A** *Basándote en tus conocimientos de cursos anteriores define: átomo, ión, molécula, elemento químico, compuesto químico, mezcla y disolución.*
- B** *Cámara al hombro y con ayuda de la bibliografía y de internet, podeis seguir la pista y recopilar información e imágenes de los cristales que nos rodean y sus aplicaciones, culminando todo el proceso investigativo en una exposición cuyo alcance podeis establecer entre toda la clase.*
- C** *Averigua la naturaleza (mineral, roca u otros) de las siguientes sustancias, señalando cuáles de ellas son cristalinas: ámbar, vidrio de una ventana, piedra del riñón, diamante, mármol, pila de cuarzo de un reloj digital, acero, coral, sal de cocina, aluminio, lava de un volcán, arcilla para modelar.*

Soluciones:

- A** - átomo: partícula más pequeña que puede existir de un elemento químico y que tiene estructura de materia.
- ión: átomo o grupo de átomos que tienen una carga eléctrica positiva (catión) o negativa (anión)
 - molécula: parte más pequeña de una sustancia que conserva todas las propiedades características de esta.
 - elemento químico: sustancias puras que no pueden descomponerse en otras más sencillas.
 - compuesto químico: sustancias puras formadas por la unión de varios elementos químicos.
 - mezcla: sistema material formado por varios componentes
 - disolución: mezcla homogénea cuyos componentes pueden separarse por evaporación, destilación o extracción.
- C** Antes de responder a esta cuestión queremos hacer hincapié en que al definir al mineral como un sólido inorgánico, nos estamos refiriendo a su composición química y no al proceso en que ha tenido origen. Así, muchos minerales de origen sedimentario se han formado en un proceso de naturaleza orgánica como precipitación bioquímica por acción de bacterias o formación de esqueletos y caparazones de aragonito, etc.

- Minerales:
 - Diamante.
 - Sal de cocina (Halita).
 - Arcilla: El término arcilla (del lat. argilla, arcilla) designa un mineral (minerales de la arcilla son: illita, montmorillonita, caolinita, etc...) o una roca compuesta esencialmente por estos minerales. En ocasiones se utiliza para denominar un sedimento cuyo tamaño de grano es $<1/256$ mm.
 - Rocas:
 - Mármol (roca monomineral formada por calcita),
 - Lava (roca líquida que puede tener denominaciones muy diferentes en virtud de su composición química y sus texturas) y
 - Arcilla (por las razones ya explicadas).
 - Otros:
 - "Piedra" del riñón, existen diferentes tipos formados por la cristalización -de un único tipo o por la mezcla de las siguientes sustancias:
 - carbonatos (calcita)
 - fosfato cálcico (apatito)
 - oxalatos y uratos de calcio
- Por lo que en caso de ser monominerales se podrían considerar como mineral y en caso de existir mezcla de dos o más de estas sustancias, podría ser considerada como roca.
- "Cristal" de una ventana: vidrio que se obtiene a partir de arenas fundidas.
 - Acero es una aleación de hierro y carbono.
 - Aluminio: es un elemento químico (Al) (el tercero en abundancia en la corteza y el metal más abundante en esta). Metal blanco brillante en estado puro, se encuentra combinado en la mayoría de los silicatos y en algunos óxidos e hidróxidos.
 - Ámbar originado por la mineralización de resinas fósiles durante la diagénesis.

2 Formación de los minerales

■ Actividades pág. 234 ■

Elena y Juan realizaron una cristalización de sal común. Elena obtuvo algunos cristales aislados de 4-8 mm donde se podían observar caras cuadrangulares típicas de los cristales de halita (fig. 2.6). Juan obtuvo una masa de cristales unidos entre sí, cuyas caras apenas alcanzaban 1 mm de lado. Emite diferentes hipótesis que puedan explicar la diferencia en los resultados de esta experiencia.

Soluciones:

Los estudiantes pueden emitir diferentes hipótesis cuyo grado de validez podrían contrastar mediante experimentos. Las más plausibles son aquellas que consideren la incidencia de las variables espacio, tiempo y reposo citadas en el texto. Nosotros podemos sugerir otros factores como la concentración salina o la temperatura del agua al realizar la disolución.

5 Utilidad de los minerales y las rocas

Actividades pág. 241

- A** Desde la Prehistoria hasta la actualidad, la evolución en el dominio de los materiales terrestres ha sido una medida del progreso de las civilizaciones. El nombre que se otorga a algunas etapas de la Historia humana ponen en evidencia este hecho ¿Podrías nombrarlas en orden cronológico?
- B** El consumo de aluminio se ha disparado en los últimos 20 años, usándose para los más variados productos. ¿Cuáles son las principales características de este metal que lo mismo es utilizado en la construcción de aviones, que en la fabricación de latas de bebida?
- C** Explica la siguiente paradoja: El aluminio es un elemento químico muy abundante en la corteza terrestre, sin embargo es muy difícil de obtener y, en consecuencia, su precio es elevado.
- D** ¿Cuál es la principal mena del aluminio?
- E** ¿Cómo puedes contribuir tú a reducir el consumo de aluminio?

Soluciones:

- A** Edad de Piedra, Edad del Bronce y Edad del Hierro.
- B** Muy ligero, maleable, no se altera .
- C** Es el tercero en orden de abundancia de los elementos geoquímicos (8,1%) pero se encuentra generalmente formando parte de las redes de los silicatos, de donde es muy difícil separarlo. Por ello sólo se extrae de la bauxita, cuyos yacimientos son escasos
- D** La bauxita.
- E** Reciclando las latas y otros productos.

B. ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

- 1** Define: Mineral, roca, materia cristalina y recursos minerales.

Solución:

- Mineral: Sólido inorgánico, de origen natural, posee una composición química definida y sus átomos están ordenados.
- Roca: agregado natural de minerales que forma parte de la Tierra
- Materia cristalina : materia sólida, natural o artificial, orgánica o inorgánica, cuyos componentes están ordenados en las tres direcciones del espacio.
- Recursos minerales: Rocas y minerales de los que se obtienen materias primas y productos energéticos útiles para el desarrollo de las civilizaciones.

- 2** Di si son verdaderas (V) o falsas (F) las siguientes frases. Cuando sean falsas, indica la respuesta correcta:

- a) La materia cristalina es mucho más frecuente en la naturaleza que la materia amorfa.
- b) Los cristales pueden ser orgánicos e inorgánicos.
- c) La cantidad de minerales terrestres es enorme, cuando se acaben los conocidos, ya se encontrarán más.

Solución:

- a) Verdadera.
- b) Verdadera
- c) Hay una errata en el planteamiento de la cuestión, pues donde dice minerales, debería decir "recursos minerales". Por lo tanto la respuesta es falsa, en el sentido de que los minerales son finitos, si bien queda la posibilidad de encontrar nuevos materiales o nuevas aplicaciones de los ya conocidos.

- 3** Clasifica los minerales de la siguiente lista en tres grupos, según los criterios empleados para nombrarlos: olivino, andalucita, hematites, niquelina, lapislázuli, teruelita, moscovita, limonita, wolframita, amazonita, oro, albita.

Solución:

- a) Por su color: olivino, hematites, lapislázuli, limonita, albita.
- b) Por su composición química: niquelina, wolframita, oro.
- c) Por su procedencia geográfica: andalucita, teruelita, moscovita y amazonita

4 ¿Por qué son los silicatos tan abundantes en la corteza terrestre?

Solución:

Porque oxígeno y silicio son los elementos geoquímicos más abundantes por lo que forman iones silicatos (Si O_4^{-4}).

5 ¿Por qué no se forma sal en una playa, donde rompen las olas?

Solución:

Porque no se cumple una de las condiciones necesarias para la cristalización: el reposo.

6 ¿Qué harías para distinguir un mineral de una roca?

Solución:

El mineral, al ser homogéneo, se puede romper en trocitos diminutos y siempre formarían parte del mismo mineral. La roca, al ser una mezcla de minerales (heterogénea) puede acabar disgregándose en minerales diferentes (a excepción de que estemos hablando de una roca monomineral como el yeso, etc).

7 Relaciona entre sí los números con sus respectivas letras:

1. Fabricación del vidrio.
2. Alfarería.
3. Obtención de escayola.
4. Hormigón
5. Alimentación.
6. Roca ornamental.
7. Combustible.
8. Fabricación de cemento.
9. Siderurgia.

- A. Carbón
- B. Hierro
- C. Arcilla
- D. Mármol
- E. Yeso
- F. Arena
- G. Sal
- H. Gravas
- I. Caliza

Solución:

1F; 2C; 3E; 4H; 5G; 6D; 7^a; 8I; 9B

8 Haz una clasificación de los recursos minerales.

Solución:

Los recursos minerales se clasifican en **Rocas y Minerales**.

9 a) Cita cinco minerales metálicos y cinco minerales no metálicos e indica sus fórmulas.

b) Averigua su origen geológico, su utilidad y si existe en tu Comunidad Autónoma y en España.

c) Expresa los resultados en una tabla.

Solución:

Respuestas abiertas

10 Relaciona mediante flechas o números las dos columnas para expresar qué tipo de proceso de cristalización se produce cuando....

- Se hacen cubitos de hielo en un congelador.
- La arcilla se cuece en un horno para hacer ladrillos.
- Se obtiene sal por evaporación en una salina costera.
- Se enfrían arenas fundidas para fabricar "cristales" para ventanas.
- Una colada de lava submarina se enfría rápidamente en contacto con el agua del mar.
- Un coral toma carbonato del agua del mar para fabricar su esqueleto.
- Se forma escarcha en una mañana fría de invierno.
- Se forma una estalactita en una cueva.

• Sublimación

• Solidificación

• No hay cristalización

• Recristalización

• Precipitación química

• Precipitación bioquímica

Solución:

Sublimación: escarcha;

Solidificación: cubitos de hielo

Precipitación química: sal en una salina y estalactita en una cueva

Precipitación bioquímica: esqueleto de coral

Recristalización: arcilla cocida en un horno

No hay cristalización: colada de lava submarina y enfriamiento de arenas para fabricación de vidrio (hacer hincapié en que no se trata de cristales desde el punto de vista científico).

11 Analizando la figura 1.3 del tema, explica por qué la mayoría de los cristales en un granito tienen forma irregular a pesar de tener una estructura interna ordenada.

Solución:

Al ir creciendo los cristales interfieren unos con otros compitiendo por el espacio, de manera que no llegan a desarrollar las caras externas del cristal.

12 De los siguientes minerales di cuáles son menas metálicas y, en su caso, de qué metal lo son : galena, calcita, olivino, casiterita, yeso, oligisto, pirita, esfalerita, calcopirita, pirolusita, grafito y fluorita.

Solución:

Galena: mena del plomo; Casiterita: mena del estaño; Oligisto o hematites: mena de hierro; Escalerita o blenda: mena del zinc; Calcopirita: mena del cobre; Pirolusita: mena del manganeso. La Pirita no se considera mena de hierro debido a que el azufre confiere a este metal gran fragilidad.

13 Observa la bomba volcánica de la figura adjunta. Toda ella está formada por el mismo material ¿Cómo podrías explicar que la parte externa negra tenga aspecto escoriáceo, mientras que en el interior se encuentren esos bonitos cristales de olivino?

Solución:

La superficie negra y escoriacea corresponde a un vidrio que se ha formado por un enfriamiento rápido del material magmático. Una vez formada esta capa, ha actuado como aislante del interior que ha tardado mucho más tiempo en cristalizar, dando tiempo al crecimiento de los cristales que se observan.

PROCESOS GEOLÓGICOS DE ORÍGEN INTERNO

14

1. INTRODUCCIÓN

En este tema se analiza el proceso de gestación de la Teoría de la Tectónica de Placas y se profundiza en los aspectos más relevantes de este modelo, así como en los procesos de origen interno que se explican a través del mismo: deformaciones, sismicidad, vulcanismo y procesos petrogenéticos magmáticos y metamórficos. Asimismo se estudian brevemente los puntos calientes como procesos intraplaca. El tema finaliza con un documento “Los volcanes nos enfrían” que pretende poner en evidencia la relación entre fenómenos de tipo tectónico y fenómenos climáticos. De esta manera establecemos un nexo con el tema siguiente.

El apartado 1 comienza con un breve repaso histórico a las principales teorías que en el pasado suministraron explicaciones sobre la formación del relieve terrestre ya que la historia de cómo llegó a formularse la Teoría de la Tectónica de Placas es un ejemplo paradigmático, apasionante y muy reciente de cómo progresa la ciencia en interacción con la tecnología y la sociedad. Efectivamente en la gestación de esta teoría pueden ponerse en evidencia las diferencias entre hechos o datos observables, hipótesis, teorías y modelos.

A continuación se presentan en tres doubles páginas, a modo

de poster los hechos más relevantes que sustentaron la hipótesis de la Deriva Continental de Wegener (Hipótesis I), así como la hipótesis de la Expansión del fondo oceánico de Hess (Hipótesis II) que culmina, tras los descubrimientos de Vine y Matthews y las aportaciones de Tuzo Wilson (entre otros muchos científicos), en la formulación de la Teoría de la Tectónica de Placas cuya Síntesis constituye la tercera doble página de este grupo.

El apartado 2 desarrolla los detalles concernientes a las estructuras asociadas a cada tipo de límite entre placas, y finaliza con el Ciclo de Wilson.

El apartado 3 se ocupa de los fenómenos intraplaca y a partir del mismo, en los puntos sucesivos (4 a 7), se estudian los procesos, estructuras y rocas asociados a la dinámica interna del planeta: deformaciones (fracturas y pliegues), sismicidad, vulcanismo y procesos petrogenéticos de origen volcánico y metamórfico.

El tema finaliza con un documento “Los volcanes nos enfrían” que pretende poner en evidencia la relación entre fenómenos de tipo tectónico y fenómenos climáticos. De esta manera establecemos un nexo con el tema siguiente.

2. TEMPORALIZACIÓN

10 sesiones de clase más una de evaluación.

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Analizar los pasos que han llevado a la formulación de la Teoría de la Tectónica de Placas a partir de las hipótesis de la Deriva Continental y de la Expansión del fondo oceánico.
2. Comprender la diferencia entre hechos de observación y de interpretación e hipótesis. Identificarlos en las teorías estudiadas.
3. Valorar la ciencia como construcción social de la Humanidad, en cuyo desarrollo juegan un papel decisivo la tecnología, el pluralismo de opiniones y las controversias científicas.
4. Relacionar diferentes fenómenos geológicos: terremotos, volcanes, formación de cordilleras, etc con la teoría de la Tectónica de Placas.
5. Explicar la expansión del fondo oceánico, su simetría en la distribución de materiales y la aparición de rocas y fósiles semejantes en lugares muy alejados.
6. Situar sobre un mapa las principales placas litosféricas y valorar las acciones que ejercen sus bordes.
7. Indicar el motor de las placas litosféricas.
8. Comprender el comportamiento de las rocas que se encuentran sometidas a esfuerzos según la naturaleza de éstas y los factores condicionantes.
9. Representar y reconocer pliegues y fallas sencillos en las tres dimensiones del espacio.
10. Comprender los procesos de formación de las rocas magmáticas y metamórficas a la luz de la teoría de la Tectónica de Placas.
11. Describir el ciclo petrogenético relacionándolo con la Tectónica de Placas.
12. Conocer las rocas magmáticas y metamórficas más importantes desde el punto de vista científico y económico (ver Tema 13).
13. Identificar las rocas magmáticas y metamórficas más comunes y de manera especial las del entorno más próximo a partir de su composición y texturas.
14. Conocer el fundamento del microscopio petrográfico y de las técnicas de identificación de rocas al microscopio.

4. CONTENIDOS CONCEPTUALES

1. *Procesos geológicos internos.*
2. *Principales teorías explicativas: la Deriva continental, la Expansión del fondo oceánico y la Tectónica de Placas y sus aspectos unificadores.*
3. *Placas litosféricas: características y límites.*
4. *Los bordes de las placas: constructivos, destructivos y transformantes. Fenómenos geológicos asociados.*
 - Estudio experimental de la formación de cristales.
 - Reconocimiento de minerales por sus propiedades físicas y químicas.
5. *Origen y evolución de los continentes: el ciclo de Wilson.*
6. *Formación y evolución de los magmas. Magmatismo y Tectónica de Placas.*
7. *Las rocas magmáticas.*
 - Reconocimiento de las rocas magmáticas más representativas.
8. *El metamorfismo y sus tipos. Metamorfismo y Tectónica de Placas.*
9. *Las rocas metamórficas.*
 - Reconocimiento de las rocas metamórficas más representativas.
 - El microscopio petrográfico.

5. SOLUCIONES Y COMENTARIOS

A. ACTIVIDADES VINCULADAS AL TEXTO

1 Procesos geológicos internos: principales teorías explicativas

■ Actividades pág. 249 ■

A Investiga en la bibliografía las fechas en que se realizan los primeros descubrimientos sobre la radiactividad, y explica en qué medida este descubrimiento pudo contribuir al avance de las ideas movilizadas y al conocimiento de la edad de las rocas terrestres.

B En 1963 el volcán Agung (Bali, Indonesia) entró en erupción durante una ceremonia religiosa. Como consecuencia murieron más de 1.500 personas, pero algunos supervivientes rechazaron la ayuda internacional porque creían que su sufrimiento era necesario para aplacar a los dioses. ¿Qué diferencias existen entre el pensamiento científico y otros tipos de pensamiento no científico como éste?

Soluciones:

A Los alumnos tienen dificultades para avanzar en qué medida este descubrimiento tiene relación con el descubrimiento de la naturaleza del calor interno. Ésta es una actividad abierta en la que cada docente establecerá el grado de investigación bibliográfica que deben realizar sus estudiantes. Hitos como el descubrimiento de la radiactividad por Becquerel en 1896 o los experimentos de Curie en 1906 y 1912 pueden servirles de punto de partida.

B El pensamiento científico es relativamente reciente en la vida de la Humanidad pero resulta una potente herramienta para comprender los fenómenos naturales. Existen diversas metodologías científicas. Sin embargo el pensamiento científico se diferencia claramente de las pseudociencias o de otros tipos de pensamiento porque:

- Observa fenómenos naturales y desarrolla hipótesis, basadas en principios físicos, como explicación a las observaciones;
- Revisa trabajos previos sobre fenómenos similares;
- Realiza predicciones en base a las hipótesis emitidas;
- diseña experimentos o investigaciones de campo para contrastar (falsar) las predicciones realizadas;
- acepta, rechaza o modifica las hipótesis.

Por el contrario la concepción fundamental de las pseudociencias es que los procesos naturales pueden ser controlados por fuerzas sobrenaturales. Sus evidencias no son objetivas: son aceptadas cuando apoyan una idea particular y rechazadas en caso contrario. Sus ideas no pueden ser contrastables, sus resultados no pueden repetirse y sus predicciones sólo son correctas de forma casual.

3 Fenómenos intraplaca

■ Actividades pág. 258 ■

Empleando los conceptos que has aprendido en el tema describe, con tus propias palabras, cada una de las fases del ciclo de Wilson.

Soluciones:

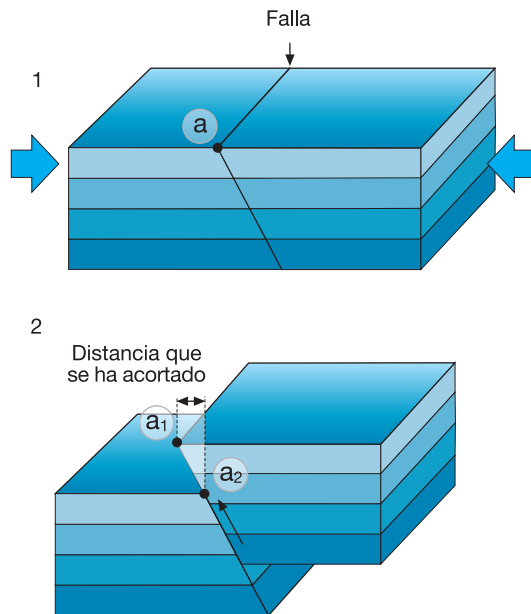
Esta actividad tiene como objetivo que el alumnado preste atención al esquema explicando el proceso de forma dinámica. Como ciclo se puede comenzar por cualquiera de las fases pero la más adecuada sería empezar por la fragmentación continental. Se puede pedir que pongan un ejemplo actual para cada una de las fases. Posibles respuestas son:

1. Fragmentación continental: Rift-valley africano
2. Extensión del fondo oceánico, generación de una dorsal y de corteza oceánica : Océano Atlántico, dorsal mesoatlántica, corteza oceánica del fondo del Atlántico.
3. Subducción de placa oceánica bajo continental: la placa de Nazca que subduce bajo la placa Sudamericana formando los Andes.
4. Fase teórica del ciclo sin representación actual
5. Obducción o colisión entre dos bloques continentales: choque entre las placas Europea e Ibérica que da origen a los Pirineos, o entre la placa de la India y la Euroasiática que da origen a Himalaya.

4 Las deformaciones de la corteza

Actividades pág. 261

A Observa lo que ocurre en una falla normal con la distancia entre los nuevos puntos a_1 y a_2 , generados a partir de un mismo punto a que se fractura. fig. 4.10

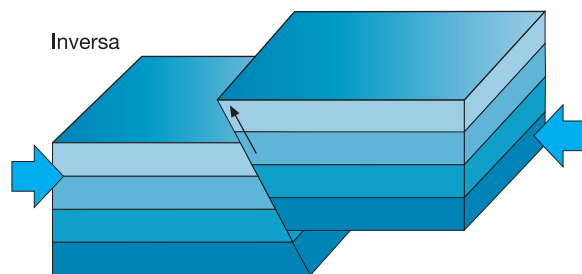


B Dibuja el resultado si a partir de la misma fractura, las fuerzas hubieran sido de compresión.

C ¿Qué ha sucedido con la distancia entre los puntos equivalentes a los anteriores, a uno y otro lado de la falla?

Soluciones:

A y B



C En vez de separarse aumentando la distancia entre sí, como en el ejemplo de la figura 4.10, se habrían superpuesto acortando la distancia entre ambos

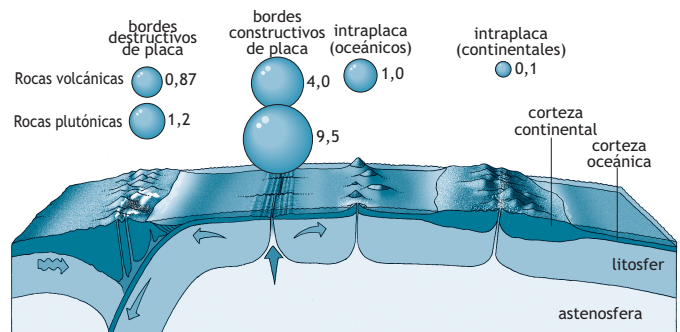
6 Magmatismo y tectónica de placas

Actividades pág. 265

A Mediante la utilización de la Tabla II, podrás familiarizarte con la clasificación de las rocas ígneas. Cuando necesites conocer qué minerales componen una roca, p.e. la sienita de la imagen adjunta, bajarás por la columna donde se encuentra dicha roca y, en ese caso, verás que posee poco o ningún cuarzo, mucho feldespato y abundantes ferromagnesianos.

1. ¿Cuáles son los tres componentes minerales fundamentales utilizados en la clasificación y a qué grupo de minerales pertenecen?
2. En un análisis de la composición de una roca se lee: Cuarzo 50%, ferromagnesianos 50% ¿Está bien hecho el análisis? ¿Por qué?

B De acuerdo con lo que hemos estudiado, y con ayuda de la figura adjunta, explica la relación existente entre magmatismo y Tectónica de Placas indicando: lugares en que se forman los volcanes, mecanismos, tipos de magma y de rocas asociadas a cada uno de los distintos emplazamientos.



Soluciones:

A 1. Cuarzo, feldespato y ferromagnesianos/silicatos
2. No pueden existir rocas con esa composición como se muestra en la Tabla II.

B De izquierda a derecha encontramos:

1. Zonas de subducción (choque entre placas continental-oceánica). Se generan magmas intermedios a partir de los cuales las rocas volcánicas más abundantes son andesitas y riolitas y las rocas plutónicas, granitos y dioritas.
2. Dorsales oceánicas: donde se genera el mayor volumen de rocas magmáticas a partir de magmas básicos que generan basaltos (rocas volcánicas) y gabros (rocas plutónicas).

3. Puntos calientes submarinos cuya dinámica es independiente de la dinámica litosférica. Se originan por magmas básicos cuya roca volcánica característica es el basalto.
4. Puntos calientes en áreas continentales: idem a los anteriores.

Actividades pág. 268

Aunque existen manifestaciones volcánicas en la península, el vulcanismo español cobra un interés extraordinario en las Islas Canarias.

Busca a través de Google Earth las calderas de Las Cañadas del Teide, Tejedá y Taburiente y observa su morfología.

Actividad abierta.

B. ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

- 1 ¿Qué edad tiene la corteza oceánica? ¿Y la corteza continental? ¿Cómo pueden explicarse estas enormes diferencias de edad?

Solución:

La edad de la corteza oceánica varía desde 0 a 180 m.a. La corteza continental desde 0 a 3.800 m.a.

La diferencia se explica porque la corteza oceánica se está reciclando: se origina en las dorsales y desaparece en los bordes destructivos. En la corteza continental podemos encontrar rocas de formación reciente y rocas muy antiguas (no tanto como la edad de la Tierra puesto que las rocas primitivas han sido destruidas por la acción conjunta de las dinámicas interna y externa del planeta). Los continentes van creciendo.

- 2 El Atlántico es cada vez más extenso, al contrario que el Pacífico ¿Sabrías explicar por qué?

Solución:

Es un océano que se expande a partir de la dorsal mesoatlántica que es un borde constructivo, y sus bordes son pasivos. En el Pacífico, al contrario, la mayoría de sus bordes son activos, es decir son zonas de subducción donde la corteza oceánica desaparece bajo la continental (costas de Asia y Sudamérica).

- 3 Europa y América del Norte distan entre sí 3800 km. Si la velocidad media de separación entre ellas es de 2 cm/año, calcula:
 - a) A qué distancia estarán dentro de un millón de años.

- b) A qué distancia se encontrarían hace 515 años, cuando Colón llegó por primera vez a América.
- c) ¿Cuánto tiempo hace que estuvieron unidas?

Solución:

- a) Suponiendo dicha velocidad constante, dentro de 1 m.a. estará a 20 km
- b) 1030 cm de diferencia, es decir 10,30 m
- c) 190 m.a.

- 4 Las rocas ígneas pueden estar formadas por minerales o vidrio ¿Recuerdas qué son y cómo se forman, cristales, minerales, vidrio y roca?

Solución:

- Mineral: Sólido inorgánico, de origen natural, posee una composición química definida y sus átomos están ordenados.
- Roca: agregado natural de minerales que forma parte de la Tierra
- Cristal : comúnmente porción de materia cristalina limitada exteriormente por caras planas. Sin embargo la cristalografía considera cristal a cualquier sólido con estructura interna ordenada.
- Vidrio: (ver textura vítrea en página 264 de este tema): materia amorfa en la que no existen cristales, característica de muchas rocas volcánicas.

- 5 En cada serie de palabras hay una que no tiene relación directa con las otras, encuéntrala:
 - a) Magma, lava, fósil, piroclasto, basalto
 - b) Mármol, pizarra, gneis, recristalización
 - c) Estratovolcán, caldera, lava, pitón, escudo

Solución:

- a) Fósil
- b) Recristalización (es un proceso) mientras el resto de la serie son rocas
- c) Lava (roca líquida) mientras el resto son estructuras volcánicas

- 6 Las pizarras se originan por el metamorfismo de las arcillas ¿Qué tipo de sedimentos se originarán por la alteración de las pizarras?

Solución:

Arcillas y limos.

- 7** Indica las rocas que se forman por el metamorfismo de cada una de las rocas siguientes: pizarra, arenisca y caliza.

Solución:

Pizarra: esquistos; Arenisca: Cuarcita; Caliza: Mármol

- 8** ¿Qué tipo de placa se moverá más rápidamente, una con zonas de subducción u otra que no tenga? ¿Por qué?

Solución:

Donde haya zonas de subducción movimiento favorecido por el "tirón gravitacional" (recordar figura 5.5 del Tema 12).

- 9** ¿Cuál es la causa de que las dorsales oceánicas sean cordilleras dobles?

Solución:

Las dorsales oceánicas se hayan separadas por un rift-valley central

- 10** Algunas rocas ígneas tienen cristales visibles a simple vista y otras no. Explica la causa.

Solución:

Depende de las condiciones de cristalización: espacio, tiempo y reposo, especialmente de la primera. Así las rocas plutónicas que se han enfriado lentamente tienen cristales visibles a simple vista, mientras que en las rocas volcánicas, cuyo enfriamiento ha sido rápido raramente apreciamos cristales

NOTA: cuando se aprecian a simple vista suele tratarse de cristales que se encontraban inmersos en el magma .

- 11** a) ¿Por qué los magmas tienden a ascender hacia la superficie terrestre?

b) ¿Por qué los de composición ácida originan erupciones más violentas que los de composición básica?

Solución:

a) Por su elevada temperatura que les hace fluidos confiere una densidad muy baja y por su contenido en gases

b) La temperatura en los magmas ácidos es más baja que en los básicos (700-800°C frente a 1000-1200°C) por lo que su viscosidad es más elevada

- 12** ¿Qué tipo de datos hicieron reconsiderar en la década de 1960 la teoría de Wegener sobre la movilidad continental?

Solución:

a) La cartografía de los fondos oceánicos profundos que ponen en evidencia todo el sistema de dorsales, fosas y grandes fallas submarinas.

b) La presencia de lavas almohadilladas en los rift-valley que ponen en evidencia actividad magmática en esas zonas.

c) La edad de las rocas de los fondos oceánicos, más modernas en el centro de las dorsales y progresivamente más antiguas a medida que nos alejamos de estas, siendo la edad máxima de 180 m.a.

d) La distribución de dichas rocas según bandas paralelas simétricas a ambos lados de la dorsal.

e) El espesor de los sedimentos que disminuye desde los bordes continentales hacia la dorsal en relación directa con la edad

f) El estudio del magnetismo remanente en las rocas del fondo oceánico que pone en evidencia la existencia de un "cebrado magnético".

g) La distribución mundial de terremotos y volcanes.

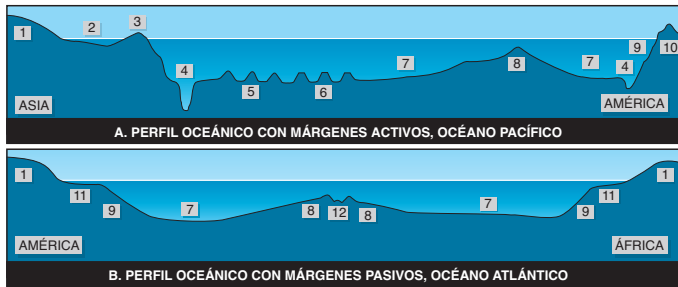
- 13** En la imagen siguiente deduce el tipo de falla e indica cuál es el labio levantado y cuál el hundido.



Solución:

Se trata de una falla inversa cuyo labio levantado (parcialmente plegado) se encuentra a la derecha del plano de falla.

- 14** Copia en tu cuaderno, a mayor tamaño, los perfiles adjuntos e indica el nombre de cada una de las partes o estructuras señaladas con un número.



Solución:

En ambos perfiles se han utilizado los mismos números para señalar estructuras similares.

Perfil A: 1. Continente; 2. Mar interior (cuenca tras-arco, es decir detrás del arco volcánico); 3. Arco volcánico; 4. Fosa; 5 y 6. Volcanes submarinos y guyots; 7. Fondo abisal (eventualmente llanura abisal); 8 dorsal Pacífica; 9. Talud continental de América del Sur; 10. Continente (cordillera costera).

Perfil B: 11. Plataforma continental; 12. Rift-valley

- 15** ¿Cómo explicarías la existencia de los grandes lagos africanos como Victoria o Tanganica en relación a la teoría de la Tectónica de Placas? Explica mediante palabras o dibujos cuál será la evolución de esta zona de seguir el proceso actual.

Solución:

a) Los grandes lagos africanos como Victoria y Tanganica ocupan las zonas más deprimidas originadas por la apertura del gran Rift africano.

b) Los dibujos deben tener algún parecido o referencia a la formación de una fosa tectónica (ver modelo en la figura 1.16F de este mismo tema).

- 16** ¿Por qué las rocas volcánicas procedentes de las zonas de subducción son más silíceas que los basaltos medio-oceánicos?

Solución:

Porque en la zona de subducción se produce la fusión parcial de las placas oceánica y continental que genera magmas intermedios.

- 17** ¿Cómo es posible que si los magmas aparecen en zonas localizadas de la corteza las rocas ígneas constituyan más del 80 % en volumen de la misma?

Solución:

Porque la corteza oceánica, que es la más extensa, se genera a partir del magmatismo de las dorsales que recorren todo el planeta. Recordar que en su estructura la corteza continental contiene gabros (rocas plutónicas) y basaltos (rocas volcánicas) (ver fig. 4.2 del Tema 12). En cuanto a la corteza continental, donde también predominan las rocas ígneas, va creciendo por la unión de fragmentos litosféricos generada por los choques entre placas; dichos fragmentos quedan unidos entre sí a modo de "parches" mediante suturas o bandas de rocas muy deformadas (sedimentarias y metamórficas) y de las rocas ígneas procedentes de la fusión generada en los choques.

- 18** Siendo equivalente en su composición mineralógica, el basalto es mucho más abundante que el gabbro en la superficie terrestre ¿Podrías explicar por qué?

Solución:

Aunque ambas rocas provienen de un mismo tipo de magma, la mayor abundancia en la superficie terrestre de basaltos frente a gabros se debe al hecho de que los basaltos son las rocas volcánicas y los gabros las plutónicas. Es decir, los primeros se forman por el enfriamiento rápido del magma en contacto con el agua marina o con la atmósfera; como quiera que este magma es muy fluido, sale fácilmente al exterior. Por eso es más abundante la roca volcánica que la plutónica.

- 19** a) Ordena de menor a mayor los tipos de metamorfismo por el área afectada.

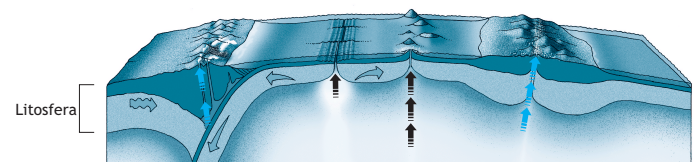
b) En consecuencia, ¿qué roca será más abundante, la pizarra o el mármol?

Solución:

a) Dinámico - Térmico o de contacto - Regional

b) La pizarra

- 20** En el siguiente diagrama indica:



a) Los nombres de las zonas en que aparecen los magmas (señaladas mediante flechas).

b) El tipo de magma en cada caso

c) Los tipos de rocas que se generarán en cada punto

Solución:

De izquierda a derecha encontramos:

- a. Zonas de subducción (choque entre placas continental-oceánica). Se generan magmas intermedios a partir de los cuales las rocas volcánicas más abundantes son andesitas y riolitas y las rocas plutónicas, granitos y dioritas.
- b. Dorsales oceánicas: donde se genera el mayor volumen de rocas magmáticas a partir de magmas básicos que generan basaltos (rocas volcánicas) y gabros (rocas plutónicas).
- c. Puntos calientes submarinos cuya dinámica es independiente de la dinámica litosférica. Se originan por magmas básicos cuya roca volcánica característica es el basalto.
- d. Puntos calientes en áreas continentales: idem a los anteriores.

21 Expresa la composición mineralógica de los siguientes tipos de rocas, e indica qué tipo de texturas y/o estructuras las caracterizan:

- a) Granito

b) Basalto

c) Mármol

d) Obsidiana

e) Pizarra

f) Sienita

Solución:

Para responder a esta cuestión es importante haber realizado previamente el reconocimiento de visu de dichas rocas (ver actividad de Reconocimiento de Visu en el Cua-

dermo de Investigaciones y Técnicas pg. 52) integrando la información teórica suministrada por el texto y las Tablas II y III del tema, con cierta información complementaria suministrada a criterio del profesorado que puede obtener de la clasificación de Nockolds adjunta así como de las descripciones de rocas que se acompañan.

- a) Granito: cuarzo, feldespato y silicatos ferromagnesianos (Mica de tipo Biotita). Puede presentar varias texturas: granuda, aplítica y porfídica (visible a simple vista).
Nota: En granitos alcalinos es posible diferenciar de visu la existencia de plagioclasas (de color blanco frente al feldespato potásico que se presenta de color rosado)

b) Basalto: Feldespato y silicatos ferromagnesianos (Plagioclasas, Piroxenos, Anfíboles, Olivino). Su textura característica es la porfídica (visible con el microscopio).

c) Mármol : Calcita. Textura sin orientación preferente en los mármoles puros. Este tipo de textura recibe el nombre de “granoblástica”

d) Obsidiana : Vidrio volcánico (composición silíceo). Textura vítrea

e) Pizarra: Cuarzo, Feldespato y Micas. Textura: foliada (Pizarrosa)

f) Sienita: Puede contener una pequeña cantidad de cuarzo y el resto son feldespatos y silicatos ferromagnesiano (plagioclasas, piroxenos, micas). Textura: granuda.

Clasificación simplificada de Nockolds de las rocas plutónicas y volcánicas

Volcánica <i>Plutónica</i>	Feldespato potásico esencial (y/o albita) >90 %	Feldespato potásico y plagioclasa esenciales				Feldespato (total) no esencial <10 %
		FK > 60 %	60 % > FK > 40 %	40 % > FK > 10 %	FK < 10 %	
Cuarzo >10 %	Riolita alcalina <i>Granito alcalino</i>	Riolita calcoalcalina <i>Granito calcoalcalino</i>		Riodacita <i>Granodiorita</i>	Dacita <i>Tonalita</i>	
	Traquita alcalina <i>Sienita alcalina</i>	Traquita calcoalcalina <i>Sienita calcoalcalina</i>			Basalto <i>Gabro</i> Andesita <i>Diorita</i>	<i>Peridotita</i>
Feldespatoides >10 %	<i>Sienita nefelítica</i>				Tefrita	<i>Rocas ultra-alcalinas</i>

DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES TIPOS DE ROCAS PLUTÓNICAS

GRANITO:

Mineralogía fundamental: Cuarzo, feldespato potásico (generalmente ortosa o microclina), plagioclasa y biotita.

Mineralogía accesoria: moscovita, turmalina, apatito, etc.

GRANODIORITA

Mineralogía fundamental: Plagioclasas y biotita.

Mineralogía subordinada: Anfíbol (hornblenda), feldespato potásico, cuarzo, piroxeno y moscovita.

Mineralogía accesoria: moscovita, turmalina, apatito, etc.

SIENITA

Mineralogía fundamental: Feldespato potásico, plagioclasas y anfíbol.

Mineralogía subordinada: Cuarzo o feldespatoideos.

Mineralogía accesoria: Piroxenos, biotita, etc.

DIORITA

Mineralogía fundamental: Plagioclasas y anfíbol.

Mineralogía subordinada: Cuarzo, feldespato potásico, piroxenos y biotita.

Mineralogía accesoria: apatito, circón, etc.

GABRO

Mineralogía fundamental: Plagioclasas y piroxenos.

Mineralogía subordinada: feldespato alcalino.

Mineralogía accesoria: Anfíboles, olivino, feldespatoideos y biotita.

22 *Identifica las morfologías o estructuras siguientes indicando su origen en cada caso.*

Solución:

a) Conos de escorias.

b) Filón

23 a) *¿Qué aspectos de los aportados por Wegener en la teoría de la movilidad continental se recogen en la teoría de la Tectónica de Placas?*

b) *¿Los citados aspectos constituyen hechos observables o hipótesis?*

c) *¿En qué se diferencian las dos teorías básicamente?*

d) *¿Cómo es posible que existan dos teorías diferentes para explicar el mismo tipo de fenómenos?*

Solución:

La mayoría de los estudiantes tienen dificultades para contestar esta pregunta a través de la que se pretende evaluar su capacidad de análisis, de síntesis y relación entre distintas teorías científicas para explicar un mismo hecho. De forma sintética lo que deben reflejar es:

a) La Tectónica de Placas incorpora todas las pruebas o hechos de observación de la Teoría de la Movilidad Continental (ver pgs. 250-251 del texto).

b) Los hechos o datos de observación citados en el texto en los que Wegener basa su teoría son de diversos tipos: geográficas, petrológicas, estructurales, estratigráficas, paleoclimáticas, geodésicas, paleontológi-

cas, biogeográficas e isostáticas. La hipótesis de Wegener de que los continentes estuvieron unidos en el pasado en un gran supercontinente o Pangea es igualmente válida, sin embargo no supo explicar cual era el motor que movía los bloques continentales lo que por otra parte era normal en su época ya que no se conocían fuerzas capaces de realizar tales desplazamientos (recordar que procesos como la radiactividad que contribuyen a explicar el calor interno terrestre, estaban siendo investigados en aquellos días por Pierre y Marie Curie)

c) Son dos teorías movilizadas diferentes. La Tectónica de Placas incorpora muchos más datos de observación que los conocidos por Wegener y explica el origen de las dorsales submarinas (1) y la dinámica global de origen interno (orógenos, volcanes, terremotos, etc) y cómo ésta influye en la dinámica de origen externo. Destacar sin embargo que aunque la Teoría de la Tectónica de Placas ha tenido confirmación por diversos métodos, el motor que mueve las placas aún no ha sido confirmado.

(1): aunque la cartografía más detallada de los fondos marinos se realiza en la década de 1950 por los geólogos marinos americanos Bruce Heezen y colaboradores, la existencia de la dorsal mesoatlántica se conocía ya en la época de Wegener. De hecho la había descubierto la expedición del Challenger inglés en 1872, buscando donde poder poner cables submarinos transcontinentales y su existencia fue confirmada por los primeros aparatos sonar en 1925.

d) Algunos alumnos tienen dificultades para comprender este hecho ya que, en contra de lo que ellos creen, la

observación -y en consecuencia las inferencias que de ella se derivan- no es un hecho objetivo si no que está cargada de conceptos teóricos previos. Y este sustrato teórico cambia en el tiempo, por lo cual la observación es también relativa al tiempo (en que se formó la base teórica y empírica del observador), o sea está cargada también de historia

24 Describe y clasifica la roca de la fotografía según los criterios que conozcas

Solución:

La presencia de cristales desarrollados, de gran tamaño (ver escala), nos indica que estamos ante una roca plutónica con minerales claros y oscuros, predominando los primeros. El hábito, el color y el tamaño de los cristales claros (entre 2 y 6 cm) son característicos de la ortosa (puede que en la roca haya plagioclasas y cuarzo, pero en la fotografía no son evidentes). Los oscuros, entre 1 y 4 mm, podrían ser micas (biotita), piroxenos o anfíboles. Con estos datos los estudiantes pueden llegar a la conclusión de que estamos ante una sienita con **textura porfídica**.

25 Perteneces a un equipo de investigación que asesora a la policía científica, y para resolver un caso debes determinar la naturaleza de unos diminutos fragmentos de roca encajados en la suela de las botas de varios sospechosos. Para ello has realizado un estudio al microscopio obteniendo los resultados que se muestran a continuación. Sabiendo que el lugar donde se ha cometido el delito es una zona volcánica donde abundan los basaltos, determina la roca y el grupo al que pertenece cada una de las muestras para localizar al presunto culpable y descartar a las personas que no están implicadas.

- Roca formada por cristalillos laminares débilmente recristalizados de moscovita y cuarzo. Tiene textura propia de una roca de origen Probablemente es una
- Roca formada por granos de cuarzo (blancos), feldspatos (grises) y micas (coloreados). Tiene textura propia de una roca de origen Probablemente es un
- Roca que muestra microcristales flotando en una pasta vítrea. Tiene textura propia de una roca de origen Probablemente es un

Solución:

- Orientada (laminar con cristales pequeños= pizarrosa)/ metamórfico/pizarra (inocente).
- granuda / plutónica/granito (inocente).
- porfídica-vítrea /volcánico/ riolita (como no se da la composición pueden decir cualquier tipo de roca volcánica como basalto, etc) (culpable).

C. ACTIVIDADES DE LOS DOCUMENTOS

1. Los volcanes nos enfrían

Con este documento pretendemos incidir, en un aspecto de la Geología Ambiental como es la relación sistémica entre los subsistemas terrestres, -en este caso geosfera-atmósfera- y sus consecuencias para la sociedad.

- Explica la relación entre las grandes erupciones explosivas, la pérdida de las cosechas y las hambrunas citadas en el texto.
- ¿Cómo es posible que los efectos de las erupciones del Laki, del Krakatoa o del Pinatubo se detecten en lugares tan lejanos del punto de origen y con tanta diferencia de tiempo?

Cuestiones:

1. Los estudiantes relacionan fácilmente la producción de grandes cantidades de piroclastos, procedentes de erupciones muy explosivas, con el oscurecimiento del cielo y la consiguiente disminución de la llegada a la superficie terrestre de una importante cantidad de radiación solar (ver fig. 2, Tema 14). A menor radiación solar, disminuirá el calor (descenderán las temperaturas) y la cantidad de luz. Ambos factores actuarán en detrimento de la actividad fotosintética de las plantas, hecho directamente relacionado con la pérdida de las cosechas y, como consecuencia con las hambrunas.

Los estudiantes de este nivel desconocen la incidencia de los gases y aerosoles volcánicos sobre el clima debido a su dispersión y permanencia en la troposfera y estratosfera, donde su vida media es superior a 10 meses. Por ejemplo el SO₂ al reaccionar con el vapor de agua, además de la lluvia ácida, produce disminuciones notables de temperatura.

2. Los productos volcánicos que alcanzan la atmósfera se dispersan -merced a la circulación general de la atmósfera- por toda la Tierra. Este proceso lleva un tiempo y por tanto sus efectos sobre el clima no son inmediatos.

PROCESOS GEOLÓGICOS EXTERNOS

15

1. INTRODUCCIÓN

El tema comienza con una introducción a los agentes y procesos geológicos externos así como a los factores que determinan el relieve. A continuación se presenta la meteorización de las rocas en forma de tablas acompañadas de numerosas imágenes, presentación que nos parece favorece el aprendizaje de estos conceptos relativamente áridos. Como consecuencia inmediata de la meteorización se introduce la formación del suelo y se explican los problemas relacionados con su conservación.

Al introducir el apartado 4, puede ser un buen momento para recordar al alumnado que la distribución de tierras y mares a escala planetaria es consecuencia de la Tectónica de Placas, y que dicha distribución ejerce una poderosa influencia en los climas terrestres y, por tanto, en la dinámica de los agentes geológicos externos. Este hecho puede ejemplificarse mediante algunas relaciones muy evidentes como son :

a) Algunos sistemas morfoclimáticos como los glaciares de montaña se desarrollan en las montañas elevadas (cordilleras originadas por procesos litosféricos).

b) El sistema de las aguas encauzadas también está controlado tectónicamente por cuanto la relación entre la distancia y la diferencia de altura que debe salvar un río hasta llegar al mar, condiciona su dinámica y morfología. Sin olvidar la repercusión en toda la cuenca hidrográfica de los cambios en nivel de base de los ríos, o las relaciones entre el tipo de margen continental y la dinámica litoral (incluido el tipo de desembocadura de los ríos)

c) El tipo de márgenes continentales (activos o pasivos) condicionan la dinámica litoral

d) El desarrollo de cuencas sedimentarias (continentales y marinas) y el tipo de rocas que en ellas se depositan.

2. TEMPORALIZACIÓN

7 sesiones de clase más una de evaluación.

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Establecer relaciones entre los agentes geológicos externos, los procesos que realizan y los productos de su actividad.
2. Relacionar los conceptos de meteorización física y química e identificar su acción en algunos paisajes terrestres.
3. Reconocer la importancia del agua en los procesos geológicos externos.
4. Explicar qué es un suelo y cómo se forma.
5. Valorar la importancia del suelo y su fragilidad.
6. Explicar las formas de erosión, transporte y sedimentación propias de cada agente de la dinámica externa.
7. Identificar en un paisaje las principales formas del relieve y los agentes que lo han causado.
8. Relacionar los productos de la erosión con los diferentes tipos de sedimentos a que dan lugar, y éstos con las rocas sedimentarias.
9. Comprender que cada tipo de ambiente o medio sedimentario imprime en las rocas una serie de características propias.
10. Explicar las principales transformaciones que sufre un sedimento hasta convertirse en roca sedimentaria.
11. Conocer los tipos básicos de rocas sedimentarias y sus aplicaciones.
12. Identificar de visu los tipos más comunes de rocas sedimentarias
13. Interpretar el ambiente de formación de algún ejemplar de roca sedimentaria a partir del tipo de sedimento que la forma, su contenido fósil, etc .

4. CONTENIDOS CONCEPTUALES

1. *El modelado del relieve: procesos y agentes de la geodinámica externa.*
2. *Alteración de las rocas y meteorización.*
3. *Formación del suelo. La importancia de su conservación.*
4. *Dinámica de los agentes geológicos externos: Sistemas morfoclimáticos, Influencia de las rocas en el relieve y Sistema litoral y costero.*
5. *Ambientes y procesos sedimentarios.*
6. *Las rocas sedimentarias. Reconocimiento de las más representativas (*)*

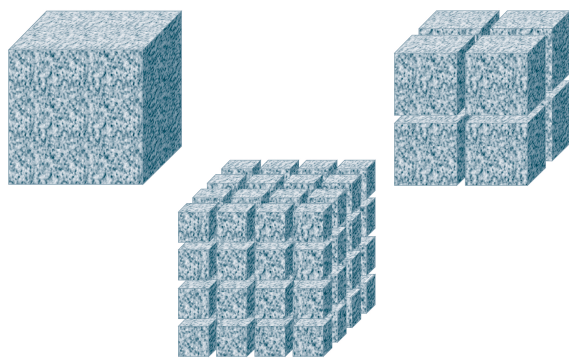
5. SOLUCIONES Y COMENTARIOS

A. ACTIVIDADES VINCULADAS AL TEXTO

2 Procesos estáticos: meteorización

Actividades pág. 278

A Dibuja o modela, mediante plastilina u otro material, un cubo cuyas aristas midan 8 cm., y calcula el aumento de superficie que sufriría si lo dividiéramos: a) en 8 cubos iguales; b) si cada uno de los cubos anteriores fuera dividido en otros 8 siguiendo una pauta como la de la figura adjunta. ¿Qué consecuencia sacas en relación con la meteorización física de las rocas?



B Atendiendo a los procesos explicados en las Tablas I y II, identifica el proceso que ha originado cada una de las imágenes de la página siguiente:

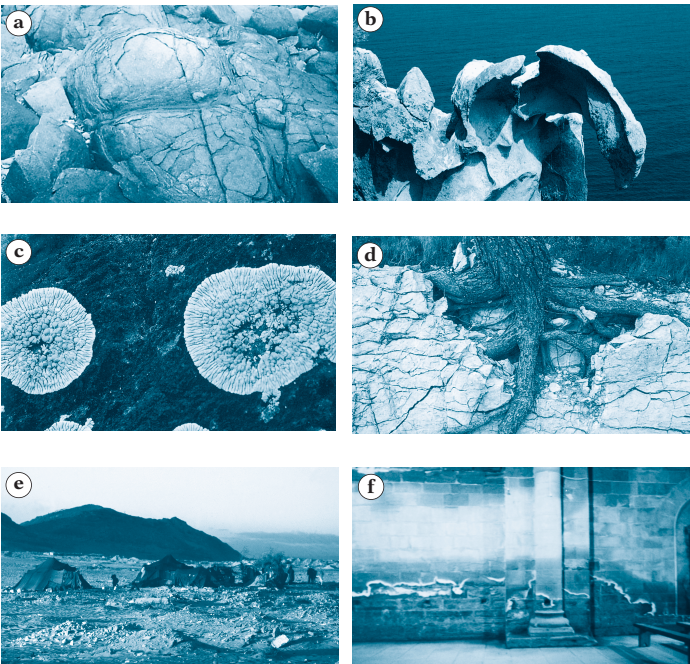


Tabla I. Meteorización mecánica.

TIPOS	PROCESOS	EFFECTOS
Descompresión	Descenso de presión en las rocas por erosión de las rocas superiores o laterales.	Expansión que produce fracturas: laminamiento y diaclasas.
Termoclastia	Sucesivos ciclos de calentamiento y enfriamiento producen dilataciones y contracciones de las redes cristalinas	Disgregación de minerales y rocas como en los desiertos, donde las oscilaciones de temperatura varían hasta 40 °C del día a la noche
Crioclastia o gelifracción	Aumento del volumen del agua, que al helarse en los poros y grietas hace efecto de cuña	Rotura de las rocas en ambientes periglaciares, que origina relieves agudos (crestas y picos) y acumulación de canchales o pedreras de cantos angulosos
Haloclastia	Ensanchamiento de grietas y fisuras por cristalización de sales (halita y yeso)	Rotura y disgregación de las rocas como en las costas y partes bajas de los monumentos por ascenso capilar de aguas freáticas
Biofísica	Las raíces de las plantas y animales excavadores amplían las grietas y diaclasas de las rocas	Favorece el desarrollo de los suelos

Tabla II. Meteorización química.

TIPOS	PROCESOS	EFFECTOS
Oxidación	El oxígeno atmosférico disuelto en agua favorece la oxidación de elementos como el hierro de un posible estado de oxidación	$Fe^{+2} \rightarrow Fe^{+3}$ formando: hematitas (suelos rojos) y limonita (suelos amarillentos)
Disolución	El agua disuelve las rocas formadas por precipitación química, como carbonatos (calizas), sulfatos (yesos) y haluros (sales)	Desgaste, acanaladuras y cuevas
Carbonatación	El CO_2 disuelto en las aguas les confiere un carácter ácido que aumenta su poder de disolución sobre rocas calizas formando bicarbonato soluble	Acanaladuras (lapiaces) Simas y cuevas
Hidratación	Incorporación de moléculas de agua a la estructura de los minerales	Hinchamiento por cambio de volumen como en arcillas expansivas
Hidrólisis	El agua disociada en iones H^+ y OH^- provoca la ruptura de las redes cristalinas de los silicatos (feldespatos, micas, etc.)	Origen de los minerales de la arcilla, xidos metálicos y silice. Más activa en climas tropicales, originando importantes depósitos de aluminio explotable (lateritas)
Bioquímica	Los seres vivos (bacterias, hongos, etc.) fijados sobre las rocas, mediante procesos de respiración y fotosíntesis, absorben humedad y desprenden O_2 y CO_2	Descomposición de la roca subyacente que favorece el desarrollo de los suelos

Soluciones:

A Un porcentaje significativo de estudiantes no comprende, a primera vista, que la fragmentación de un objeto implica un aumento de su superficie, aunque no de volumen, por lo que es interesante demostrárselo prácticamente rompiendo una tiza y pidiéndoles que observen el resultado.

Solución:

- El punto A: 70% de arena, 20% de limo y 10% de arcilla
- El punto B: 10% de arena, 30% de limo y 60% de arcilla.

4 Dinámica de los agentes geológicos externos

Actividades pág. 282

¿Por qué en alta montaña y antiguas zonas glaciares es frecuente encontrar lagos glaciares como el de la figura?



Solución:

Se trata de antiguos circos glaciares sobreexcavados por el hielo.

Actividades pág. 285

- A** ¿Qué acciones, y qué tipo de aluviones, predominan en cada tramo fluvial?
- B** ¿Por qué las terrazas fluviales se conservan mejor en el curso medio que en otros tramos del río?
- C** ¿Qué procesos pueden originar oscilaciones en el nivel del mar respecto al continente influyendo en las variaciones del nivel de base de los ríos?

Soluciones:

A

Tramo	Acción geológica predominante	Tipo de aluviones
Curso alto	Erosión de fondo	Cantos rodados
Curso medio	Transporte y erosión lateral	Arenas
Curso bajo	Sedimentación	Arcillas y limos

B Porque es en el que más se desarrollan. En el curso alto apenas tienen desarrollo lateral (valles angostos) y en el curso bajo apenas tienen desarrollo vertical (poca pendiente).

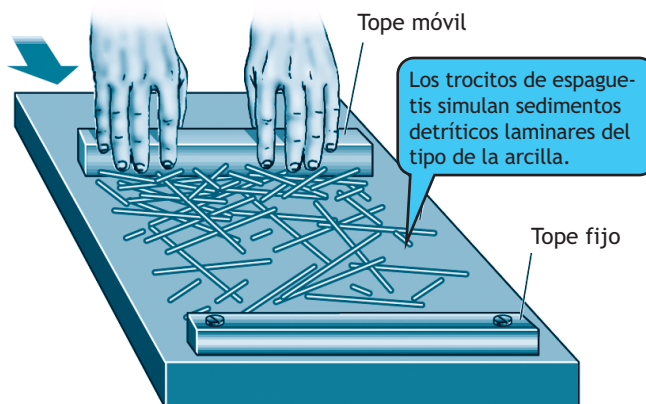
C Los procesos pueden ser de dos tipos:

1. Elevación o subsidencia del bloque continental por fenómenos de isostasia, (movimientos epirogénicos) siendo el nivel del mar constante.
2. Movimientos eustáticos (variaciones del nivel del mar debidas a cambios climáticos) permaneciendo constante el bloque continental.

7 Formación de rocas sedimentarias

Actividades pág. 293

Observa mediante la siguiente simulación (en que los topes pueden ser libros o cualquier otro objeto rígido), el tipo de cambios físicos que se producen a medida que aumenta la presión en un sedimento que se acumula en el fondo de una cuenca. Expresa los cambios observados mediante una terminología geológica adecuada.



Solución:

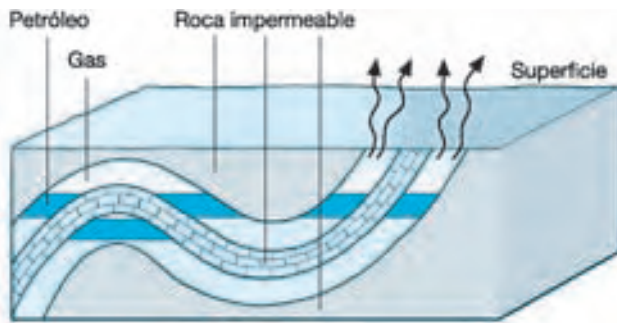
Aunque se trata de una respuesta abierta, es posible que los estudiantes formulen observaciones relacionadas con la reordenación de los materiales que adquieren una orientación o laminación paralela entre sí orientando sus ejes perpendicularmente a la dirección del campo de esfuerzos; asimismo los materiales se compactan, ocupando menos espacio o volumen.

8 Clasificación de las rocas sedimentarias

Actividades pág. 296

Siguiendo el esquema de la figura anterior, dibuja un sinclinal e indica si es una estructura adecuada para constituir una trampa petrolífera y por qué.

Soluciones:



Al ser el sinclinal una estructura abierta, el petróleo y el gas que son fluidos escapan hacia la superficie.

B. ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

1 *Explica la relación entre sedimento y roca sedimentaria.*

Solución:

- Sedimento: Conjunto constituido por la reunión de partículas más o menos gruesas o de materias precipitadas, que han sufrido separadamente un cierto transporte. Pueden provenir de rocas anteriores o resultar de una actividad orgánica (p.e. acumulación de conchas). Suelen ser depósitos recientes, aún embebidos en agua.
- Roca sedimentaria: Después del depósito, un sedimento que experimenta una diagénesis, llega a convertirse en roca sedimentaria

2 *¿Por qué el agua es un factor tan importante en la meteorización de las rocas?*

Solución:

El agua puede llevar a cabo diversos procesos de meteorización física (crioclastia) y química: servir de vehículo al oxígeno en los procesos de oxidación, así como disolver, hidratar, hidrolizar y disolver CO_2 favoreciendo los proce-

sos de carbonatación. Por otra parte favorece el desarrollo de los seres vivos que a su vez son tanto agentes de la meteorización física como química.

3 *¿Qué función tiene la gravedad en la erosión?*

Solución:

La gravedad, siempre presente en la Tierra, es la responsable -en última instancia- del transporte de los sedimentos fragmentos procedentes de la alteración de las rocas (denudación del terreno) desde las zonas topográficamente más elevadas a las más deprimidas (cuencas sedimentarias). Este transporte puede ser llevado a cabo por los agentes de la dinámica externa (ríos, glaciares, viento, etc).

Los movimientos de origen gravitatorio son especialmente evidentes en las laderas, donde alcanzan su máximo desarrollo en relación directa con el aumento de la pendiente (en interacción con otros factores como litología, estructura tectónica y vegetación), produciendo la inestabilidad del terreno por mecanismos de reptación, flujo, deslizamientos y desprendimientos.

4 *El calor acelera las reacciones químicas ¿Por qué entonces éstas actúan de forma tan lenta en los desiertos cálidos?*

Solución:

Porque el ambiente es muy seco y, en ausencia de agua, las reacciones químicas son prácticamente inexistentes.

5 *En las zonas montañosas, ¿En qué zonas predominará la meteorización física y en cuáles la meteorización química? ¿Por qué?*

Solución:

En las zonas más altas (periglaciares) y caras orientadas al norte, el agua que se hiela favorece la crioclastia, mientras que el agua líquida (procedente del deshielo, lluvia, etc) realizará diversas acciones químicas (ver actividad 2)

6 *a) ¿Qué procesos erosivos son los más activos en un glaciar?*

b) ¿Cuáles son las formas de transporte?

c) Describe los componentes de un glaciar de valle.

Solución:

a) La acción erosiva del hielo en los glaciares produce la excavación de circos y valles en U.

Otra acción que puede ser explicada es la abrasión (desgaste de los fragmentos de rocas transportados y del

sustrato rocosos por el roce entre ambos).

b) Los materiales transportados son las morrenas (nombre que se utiliza igualmente para los materiales una vez sedimentados) y según su localización en el glaciar se distinguen diversos tipos: laterales, centrales, de fondo y frontal.

c) Las principales formas del relieve de un glaciar de valle son: el circo glaciar y el valle con perfil transversal en U. Otras formas que pueden apreciarse en las fotografías y dibujos del tema son los picos de aspecto piramidal o horn y los lagos o ibones.

7 a) *El viento es un agente activo en las zonas desérticas y no en las templadas. Argumenta por qué.*

b) *A qué se debe la presencia de dunas en muchas áreas costeras de España?*

Solución:

a) Porque en las regiones desérticas, muy secas, la falta de humedad y de vegetación favorece que los materiales se encuentran sueltos y pueden ser fácilmente transportados por el viento en función de la energía de éste.

b) La presencia de vientos constantes en la costa y la arena disponible de las playas.

NOTA: Más allá de la respuesta anterior esta es una pregunta compleja dado que las dunas costeras, aunque con una morfología similar a las dunas de las regiones desérticas, tienen un origen diferente y mucho más complejo. En primer lugar la cercanía al mar implica la presencia de humedad permanente; por otra parte, estas dunas forman parte del equilibrio anual en la dinámica y geomorfología costera. Así en invierno el viento transporta la arena hacia el mar donde ésta es arrastrada hacia el fondo (hecho muy notable en algunas playas que se quedan prácticamente sin arena); en primavera y verano ocurre el fenómeno inverso y el mar devuelve la arena a la playa de donde el viento la transporta hasta las dunas. En las costas españolas se pueden encontrar dunas generadas por esta dinámica desde las playas situadas más al sur como la de Maspalomas (Canarias) hasta las más al norte como las de Liendres (Cantabria).

8 *Relaciona el tipo de sedimentos de la columna 1 con el tipo de rocas que originan (columna 2).*

• Sedimentos detríticos

• Iones en solución

• Sedimentos orgánicos

• Gas natural

• Yeso

• Arcilla

• Caliza

Solución:

Sedimentos detríticos: arcilla

Iones en disolución (tras precipitar): yeso y caliza

Sedimentos orgánicos (por procesos de descomposición como fermentaciones, etc): gas natural

NOTA: En sentido estricto también puede haber calizas de origen detrítico (como calcarenita, etc) , sin embargo éstas no se estudian en este curso.

9 *¿Conoces algún ejemplo de meteorización biológica? Explica cómo se produce.*

Solución:

Los seres vivos pueden realizar tanto meteorización física como química. Ejemplo del primer caso son las raíces de las plantas y los animales excavadores que amplían las diaclasas y grietas de las rocas. Ejemplos de meteorización bioquímica son los producidos por bacterias, hongos, etc. fijados sobre las rocas que mediante respiración y fotosíntesis absorben humedad y desprenden O_2 y CO_2 descomponiendo la roca subyacente. Ambos tipos favorecen el desarrollo de los suelos.

10 *¿El suelo es una capa dinámica? ¿Por qué?*

Solución:

Sí porque evoluciona constantemente desarrollando sus horizontes, adquiriendo mayor madurez, o por el contrario se degrada rápidamente.

11 *¿Qué diferencias hay entre coluvión y aluvión? ¿Cómo es el transporte en cada caso? ¿Sobre cuál de ellos es más factible el desarrollo de un suelo? ¿Por qué?*

Solución:

Coluvión: depósito de ladera, que han sufrido escaso transporte, esencialmente por deslizamiento.

Aluvión: sedimentos de origen fluvial característicos de los tramos medio y bajo (llanura de inundación), lo que significa que su transporte ha sido largo. Sus tamaños son variables: cantos, arenas, limos y arcillas. Los suelos se desarrollarán mejor sobre los sedimentos de grano más fino: arenas, limos y arcillas siempre que la mezcla sea adecuada (suelos muy arenosos serán demasiado porosos y no retendrán el agua, al contrario de los suelos arcillosos que si no drenan, se encharcarán).

- 12** *¿Se podría afirmar que la energía solar es, junto con la gravedad, la responsable de la acción erosiva de un glaciar? Justifica tu respuesta.*

Solución:

La energía solar es la responsable del ciclo del agua y por tanto del tipo de precipitaciones. En las zonas de alta montaña y altas latitudes se forman los glaciares con sus formas ya estudiadas. La gravedad está siempre presente en los procesos terrestres (precipitaciones, descenso de la lengua hacia cotas más bajas, etc.

- 13** *Relaciona el ciclo del agua con los procesos de la dinámica externa del planeta (erosión, transporte y sedimentación).*

Solución:

Los estudiantes deberían ser capaces de relacionar el ciclo del agua con los procesos de la dinámica externa, a pesar de que dichos aspectos no constituyan contenidos específicos de este curso.

Las precipitaciones (agua, nieve) aportan (siempre en presencia de gravedad terrestre), el agua que dará origen a los agentes de la dinámica externa (aguas salvajes, ríos, glaciares, mares, etc.). Parte de estas aguas correrán por encima del terreno (escorrentía superficial), parte se infiltrará (dando origen al agua del suelo y las aguas subterráneas) y parte será interceptada por la vegetación.

- Estas aguas son las causantes de:

- la meteorización físico-química de las rocas que da como resultado:
 - la modificación de la geometría de las formas rocosas
 - la formación de regolitos
 - la puesta de iones en solución
 - el desarrollo de los suelos
- la erosión o denudación del terreno como consecuencia del transporte de los productos de la meteorización.
- el depósito de dichos productos en las cuencas de

sedimentación.

- Por evaporación y transpiración desde mares, ríos, plantas, etc, el agua vuelve a la atmósfera.

- 14** *¿Qué formas de alteración dominan en los paisajes cársicos? ¿Son estas zonas aptas para el desarrollo de los suelos? ¿Por qué?*

Solución:

La forma de alteración característica de las zonas cársicas es la carbonatación, que comienza por la disolución causada por el agua de lluvia enriquecida en CO₂ cuya acción se ve favorecida por la presencia de grietas y diaclasas. Estas zonas no son aptas para el desarrollo de suelos porque existe una elevada infiltración y por tanto la superficie es bastante árida.

- 15** a) *Estalactitas y estalagmitas crecen, en longitud, a velocidad variable según las condiciones de cada cueva. Tomando como término medio 2 cm cada 100 años ¿Cuánto tiempo habrá tardado en formarse una estalactita de 6 m? ¿Y una de 10 m? ¿Y una columna de 8 m?*

- b) *¿Qué sucederá si, al visitar una cueva, retiras con el dedo la gota de agua que escurre del extremo de una estalactita? ¿Y si le arrancas un trozo?*

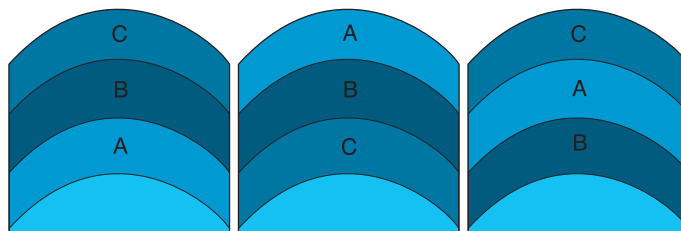
Solución:

- a) Suponiendo dicha velocidad constante, 6m tardarían en formarse 30.000 años; 10 m tardarían 50.000 años y una columna de 8m dependería de la altura que tomara la estalagmita correspondiente.

- b) Se interrumpirá el proceso; una pérdida irreparable

- 16** *De las siguientes secuencias de rocas, indica cuáles tienen el orden adecuado para constituir un yacimiento de petróleo.*

A = Roca madre
B = Roca almacén
C = Roca impermeable



Solución:

La secuencia correcta de abajo a arriba es: ROCA MADRE - ROCA ALMACÉN - ROCA IMPERMEABLE (cobertura) es decir la del primer esquema.

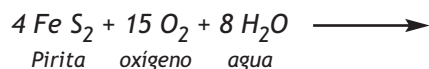
17 ¿Cómo es posible que encontremos esqueletos de coral a una profundidad de 1400 m si el coral no vive a profundidades superiores a 200 m?

Solución:

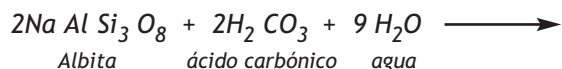
Porque las plataformas continentales, donde viven los corales, forman parte de cuencas sedimentarias marinas sometidas a procesos de subsidencia.

18 Resuelve las siguientes reacciones pertenecientes a procesos de meteorización química comunes en la superficie terrestre. Indica en cada caso el nombre de los productos resultantes.

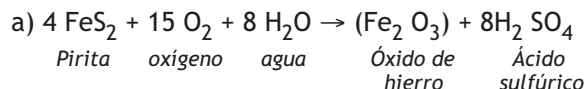
a) Oxidación de una piritita y formación de óxido de hierro y ácido sulfúrico (causante del drenaje ácido de las mismas).



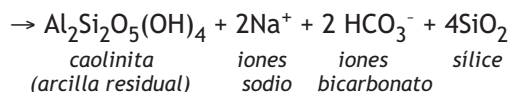
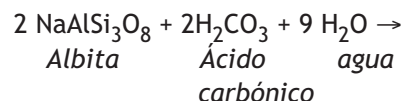
b) Disolución de una plagioclasa sódica con la concurrencia del ácido carbónico (hidrólisis) y formación de un mineral de la arcilla (caolinita).



Solución:



b) Esta reacción es idéntica a la explicada en el texto para la hidrólisis de la ortosa (feldespato potásico), con la única diferencia de que la albita es una plagioclasea que tiene sodio en vez de potasio.



en solución

HISTORIA DE LA TIERRA Y RIESGOS GEOLÓGICOS

16

1. INTRODUCCIÓN

En este último tema se estudian diversas cuestiones relacionadas con el tiempo en Geología, necesarias para comprender en el fundamento de los métodos de interpretación geológica necesarios para comprender el pasado de la Tierra que a su vez nos sirven para predecir su evolución futura. A continuación se hace un breve recorrido por los grandes hitos de la historia terrestre y su relación con los procesos de la dinámica interna y externa del planeta, poniendo en evidencia la relación entre el proceso de evolución de la vida y los cambios ambientales de uno u otro signo acaecidos a lo largo de la Historia de la Tierra (el documento final del tema constituye un ejemplo más desarrollado de la relación entre la Tectónica de Placas y la evolución de algunos grupos de mamíferos).

Como consecuencia de la aparición de los seres humanos en el planeta y de nuestras interacciones con los procesos naturales se producen riesgos para la propia humanidad y asimismo nos convertimos en agentes de cambio de la corteza terrestre. Entre los principales tipos de riesgos destacan aquellos que tienen su origen en procesos internos del planeta (volcanes y terremotos), cuyos efectos devastadores pueden mitigarse mediante un conocimiento adecuado del cómo, dónde y cuándo pueden producirse, cuestiones en las que un conocimiento detallado de la Teoría de la Tectónica de Placas es imprescindible. Por último se hace un recorrido por las principales actividades de origen humano que modifican el equilibrio terrestre.

2. TEMPORALIZACIÓN

6 sesiones de clase más una de evaluación.

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar procesos geológicos graduales y catastróficos y relacionarlos con distintos tipos de cambios ambientales en la historia de la Tierra.
2. Entender los conceptos de datación absoluta y relativa aplicados a materiales o procesos geológicos.
3. Interpretar cortes geológicos sencillos.
4. Utilizar satisfactoriamente algunos principios de interpretación geológica para resolución de problemas sencillos.
5. Conocer los criterios de división del tiempo geológico.
6. Relacionar los procesos de formación del planeta estudiados en el Tema 13 con los procesos de la Tierra durante el Arcaico.
7. Describir los principales acontecimientos geológicos y biológicos de cada era (Fanerozoico).
8. Relacionar el dinamismo del planeta y la duración de los tiempos geológicos con la Evolución y distribución de los seres vivos.
9. Valorar la importancia de los fósiles para el conocimiento de la evolución de la vida, para datar las rocas que los contienen así como para reconstruir el medio ambiente en el que se formaron las rocas que los contienen.
10. Comprender el concepto de riesgo geológico y analizar las relaciones existentes entre las actividades humanas y los procesos naturales para que estos se constituyan en riesgos geológicos.
11. Conocer los principales riesgos que tienen su origen en la dinámica interna o externa de la Tierra.
12. Conocer los principales cambios en la corteza terrestre provocados por las actividades humanas.

4. CONTENIDOS CONCEPTUALES

1. *Procedimientos que permiten la datación y reconstrucción del pasado terrestre. El tiempo geológico. Principios de interpretación de cronología relativa y absoluta.*
2. *Grandes hitos en la Historia de la Tierra: cambios climáticos, tectónicos y biológicos que permiten la elaboración del gran Geocalendario de los tiempos geológicos.*
3. *Identificación de algunos fósiles característicos.*
4. *Riesgos geológicos. Predicción y prevención.*
5. *Cambios en la corteza terrestre provocados por la acción humana.*

5. SOLUCIONES Y COMENTARIOS

A. ACTIVIDADES VINCULADAS AL TEXTO

1 El tiempo geológico

Actividades pág. 303

Es una actividad que motiva a los estudiantes y que generalmente resuelven sin problema. Su interés radica, además de la motivación en que:

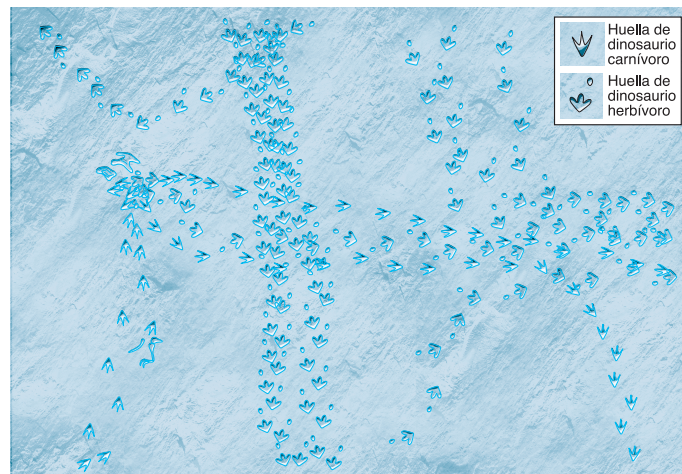
- Permite comprender de forma significativa el principio del Actualismo.
- Introduce de una forma muy sencilla la interpretación de fenómenos por cronología relativa (en este caso se trata de hechos separados en el tiempo por un intervalo indeterminado, pero desde luego no muy largo).
- Como consecuencia de lo anterior, prepara la comprensión de otro de los grandes principios de interpretación geológica, el de la Sucesión de acontecimientos, que si bien se enuncia en el tema 9 y se trabaja aplicado a los cortes geológicos, puede adelantarse en este momento.
- Muestra la diferencia entre hechos e hipótesis, en la medida que ante las mismas huellas (hechos) surgirán diversas hipótesis interpretativas en la clase.

A En la superficie de una rocas (fig. 1.3) hemos encontrado unas sospechosas marcas probablemente dejadas por dinosaurios, hace 100 m.a. al desplazarse sobre sedimentos blandos posteriormente petrificados. Las marcas, parecidas a pisadas de aves, se interpretan como huellas de dinosaurios carnívoros, bípedos, del tipo *Tiranosaurus Rex*. Las improntas redondeadas pertenecerían a dinosaurios herbívoros, cuadrúpedos, del tipo *Iguanodon*: las más grandes a las patas traseras, y las pequeñas a las delanteras. Por otra parte, el estudio de los distintos tipos de marcha de los vertebrados actuales nos permite suponer que las huellas poco marcadas y próximas indican marcha pausada, mientras que las más separadas y pronunciadas, indicarían carrera.

A partir de los datos anteriores y del análisis del registro adjunto, resuelve los siguientes problemas:

- Interpreta las series de marcas paralelas.
- Señala mediante un trazo el itinerario seguido por cada dinosaurio.
- ¿Cuántos herbívoros y cuántos carnívoros han dejado sus huellas?
- ¿Qué les hace correr a unos y a otros?

e) Reconstruye la secuencia de acontecimientos representada en la figura.

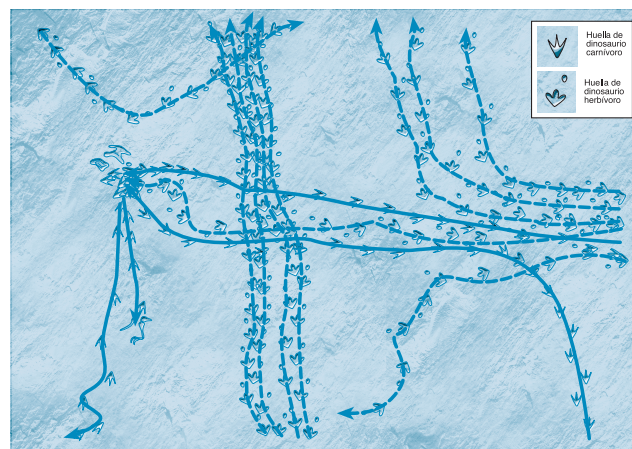


Soluciones:

A En la figura se aprecian algunos itinerarios de animales que caminan en solitario. Esta pauta ayudará al alumnado a distinguir -cuando las huellas están más amontonadas- el número de animales a los que pertenecen y señalar, mediante trazos, los rastros seguidos por cada animal averiguando cuántos herbívoros y cuántos carnívoros dejaron sus huellas en esta superficie.

a) Las marcas paralelas corresponden al rastro de dos o más dinosaurios que caminan a la vez.

b) Ver esquema adjunto



-----> dinosaurios herbívoros -> dinosaurios carnívoros

c) • Hay un grupo de 4 herbívoros que camina de abajo a arriba.

• Hay un grupo de 5 herbívoros que aparecen por la derecha seguidos de un carnívoro al que se une otro carnívoro que procede de la esquina inferior derecha.

- Hay otro rastro de un herbívoro que aparece por la esquina superior izquierda y describe un arco hacia arriba.

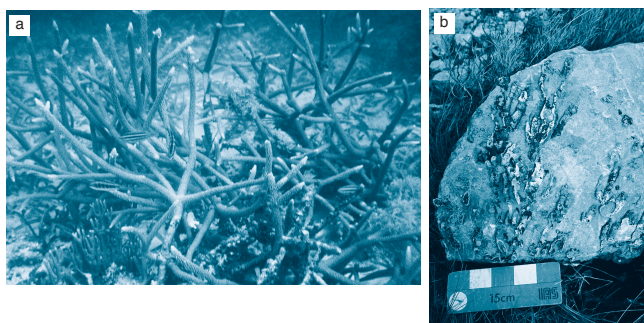
d) El grupo que va de abajo a arriba, así como el solitario que describe el arco, van andando. Mientras, se aprecia que todo el grupo que aparece por la derecha, a partir del lugar donde los carnívoros se juntan al grupo, echa a correr en distintas direcciones, hecho que se percibe porque las huellas están más separadas y su marca es más profunda. Los carnívoros, rodean y persiguen a un individuo hasta darle caza, y dejan sus despojos en un lugar determinado. De allí parten los dos carnívoros, pero el rastro de uno de ellos se interrumpe junto a unas piezas esqueléticas.

e) En primer lugar pasó el grupo que va de abajo a arriba y posteriormente, con una diferencia de tiempo indeterminada (horas, días o semanas) pasó el grupo formado por los depredadores y su víctima, hecho fácilmente identificable porque sus huellas se superponen a las anteriores. El motivo por el que uno de los carnívoros desaparece entra dentro del terreno de las hipótesis (¿salió herido como consecuencia de la pelea?). Por último queda dilucidar cuándo pasó el solitario de la esquina superior izquierda. La interpretación preferida de los estudiantes es que “pasaba por allí” (después del grupo AA) y al ver lo que estaba sucediendo se desvió en otra dirección. Sin embargo no tiene por qué existir una relación causa-efecto entre dichas huellas y la cacería, y podrían incluso haber sido previas a aquélla.

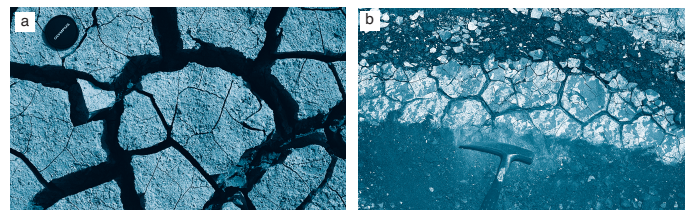
2 Aprender a leer en las rocas: principios de interpretación

Actividades pág. 304

A Como hoy sabemos, los corales son organismos marinos que viven en plataformas costeras de aguas limpias, luminosas y cálidas (latitudes entre 30°N y 30°S) (fig. 2.1a). En unas rocas del Jurásico superior, hemos encontrado fosilizado un coral similar al anterior (fig. 2.1b) ¿Qué podemos deducir de este hallazgo?



B La figura 2.2 a muestra un sedimento afectado por un determinado fenómeno climático. La 2.2 b pertenece a una roca de 260 m.a. de antigüedad. Observando ambas ¿Consideras que podría tratarse del mismo fenómeno? ¿Qué tipo de sedimento y de roca serán en cada caso? ¿Podrías interpretar en que condiciones ambientales se forman estas estructuras? ¿En que te basas?



Soluciones:

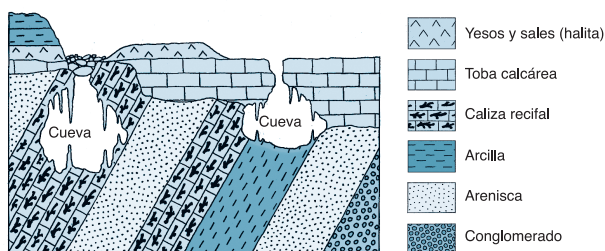
A Aplicando el Principio del Actualismo se deduce que el coral encontrado en la provincia de Zaragoza debió formarse en un ecosistema marino similar al del coral actual. De ello se deduce que la zona ocupada actualmente por tierras emergidas, durante el Jurásico formaba parte de una plataforma costera de aguas cálidas.

B Las grietas de retracción en arcillas son estructuras conocidas por los alumnos que habrán observado cómo el barro al secarse al Sol se cuarteja y retrae (algunos estudiantes que no lo han visto directamente en el campo si lo asocian a la típica imagen de la sequía). Por tanto, aplicando el Principio del Actualismo, podrán deducir que las estructuras de la derecha también se han formado en unas condiciones similares: exposición subaérea en condiciones de sequía.

Actividades pág. 306

Reconstruye la historia geológica de la figura 2.7 según los pasos siguientes:

1. Indica los grupos de rocas o formaciones con un origen común y adjudica a cada una un número indicando cual es la más antigua y la más moderna.
2. Identifica los procesos geológicos que afectan a cada formación, o al conjunto de ellas, y ordénalas en el tiempo.



Soluciones:

1. - La formación de estratos inclinados (desde el conglomerado a la caliza arrecifal) es la más antigua (la caliza arrecifal indica una procedencia marina). (formación 1)

- La toba calcárea y los yesos horizontales constituyen la formación, suprayacente a la primera, y por tanto más moderna (la toba calcárea pone en evidencia el origen continental de estos depósitos). (formación 2)

Respuesta ampliada (ver figura adjunta): ambas formaciones están separadas por una discordancia angular.

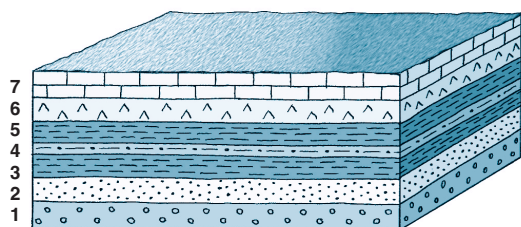
2. Sedimentación marina en un ambiente de plataforma continental, que posteriormente da origen a la formación de las rocas sedimentarias presentes en la formación 1.

- Plegamiento, emersión y erosión de dicha formación.
- Instalación sobre dichos terrenos de una cuenca sedimentaria continental (lago) en un régimen climático más húmedo al principio (como denota la presencia de las tobas, roca en cuya formación las plantas juegan un papel primordial) que se aridifica progresivamente (como denota la presencia de evaporitas).
- Erosión actual que modela el paisaje superficial y origina cuevas subterráneas por disolución- carbonatación) de las calizas tanto antiguas como modernas. Depósitos de travertinos estalagmíticos en dichas cuevas.

DISCORDANCIAS

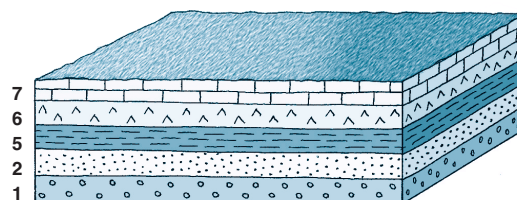
A fin de que los estudiantes conozcan el nombre de los diferentes tipos de discordancias, lo que se les pide más adelante en las actividades de autoevaluación, se les puede suministrar una copia de los siguientes esquemas:

a



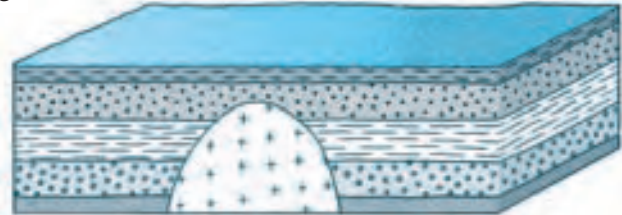
Serie continua concordante

b



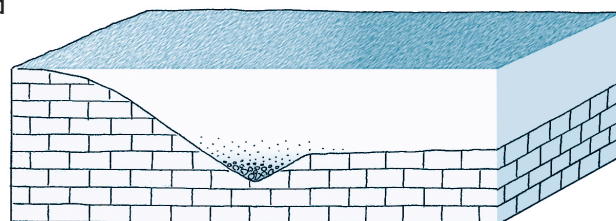
Discontinuidad erosiva

c



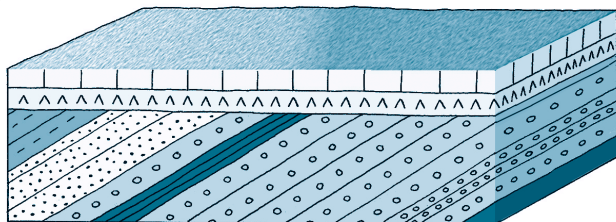
Inconformidad

d



Discordancia erosiva

e



Discordancia angular

4 El gran geocalendario

Actividades pág. 307

Representa la duración de los tiempos geológicos a escala (trabajo con el grupo de la clase): 1. Realizad los cálculos necesarios para decidir la escala gráfica a que vais a realizar este ejercicio para que los acontecimientos de la Tabla II queden suficientemente representados. 2. Utilizad hilos de lana o cuerda, que podéis colocar en la pared de la clase, y de los que iréis colgando fotocopias de los fósiles más significativos.

Solución:

Este ejercicio constituye una magnífica iniciación al concepto de tiempo geológico en sus aspectos de "tiempo-duración" y "tiempo histórico o cronología" además de una aplicación de representación de datos mediante una escala gráfica. Puede realizarse sólo matemáticamente, como problema de lápiz y papel (Tabla II pg. 308-309) o representar los distintos periodos de tiempo mediante hilos de lana de diversos colores que pueden colgarse alrededor de la clase y de los que se pueden ir colgando mediante hilos de coser fotocopias de los fósiles más característicos de cada Periodo, realizando de esta manera un friso o calendario a escala de los tiempos geológicos.

La escala gráfica a elegir puede consensuarse con los estudiantes. Si partimos del momento actual hacia atrás quedarán impresionados al decirles que vamos a comprimir en un milímetro (número fácilmente manejable) los últimos 10.000 años de Historia (que comprenden todos los periodos y manifestaciones históricas que han estudiado y que por tanto les sirven como referente). A partir de dicha escala que empiecen a calcular cuándo apareció el ser humano sobre la Tierra (límite del Cuaternario), cuándo se produjo el gran impacto meteorítico que se supone marcó el fin del Mesozoico y comienzos del Terciario (6,5 m), qué extensión tiene el Mesozoico (18,5 m) representando y cuánta el Paleozoico (32 m).

A esta escala se puede representar sólo el Fanerozoico y dejar los cálculos del Precámbrico hasta el origen de la Tierra hace 4.600 m.a., para lo que serían necesarios 460 metros de lana, de los que casi la mitad serían para el Arcaico (210 m) representando el Proterozoico 193 m. (total 460 m).

5 Grandes hitos en la historia terrestre

■ Actividades pág. 310

¿Qué porcentaje de tiempo representa el Precámbrico frente al resto de la historia de la Tierra? Explica por qué a pesar de ser el periodo de tiempo más extenso no ha sido subdividido en eras y periodos en la escala de tiempo geológico.

Solución:

Partiendo de que la Tierra tenga 4.600 m.a., el Arcaico representa el 45% del total y el Proterozoico el 42,4%; por tanto el Precámbrico en su conjunto representa el 87,4% de la edad de la Tierra.

Sólo ha sido subdividido en dos eones porque las divisiones basadas en criterios biológicos, como grandes extinciones o, al contrario, radiaciones evolutivas, no pueden utilizarse en el Precámbrico dado que la mayoría de los organismos eran microscópicos y carecían de partes duras, y por tanto su registro es muy escaso.

■ Actividades pág. 312

Señala cuáles son los principales hallazgos evolutivos del Mesozoico respecto al Paleozoico.

Soluciones:

1. En cuanto a los animales el más notable es la conquista del medio terrestre por los Vertebrados (Reptiles) así como la aparición de Aves y Mamíferos.
2. Por lo que respecta a la flora, también las Gimnospermas logran independizarse del agua para su reproducción gracias a la aparición de las semillas.

NOTA: Las principales adaptaciones que permitieron a los reptiles llegar a independizarse del agua fueron:

- En el sistema respiratorio: adquisición y desarrollo de pulmones.
- En el sistema locomotor: esqueleto interno para soportar el peso del cuerpo fuera del agua y extremidades adaptadas al desplazamiento sobre tierra o al vuelo.
- En el sistema reproductor: fecundación interna, más eficaz.
- Mecanismos contra la deshidratación: huevos protegidos por una cáscara dura, piel gruesa con una cutícula impermeable.

Agudización de los sentidos del oído, vista y olfato.

■ Actividades pág. 313

ERRATA: donde dice Paleozoico debería decir Mesozoico.

Señala cuáles son los principales hallazgos evolutivos del Cenozoico respecto al Paleozoico.

Soluciones:

1. En cuanto a los animales la más notable es la radiación y diversificación de los Mamíferos (que se adaptan a todos los medios) y de las Aves. De una de las ramas de los Primates (Mamíferos) surgen nuestros antepasados humanos.
2. Por lo que respecta a la flora, el gran desarrollo de plantas Monocotiledóneas y árboles de hoja caduca.

6 Relaciones de la humanidad con los procesos geológicos

Actividades pág. 317

A la vista de la fig. 6.6 responde las siguientes cuestiones y, en caso necesario, amplía tu información mediante consultas bibliográficas, Internet, etc.

1. Identifica las tres zonas de mayor peligrosidad sísmica de la Península Ibérica.
2. ¿En qué Comunidad Autónoma y en qué punto la peligrosidad es máxima?
3. ¿Qué relaciones puedes establecer entre ellas y la Tectónica de Placas?
4. Identifica en la zona en que tú vives el riesgo sísmico existente.
5. Del siguiente listado de obras públicas indica cuáles no deberían construirse y por qué en las zonas de mayor riesgo sísmico: puentes, centrales nucleares, autopistas, grandes embalses o ferrocarriles.
6. A través de un buscador (Google, etc.) busca información sobre los peores terremotos ocurridos en España con intensidad IX o mayor en el epicentro.

Soluciones:

1. Andalucía, Cataluña y Levante (especialmente la Región de Murcia).
2. Andalucía, en la provincia de Granada.
- 3.- Entre Andalucía y Levante se observa una gran concentración de epicentros asociados a grandes fallas. Se espera que el alumnado deduzca, de forma muy general, que éstos se producen como respuesta al empuje de la placa Africana contra la placa Ibérica.

- En Cataluña se puede apreciar que los epicentros se concentran en el Pirineo y asociados a otras fallas menores. La interpretación de estos datos es más compleja y para el alumnado de este nivel es suficiente que se les dirija a deducir la relación entre las fallas del Pirineo (Nordpirenaica) y el choque entre la placa Ibérica y la Euroasiática.

NOTA: Para comprender la sismicidad asociada al sistema de fracturas del margen mediterráneo sería preciso conocer, mínimamente, la historia geológica de la Península Ibérica (ver GEOLOGÍA de 2º de Bachillerato de la Ed. ECIR).

d) Respuesta abierta.

e) Las obras públicas que pueden generar más riesgos geológicos son:

- Las centrales nucleares: la rotura de alguna parte de sus instalaciones puede causar fugas, y por tanto contaminación radiactiva.
- Los embalses, cuya rotura puede producir inundaciones catastróficas.

NOTA: Se puede explicar a los estudiantes que la construcción de grandes embalses induce la producción de microsismos -aumentando el peligro de rotura del vaso de la presa- debido a la gran presión que el volumen de agua embalsada produce sobre el subsuelo. Es fácil comprender que los muchos hm³ embalsados, ejercen una nueva presión sobre las paredes del valle (cuya exposición anterior era subaérea) que provoca asentamientos del terreno; éstos producen microfracturas que dan origen a los microsismos. Para controlar estos movimientos las presas disponen de un sistema de sismógrafos.

f) Introduciendo en el buscador "terremotos España", éste nos ofrece numerosas páginas web e imágenes relacionadas con el tema; entre ellas destaca la del Instituto Andaluz de Geofísica. Si deseamos acotar más nuestra búsqueda podemos introducir "terremotos más importantes ocurridos en España" destacando en este caso la página del Instituto Geográfico Nacional (IGN) de donde se ha obtenido el listado adjunto.

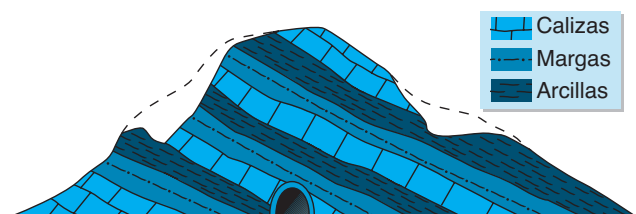
(Ver pág. siguiente)

TERREMOTOS MÁS IMPORTANTES OCURRIDOS EN ESPAÑA

Fechas	Muertos	Intensidad	Magnitud	Localización	Observaciones
1048		VIII		Orihuela (Alicante)	La mezquita de Orihuela destruida
1169		VIII-IX		Andújar (Jaén)	Grandes grietas en Andújar
24/8/1356		VIII		SW. Cabo San Vicente	Daños importantes en Sevilla
2/3/1373		VIII-IX		Condado de Ribagorça (Huesca-Lleida)	Colapso de castillos en el area epicentral
18/12/1396		VIII-IX	6,5	Tavernes de la Valldigna (Valencia)	Hundimiento de 200 casas en Tavernes
15/5/1427		VIII-IX		Olot (Girona)	Olot destruida
2/2/1428		IX-X		Queralbs (Girona)	Destrucción de la ciudad de Queralbs
24/4/1431		VIII-IX	6,7	Sur de Granada	Grandes daños en la Alhambra
26/1/1494		VIII		Sur de Málaga	Daños en la mayor parte de casas de Málaga
5/4/1504	32	VIII-IX	6,8	Carmona (Sevilla)	Caída o grietas en la mayor parte de contrucciones de Carmona
9/11/1518	165	VIII-IX		Vera (Almería)	En Vera, de 200 casas cayeron todas y muchas totalmente
22/9/1522	1000	VIII-IX	6,5	Mar de Alborán	Caída de la mayor parte de las casas de Almería y Ugijar (Granada)
30/9/1531	400	VIII-IX		Baza (Granada)	En Baza, el 61 % de sus casas se arruinaron totalmente
19/6/1644	22	VIII		Muro de Alcoy (Alicante)	En Muro de Alcoy cayeron muchas casas
31/12/1658		VIII		Almería	Graves destrozos en Almería
9/10/1680	70	VIII-IX	6,8	Alhaurín el Grande (Málaga)	En Málaga, un 20 % de casas destruidas, un 30 % inhabitables
23/3/1748	38	IX	6,2	Estubeny (Valencia)	Montesa, Sellent y Estubeny completamente destruidas
1/11/1755	15.000	X	8,5	SW. Cabo San Vicente	Produjo un tsunami de casi 15 m de altura. Afectó a Europa occidental y norte de África
13/1/1804	2	VII-VIII	6,7	Mar de Alborán	Daños graves en Motril
25/8/1804	407	VIII-IX	6,4	Dalias (Almería)	Destrucción de la mayoría de edificios en Dalias, Berja y Roquetas
27/10/1806	13	VIII	5,3	Pinos Puente (Granada)	De 1.322 casas en Pinos Puente y Santa Fe, 94 arruinadas y 1.110 quebrantadas
21/3/1829	389	IX-X	6,6	Torre Vieja (Alicante)	Torre Vieja y Guadamar hubieron de ser reedificadas
25/12/1884	839	IX-X	6,5	Arenas del Rey (Granada)	4.400 edificios destruidos y 13.000 dañados
29/3/1954		V	7,0	Durcal (Granada)	Profundidad 650 km.
19/4/1956	11	VIII	4,7	Albolote (Granada)	En Albolote, 41 % de casas con grietas, 35 % inhabitables, 6 % ruinosas y 1 % destruidas
28/2/1969	19	VII	7,3	SW. Cabo San Vicente	En Huelva 18 casas inhabitables, en Isla Cristina 4 casas caídas

Fuente: <http://www.fomento.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/DIRECCIONES_GENERALES/INSTITUTO_GEOGRAFICO/Geofisica/sismologia/informacionsis/1884.htm>

En la zona representada en el corte geológico adjunto, se planea construir una autopista. ¿En cual de las dos vertientes, A o B, te parece más correcta la realización de la obra? ¿Por qué?

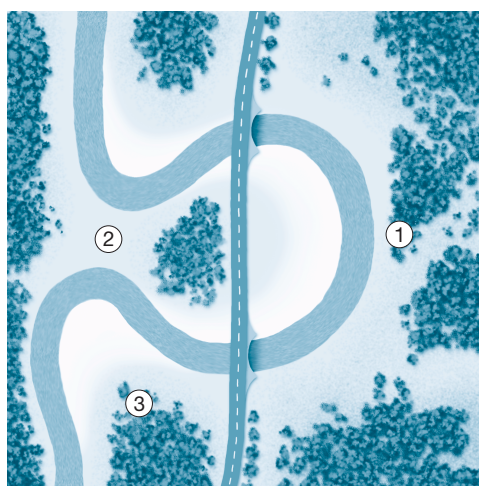


Solución:

Lo correcto es en la ladera izquierda de la figura (A), puesto que en B se pueden producir deslizamientos a favor de los planos de estratificación, así como caídas de bloques y otros movimientos de ladera.

7 Los humanos como agentes geológicos

Se quiere decidir el mejor emplazamiento para una urbanización con una zona de recreo (baños, barcas, etc.) cercana al río de la figura.



- A ¿Cuál de las tres opciones te parece mas adecuada para cada una de las dos intervenciones?
- B ¿Podrá cerrarse dicha urbanización prohibiendo el paso junto a la orilla del río a los paseantes?

Soluciones:

- A El emplazamiento (1) no es adecuado para la urbanización porque se encuentra en la margen erosiva del meandro. El emplazamiento 2 se encuentra entre dos tramos del cauce susceptibles de inundación y de estrangulamiento del meandro. El emplazamiento más adecuado sería el (3) colocando la urbanización aproximadamente en la zona coloreada de verde y las zonas de recreo (playa, embarcadero, etc) hacia la orilla (zona de depósito del meandro).
- B Esta pregunta se ha introducido a fin de fomentar un debate o búsqueda de información sobre el marco legal vigente: Ley de Aguas de 1985 (en vigor desde 1986) y sus Reglamentos que establece que las márgenes de los ríos (entre 10 y 25 m) constituyen zonas de dominio público, esto es que pertenecen a toda la población y pueden ser destinadas a diversos fines sociales y educativos (servidumbre de paso, senderismo, aulas de la naturaleza, etc.) y por su interés medioambiental constituyen figuras de protección especial a nivel autonómico, estatal o europeo.

B. ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

- 1 Cita algún indicio que indique que unas rocas encontradas en la cima del Himalaya se hayan formado en el mar.

Solución:

El indicio más evidente sería la presencia de fósiles de origen marino. También la presencia de ofiolitas típicas de la corteza oceánica.

- 2 La datación radiométrica (mediante isótopos radiactivos) de las rocas lunares arroja una edad de 4.500 m.a. Las rocas más antiguas encontradas en la Tierra tienen una edad de 3.800 m.a. ¿Cómo puede explicarse este hecho?

Solución:

La Luna, nuestro satélite, debe tener al menos la misma edad de la Tierra. El hecho de que la única dinámica que afecta a su superficie es la relacionada con los impactos meteoríticos ha permitido que muchas rocas primitivas se hayan conservado. Sin embargo en la Tierra, la combinación de procesos geológicos de origen interno y externo a lo largo de numerosos ciclos geológicos, ha hecho desaparecer las rocas más antiguas.

NOTA: este ejemplo puede servirnos para introducir, si se considera oportuno, la existencia de la rama de la geología denominada Geología Planetaria que se ocupa del estudio de otros astros del sistema solar cuyo conocimiento puede arrojar luces para avanzar en el conocimiento de nuestro propio planeta y sus primeras etapas de formación.

3 Indica en cada una de las series siguientes el elemento que no corresponde.

- a) Trilobites - Braquiópodos - Angiospermas - Reptiles
- b) Coníferas - Graptolitos - Ammonites - Dinosaurios
- c) Mamuts - Nummulites - Braquiópodos - Seres humanos

Soluciones:

- a) Angiospermas porque son plantas (una respuesta alternativa puede ser Trilobites porque son exclusivos del Paleozoico mientras Angiospermas son del Mesozoico y Reptiles y Braquiópodos también pueden ser de esta Era).
- b) Coníferas por ser plantas (o por un razonamiento similar al anterior Graptolitos porque también son exclusivos del Paleozoico).
- c) Nummulites porque son exclusivos del comienzo del Terciario

4 ¿En qué orden fueron apareciendo evolutivamente los Vertebrados?

Solución:

Peces → Anfibios → Reptiles → Aves → Mamíferos.

5 ¿Qué tipos de daños directos producen los volcanes?

Solución:

Coladas de lava, lluvias piroclásticas, emisión de gases tóxicos, explosiones y nubes ardientes.

6 a) ¿Qué factor de riesgo constituye la magnitud de un terremoto?

- b) Las estadísticas ponen de manifiesto que, a lo largo del último siglo, el número de víctimas mortales y el valor de las pérdidas económicas causadas por terremotos, han ido aumentando progresivamente ¿A qué atribuyes estos hechos? ¿Cómo podrían reducirse?

Soluciones:

- a) la magnitud del terremoto está directamente relacionada con el factor Peligrosidad
- b) Al aumento de la población mundial en general y, específicamente, al aumento de la misma (factor Exposición) en zonas de elevada peligrosidad como las zonas

costeras en las que se producen fenómenos de choque de placas litosféricas. Para reducirlas sería preciso poner en marcha el conjunto de medidas predictivas, preventivas, correctoras necesarias para aminorar los efectos directos e indirectos de los terremotos (factor Vulnerabilidad). Fundamentalmente:

- Predictivas: redes de vigilancia sísmica, mapas de riesgos y estudio de precursores sísmicos.
- Preventivas: Ordenación del territorio, construcciones antisísmicas y planes de información y actuación de Protección Civil.

7 Nombra tres acciones en la que la acción humana deje su huella en el paisaje.

Soluciones:

Respuesta abierta (ver Tabla III y apartado 7).

8 ¿Cuál es la importancia de los fósiles en el establecimiento de la división de los tiempos geológicos?

Solución:

El hecho de que la evolución de la vida sea irreversible tiene como consecuencia que los seres vivos que habitaron el planeta en una determinada época son diferentes a los anteriores y posteriores, y por consiguiente tienen valor para datar los materiales que los contienen, para correlacionar capas de la misma edad que se encuentran en regiones alejadas y para ordenarlas desde las más antiguas a las más modernas, es decir para establecer una precisa cronología relativa.

9 ¿Qué pruebas o evidencias aportarías a favor de los siguientes hechos?

- Una glaciación.
- La extinción de los dinosaurios debida a un gran impacto meteorítico.
- El choque de la India con el continente euroasiático.
- La aparición de la capa de ozono.

Soluciones:

- Glaciación: grandes depósitos de morrenas (tillitas)
- Impacto meteorítico en el límite K-T : el nivel de Iridio, la drástica extinción de muchos grupos y la subsiguiente renovación de la biosfera.
- El Himalaya
- La colonización de los continentes por los seres vivos

10 Relaciona los siguientes acontecimientos con el periodo (Éon, Era) en que tuvieron lugar:

- a) Aparición de las primeras plantas con flores
- b) Primeras células con núcleo

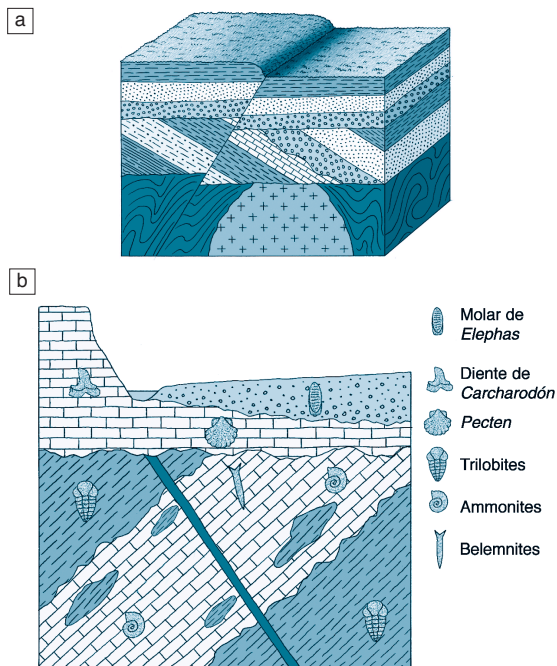
- c) Aparición de los Vertebrados
- d) Fragmentación de Pangea II
- e) Colonización de los continentes por las plantas
- f) La mayor formación de petróleo
- g) Orogenia Hercínica
- h) Grandes depósitos de carbón (hulla)
- i) Formación de las Islas Baleares
- j) Fósiles de las Aves más antiguas

Soluciones:

Consultando la Tabla II y el texto:

- a) Mesozoico;
- b) aproximadamente 1.000 m.a.;
- c) Peces del Ordovícico (Paleozoico);
- d) Pangea II se fragmenta entre hace 1.800 y 1.600 m.a. (ver Ciclo de Wilson en página 258). Sin embargo la pregunta estaba dirigida a conocer la época en que se fragmenta Pangea V que da lugar al inicio de la actual distribución de tierras y mares entre el límite de las Eras Primaria y Secundaria.
- e) Devónico (Paleozoico)
- f) Mesozoico
- g) Durante el carbonífero y el Pérmico (Paleozoico)
- h) Carbonífero (Paleozoico) : hulla y antracita; Mesozoico: lignito
- i) Orogenia Alpina (entre Oligoceno y Mioceno)
- j) Jurásico.

11 Interpreta los bloques diagrama de las figuras a y b indicando, cuando sea posible:



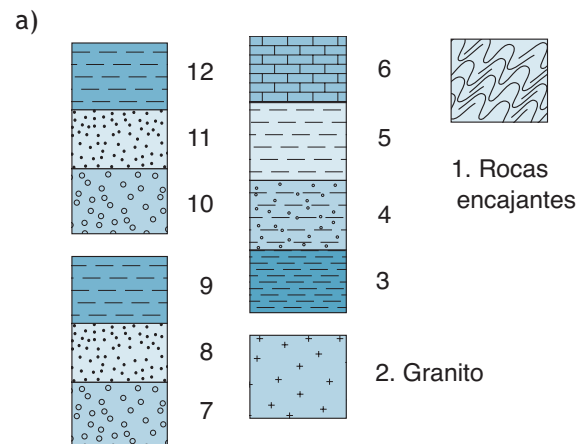
a) El orden de los materiales desde el más antiguo, al

más moderno

- b) El tipo de contactos entre materiales (concordante-discordante).
- c) El tipo de falla.
- d) Orogenias que han afectado a los materiales.
- e) Edad de los terrenos
- f) Describe, brevemente su historia geológica.

Soluciones:

Figura a



- b) (ver tipos de discordancias en esta guía)
 - 1 - 2: inconformidad
 - 1/2 - 3/4/5/6/7/8/9: discordancia angular
 - 6 - 7: discontinuidad erosiva (hiato)
 - 3/4/5/6/7/8/9 - 10: discordancia angular

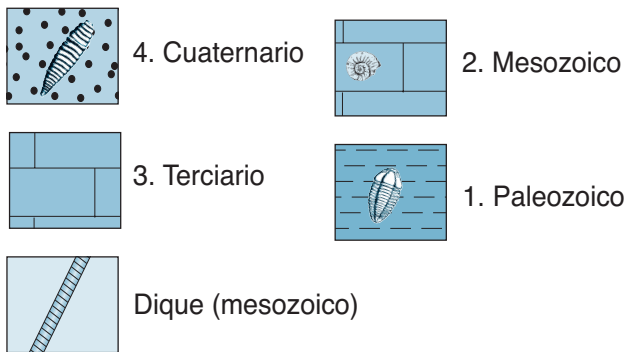
c) Puede suponerse que la discontinuidad entre 1/2 - 3/4/5/6/7/8/9 (discordancia angular) corresponde a la orogenia hercínica y que la discontinuidad entre 3/4/5/6/7/8/9 - 10 (discordancia angular) corresponde a la orogenia alpina por los siguientes datos:

- Las rocas encajantes pueden ser rocas paleozoicas que se plegaron durante la orogenia hercínica. La intrusión granítica apoya esta hipótesis, pues en el período Carbonífero hubo una gran cantidad de intrusiones magmáticas.
- El paquete de estratos mesozoicos también aparece plegado, posiblemente durante la orogenia alpina.
- Los tres últimos estratos no han sido deformados, por lo que ya son postalpinos.
- d) Es una falla inversa, en la que el bloque de la izquierda ha ascendido por el plano de falla.
- e) No puede saberse ya que faltan los datos sobre el contenido fósil.
- f) Depósito de los materiales 1, tras lo cual intruye un

plutón granítico (2). Erosión de la superficie y posterior depósito (horizontalmente) de 3-4-5-6. El estrato 7 se deposita sobre una superficie de erosión, aunque concordantemente con los estratos anteriores. Sobre el estrato 7 y en continuidad sedimentaria se depositan 8 y 9. A continuación una etapa de plegamiento (los estratos anteriores aparecen inclinados) y una erosión superficial. Después se depositan 10, 11 y 12 en discordancia angular sobre los anteriores. Finalmente una etapa compresiva fractura los materiales y da lugar a una falla inversa que afecta a todo el conjunto.

Figura b

a)



b) (ver tipos de discordancias en esta guía)

Paleozoico-Mesozoico: discontinuidad erosiva.

Mesozoico-Terciario: discordancia angular.

Terciario-Cuaternario: discordancia erosiva.

c) Los materiales mesozoicos (con restos de ammonites y belemnites y fragmentos de rocas paleozoicas incluidos) aparecen plegados junto a los paleozoicos dando lugar a un pliegue sinclinal. Según el principio de Superposición de Acontecimientos Geológicos, ha sido la orogenia alpina, posterior a estos materiales, la que produjo la deformación y por el mismo principio, el resto de los materiales, más recientes, no han sido afectados por ella.

d) No hay.

e) Los fósiles incluidos en los diferentes estratos están referenciados en el texto, incluso con fotografías la mayoría de ellos, por lo que puede deducirse que: la serie 1 es paleozoica, la serie 2 mesozoica, la 3 es terciaria y la 4 cuaternaria.

f) Inicialmente aparecen estratos paleozoicos que, por su contenido fósil, deducimos que se depositaron en un ambiente marino. Posteriormente se disponen concordantemente (pero sobre una discontinuidad erosiva) estratos mesozoicos de tipo calizo, también de origen marino (confirmado por los principios de Sucesión faunística y de Inclusión). Después este conjunto

es sometido a los esfuerzos compresivos de la orogenia alpina que lo pliegan en forma de sinclinal apretado (los materiales más modernos están en el núcleo), y se inyecta un dique. Este conjunto emerge y queda expuesto a los fenómenos erosivos que arrasan parte de la superficie. A continuación se depositan en discordancia angular los estratos terciarios cuyos restos fósiles indican de nuevo un ambiente de sedimentación marino. Se produce una emersión final de toda la serie y la instalación de un curso fluvial que deja depósitos cuaternarios de terrazas (el corte coincide con una curva del río).

12 ¿Mediante qué criterios se establecieron las divisiones de los Eones y las cuatro Eras del calendario de los tiempos geológicos?

Soluciones:

Mediante criterios estratigráficos, paleontológicos y tectónicos fundamentalmente:

- Límite Precámbrico-Paleozoico: aparición de organismos con partes duras; dispersión de Pangea I y discordancias asociadas.
- Límite Paleozoico-Mesozoico: comienzo de la dispersión de Pangea II y discordancias asociadas; desaparición de ciertos grupos como los trilobites.
- Límite Mesozoico-Cenozoico: extinción pérmica: desaparición de numerosos grupos, tanto terrestres (p.e. dinosaurios) como marinos (p.e. ammonites); criterios geoquímicos como la anomalía de iridio.
- Límite Terciario-Cuaternario: aparición de los primeros homínidos; criterios paleoclimáticos indicadores de glaciaciones (depósitos glaciares, terrazas, etc.).

D. ACTIVIDADES DE LOS DOCUMENTOS

1. Influencia de la deriva continental sobre la evolución de los Mamíferos durante el Terciario

Cuestiones:

- 1 ¿Con qué fenómeno geológico relaciona el texto la evolución de los mamíferos americanos?
- 2 ¿Cómo lo fundamenta?
- 3 ¿Conoces algún otro ejemplo en que la tectónica de las placas litosféricas haya unido o dispersado seres vivos o sus restos fósiles?
- 4 ¿Qué otros tipos de fenómenos geológicos han influido en la evolución de las especies?

Soluciones:

1. Con el desplazamiento de los continentes (Tectónica de Placas) que hace aparecer el istmo de Panamá.
2. La evolución de grupos pueden seguirse a través del registro fósil.
3. En el texto se explica como una de las pruebas aportadas por Wegener para justificar su teoría de la deriva continental es la similitud de fósiles a uno y otro lado del Atlántico (pg. 251 del libro del alumnado).

4. Además de los cambios geográficos producidos por el desplazamiento de placas litosféricas, y sus consiguientes cambios climáticos, otros procesos geológicos que han influido en la evolución de los seres vivos han sido el vulcanismo a gran escala y causas extraterrestres como el impacto de meteoritos y asteroides.

NOTA: Para un mayor desarrollo de esta cuestión ver GEOLOGÍA 2º DE Bachillerato de ECIR (2001) Tema 9 (texto y documentos).

CUADERNO DE INVESTIGACIONES Y TÉCNICAS

TEMA 1 - ORGANIZACIÓN DE LOS SERES VIVOS

TÉCNICAS 1

I. Identificación de hidratos de carbono, lípidos y proteínas

En esta experiencia se trata de conocer algunas de las técnicas de análisis bioquímico más sencillas para la identificación de:

- Azúcares reductores (glucosa) por la reacción de Fehling.
- Azúcares no reductores como la sacarosa.
- Lípidos, por tinción y solubilidad.
- Proteínas mediante la reacción del biuret y la xantoproteica.

■ Actividades pág. 5 ■

a) *¿Por qué se utiliza la reacción de Fehling para reconocer a la mayoría de los azúcares?*

b) *¿En qué consiste la hidrólisis? ¿En qué condiciones se rea-*

liza la hidrólisis de la sacarosa?

c) *¿Para qué se realiza la hidrólisis de la sacarosa?*

d) *¿En qué propiedades de los lípidos se basa su reconocimiento?*

e) *¿Qué tipo de disolventes utilizarías para extraer la grasa de materiales procedentes de seres vivos?*

f) *¿Qué es una emulsión? ¿Son transitorias o permanentes? ¿Cómo actúan los detergentes?*

g) *Al observar al microscopio los adipocitos, ¿cómo se podrían hacer visibles las gotas de grasa que contienen?*

h) *Si has tocado con tus dedos el ácido nítrico, se te habrán puesto amarillos. ¿Podrías decir por qué?*

Soluciones:

a) El poder reductor es una propiedad común a todos los monosacáridos, y en cambio hay muchos disacáridos que

no son reductores. La comprobación de si un azúcar tiene o no poder reductor, nos da una primera importante pista sobre su naturaleza química.

- b) La hidrólisis es una reacción que consiste en la rotura de una molécula por incorporación del agua en algunos de sus enlaces, el grupo hidroxilo se une a un fragmento y el átomo de hidrógeno al otro.
Se realiza en un medio ácido.
- c) Para comprobar que, aunque se trate de un azúcar no reductor, está formado por dos azúcares reductores, y por tanto se trata de un disacárido.
- d) En sus propiedades físicas, especialmente en su apolaridad, que les lleva a ser insolubles en agua y solubles en disolventes orgánicos.
- e) Disolventes orgánicos (éter, benceno, cloroformo, etc.).
- f) Líquido de aspecto lechoso que tiene en suspensión pequeñísimas partículas de sustancias insolubles en el agua, como grasas, resinas, bálsamos, etc.
Unas emulsiones son transitorias y otras permanentes.
Los detergentes actúan haciendo permanentes las emulsiones transitorias.
- g) Tiñéndolas con Sudan III que es un colorante específico de los lípidos.
- h) Porque en la piel hay proteínas y éstas en presencia de ácido nítrico forman un compuesto de color amarillo (reacción xantoproteica).

II. Observaciones al microscopio óptico

A. OBSERVACIÓN DE CLOROPLASTOS

B. OBSERVACIÓN DE CROMOPLASTOS

En esta experiencia se trata de observar algunos orgánulos celulares, tales como los cloroplastos y cromoplastos, exclusivos de las células vegetales.

Actividades pág. 6

- a) ¿En qué mejora la observación de los cloroplastos el lugol?
- b) Dibuja una célula del parénquima clorofílico de *Elodea*. Si has observado el movimiento de ciclosis de los cloroplastos en estas células, podrás deducir la forma de las vacuolas.

c) Diseña una experiencia para investigar la acción de la temperatura y la de la luz sobre los movimientos de ciclosis de los cloroplastos.

d) ¿Qué pigmentos tienen los cromoplastos?

Soluciones:

- a) Los cloroplastos son orgánulos exclusivos de las células vegetales en los que se realiza la fotosíntesis y se sintetiza glucosa que rápidamente es utilizada para formar almidón. Como el lugol tiñe el almidón de color azul violeta intenso permite visualizar mejor los cloroplastos.
- b) En la figura de la página 6 se observan células del parénquima clorofílico de *Elodea*. En caso de observar el movimiento de ciclosis se ven los cloroplastos girar en la fina capa de citoplasma que hay por debajo de la pared celular, lo que permite deducir que las vacuolas tienen una posición central y ocupan la mayor parte del volumen celular.
- c) El aumento de temperatura y la intensidad luminosa favorecen el movimiento de ciclosis de los cloroplastos. Se pueden variar estas condiciones utilizando varios focos de luz y situándolos a diferente distancia de la muestra.
- d) Los cromoplastos tienen pigmentos, carotenoides, que son responsables del color amarillo, anaranjado o rojo de muchas flores, hojas viejas, algunos frutos y algunas raíces.

C. OBSERVACIÓN DE LA EPIDERMIS DE UNA HOJA

En esta experiencia se trata de observar un tejido vegetal y los distintos tipos de células que los forman. En la epidermis del envés de una hoja se pueden distinguir con facilidad las células epidérmicas y las células estomáticas.

Actividades pág. 7

- a) Dibuja las células típicas de la epidermis y las células estomáticas.
- b) ¿En que se diferencian los dos tipos de células que has observado?
- c) Averigua cuál es el mecanismo de apertura y cierre de los estomas.

Soluciones:

- a) En la figura de la página 7 se observan las células estomá-

ticas intercaladas entre células epidérmicas.

- b) Una diferencia importante es que las células estomáticas tienen cloroplastos y las epidérmicas no. Otra diferencia es la forma, las células epidérmicas suelen ser alargadas y de forma poligonal, mientras que las 2 células que forman un estoma tienen forma arriñonada y se disponen enfrentadas dejando un pequeño poro u orificio central que permite el intercambio de gases.
- c) Influye en su mecanismo de apertura el hecho de que contengan cloroplastos; si la intensidad de luz es grande, se producen azúcares a gran velocidad, que provocarán un aumento rápido en la concentración de azúcares de la célula, y ésta, por los fenómenos osmóticos, absorberá agua, se hinchará y se provocará el cierre del orificio entre las dos células oclusivas. También influyen en el mecanismo la acción de fitohormonas, como el ácido abscísico, que se sintetiza en mayor cantidad cuando las raíces captan la escasez de agua en el suelo.

INVESTIGACIONES 1

Presencia de glúcidos, lípidos y proteínas en la leche

La investigación propuesta pretende comprobar que la leche es un alimento completo y contiene hidratos de carbono, lípidos y proteínas.

El hidrato de carbono típico y exclusivo de la leche es la lactosa, que es un disacárido reductor formado por glucosa y galactosa. Los lípidos de la leche son grasas y las proteínas son lactoalbúminas y lactoglobulinas, aunque la principal es la caseína que se encuentra en forma de caseinato cálcico.

Los lípidos forman una emulsión estable gracias al caseinato cálcico y le dan a la leche el color blanco característico.

Sugerencias para la investigación

En esta investigación se pretende reconocer las biomoléculas orgánicas presentes en la leche utilizando, para ello, las técnicas empleadas en la práctica anterior para la identificación de cada una de ellas por separado.

Puesto que en la leche tenemos una mezcla de hidratos de carbono, lípidos y proteínas, se puede realizar una separación o fraccionamiento de los mismos como paso previo a su identificación

Fraccionamiento:

- Poner en un tubo de ensayo 10 ml de leche y calentarla sin que llegue a hervir. Añadir 10 gotas de ácido acético y agitar el tubo. Se obtiene un precipitado (caseína).
- Filtrar el contenido del tubo utilizando un embudo con papel de filtro. El líquido filtrado es el suero.
- Se puede obtener una tercera fracción soluble en éter. Para ello, lavar el precipitado que ha quedado retenido en el papel de filtro con 3 ml de éter. Recoger el filtrado que será la fracción soluble en éter.

A continuación se puede realizar la identificación:

- En el suero de lactosa y proteínas solubles (lactoalbúminas y lactoglobulinas).
- En el precipitado de caseína.
- En la fracción soluble en éter de lípidos.

La solución de las actividades es abierta, pues está condicionada por el trabajo del alumnado.

TEMA 2 - TEJIDOS ANIMALES Y VEGETALES

TÉCNICAS 2

Observaciones de células y tejidos

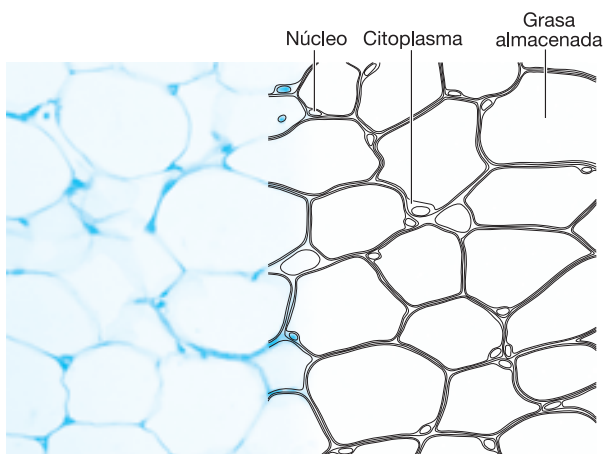
A. OBSERVACIÓN DE CÉLULAS DE TEJIDO ADIPOSO

Actividades pág. 9

- Dibuja las células del tejido adiposo.
- ¿Por qué hay que teñir las células del tejido adiposo con un colorante específico de las grasas?
- Observarás que la sustancia intercelular del tejido no queda teñida por el colorante. ¿Por qué?
- Además del tocino, ¿qué otras partes de un animal se te ocurriría teñir con Sudán III para observar sus células? Razona tu respuesta.

Soluciones:

- El dibujo debe ser similar al de la figura 1.6 del tema 2 del libro del alumno.



- Las células de tejido adiposo (adipocitos) se especializan en almacenar gotas de grasa, así que un colorante específico de estas sustancias facilitará su visualización.
- Porque donde se almacenan las grasas es en el interior de la célula, en inclusiones dispersas en el citosol, no en el material intercelular, que estará formado principalmente por agua, sales minerales y proteínas.
- El tejido adiposo se desarrolla especialmente bajo la piel, especialmente en algunas regiones, como las nalgas y el

papo, en el vientre (en torno a los intestinos) y rodeando algunos órganos, como los riñones y el corazón. Cualquiera de esas partes es apta para la visualización de los adipocitos. El tocino de los animales suele obtenerse del vientre (panceta) o de algunas de las regiones bajo la piel, como el papo; pero también se descubren masas de tejido adiposo en piezas de carne, como los muslos y las costillas.

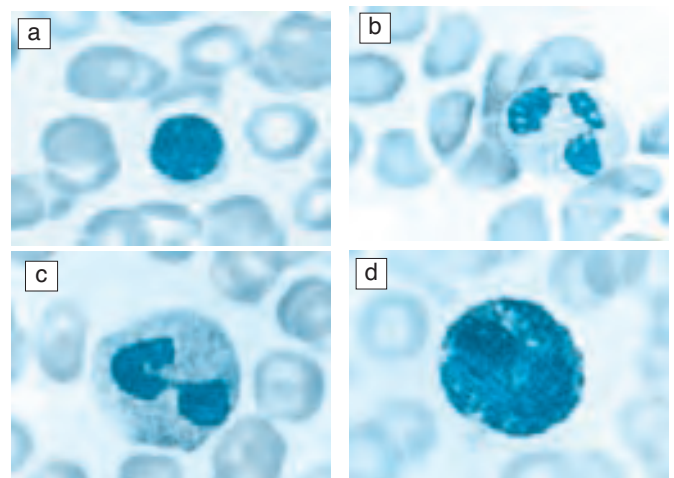
B. OBSERVACIÓN MICROSCÓPICA DE UNA EXTENSIÓN DE SANGRE

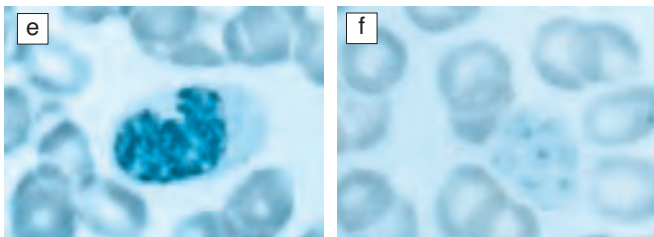
Actividades pág. 10

- ¿Qué tipo de célula sanguínea aparece más abundantemente en la preparación? ¿Cuáles son las de mayor tamaño?
- Dibuja las células sanguíneas que has observado.
- ¿Cuál es la razón de que en la preparación no aparezcan plaquetas?
- ¿Por qué se hace una extensión con la sangre que se vierte en el portaobjetos en vez de observar la gota de sangre sin extender?

Soluciones:

- Las células sanguíneas más abundantes son los glóbulos rojos o hematíes, que en muchos casos es el único tipo celular que llega a observarse en la preparación. Las células de mayor tamaño son los glóbulos blancos o leucocitos.
- Los dibujos deben ser como los de la figura 2.1 del libro del alumno.





Micrografías de células de la sangre. En todas ellas se observan los glóbulos rojos o hematíes. a) Linfocito; b) Granulocito neutrófilo; c) Granulocito eosinófilo; d) Granulocito basófilo; e) Monocito; f) Plaquetas.

- c) Al hacer la extensión de sangre, gran parte de las plaquetas se rompen produciendo una coagulación rápida; otras podrían no romperse, pero su tamaño es bastante menor que el de los hematíes ($3\ \mu\text{m}$ de diámetro las plaquetas, frente a $7\ \mu\text{m}$ de diámetro los hematíes). Con los microscopios escolares, no resulta fácil ver corpúsculos de esas dimensiones.
- d) La sangre es un líquido viscoso, de viscosidad creciente con el tiempo, una vez fuera de los vasos sanguíneos, por el fenómeno de la coagulación; una gota de sangre no se extendería de forma espontánea por el portaobjetos, y la muestra quedaría demasiado gruesa para ser atravesada por la luz del microscopio y ofrecer una figura nítida; las distintas capas de la muestra darían, al superponerse, una imagen maciza sin diferenciarse los contornos de las células, en caso de que no se viera una masa opaca.

C. OBSERVACIÓN DE CÉLULAS DE ESCLERÉNQUIMA

■ Actividades pág. 101

- a) Dibuja las células que has observado.
- b) ¿A qué tipo de parenquima corresponde el de la pulpa de pera?
- c) De los tipos de esclerénquima estudiados en la parte teórica del texto, ¿cuál responde a las células observadas en esta preparación?
- d) ¿En qué otras partes de la planta se pueden encontrar células de esclerénquima?
- e) ¿Qué tienen las paredes de estas células, además de la celulosa? ¿Para qué sirve esa sustancia?

Soluciones:

- a) Las células de esclerénquima observadas deben ser como las de la figura 3.11 del libro del alumno.
- b) Un parénquima acuífero, pues la pulpa de pera almacena una solución acuosa diluida de fructosa y otros azúcares.
- c) Se trata de células petrosas, es decir, células de esclerénquima redondeadas de paredes celulares muy engrosadas e impregnadas de lignina.
- d) Se encuentran formando estructuras muy duras, como las cáscaras de nuez, almendra, etc.
- e) Las gruesas paredes de las células petrosas están impregnadas de lignina lo que les confiere dureza y rigidez.

TEMA 3 - LOS SERES VIVOS Y LA ENERGÍA

TÉCNICAS 3

I. Observación microscópica de los fenómenos osmóticos en la epidermis de un pétalo

En esta experiencia se trata de observar los fenómenos osmóticos que se producen cuando las células se encuentran en medios hipotónicos e hipertónicos. Se utilizan células de la epidermis de un pétalo que tienen una gran vacuola en su interior donde se localizan los pigmentos, lo que permite una fácil visualización de dichos fenómenos.

■ Actividades pág. 12 ■

- a) *Describe los cambios que tienen lugar en las células.*
- b) *Dibuja las células observadas.*
- c) *¿Dónde se localiza el cojor rojo?*
- d) *¿Por qué las vacuolas aparecen hinchadas al poner las células vegetales en agua y mucho más pequeñas al poner dichas células en una solución salina concentrada?*
- e) *¿Por qué el pigmento rojo se mantiene en el interior de la vacuola a pesar de que ésta disminuya de volumen, en vez de difundirse por todo el citoplasma celular?*

Soluciones:

- a) Al poner las células vegetales en agua se observa que están totalmente ocupadas por el pigmento que da el color rojo a los pétalos. Al ponerlas, a continuación, en una solución salina concentrada se observa que dicho pigmento rojo ya no ocupa todo el contenido de la célula (ver la figura 1. 4 de este tema en el libro del alumno).
- b) Los dibujos deben ser similares a los de la figura 1.4 del libro del alumno.
- c) En el interior de las vacuolas.
- d) La membrana celular y la de las vacuolas actúan como semipermeables produciéndose fenómenos osmóticos a través de ellas cuando las células se encuentran en medios hipotónicos o hipertónicos.
Al poner las células en agua, ésta penetra en las vacuolas y las hincha; esto es porque la concentración de sales

del contenido de las vacuolas es mayor que la del agua corriente y el agua entra por ósmosis al interior de la vacuola para diluir su contenido.

En cambio, al poner las células en una solución salina concentrada, como la concentración del contenido de las vacuolas es menor que la del agua salada, el agua sale por ósmosis y las vacuolas se hacen más pequeñas.

- e) Como las membranas celulares se comportan como semipermeables, el agua entra y sale de las vacuolas, pero no los pigmentos disueltos en el interior de las mismas.

II. Detección de almidón en las hojas de una planta verde

En esta experiencia se pretende realizar una prueba de detección de almidón en las hojas. La presencia de dicho compuesto en las hojas de las plantas verdes indica que se ha realizado la fotosíntesis en las mismas.

■ Actividades pág. 13 ■

- a) *¿Qué quiere decir que la reacción del almidón con el lugol es específica?*
- b) *Recoge de una planta una hoja a primera hora de la mañana y otra por la tarde. Detecta la presencia de almidón en las dos hojas y si hay diferencias de coloración entre ellas explica a qué pueden deberse.*
- c) *Indica en qué partes de una planta se almacena el almidón.*

Soluciones:

- a) Que esta reacción coloreada del lugol sólo se produce con el almidón, de ahí que se utilice como prueba para su identificación.
El lugol es una solución diluida de yodo que se prepara disolviendo 10 g de yoduro potásico en 100 ml de agua y añadiendo 5 g de yodo.
El almidón se colorea de azul en presencia de yodo, debido no a una reacción química, sino a la absorción o fijación del yodo en la superficie de la molécula de almidón, proceso que sólo se realiza en frío.
- b) La hoja recogida a primera hora de la mañana tiene menos almidón que la hoja recogida por la tarde. Ello es debido

a que la glucosa producida mediante la fotosíntesis se almacena provisionalmente en forma de almidón en los cloroplastos de las células de la hoja. Posteriormente, el almidón es regularmente degradado a sacarosa y este azúcar soluble es transportado fuera de la célula y por medio de los vasos conductores distribuido a todas las partes de la planta no fotosintéticas, como por ejemplo, los frutos maduros, las raíces y los órganos de almacenamiento subterráneo.

- c) Algunas plantas almacenan gránulos de almidón en las células de sus tallos o raíces. Otras plantas como la patata tienen órganos de almacenamiento especiales (tubérculos).

INVESTIGACIONES 3

Estudio de los factores que condicionan la fotosíntesis

La investigación propuesta pretende conocer qué factores influyen en la fotosíntesis. Se sugiere investigar la necesidad de la luz, de la clorofila y del dióxido de carbono.

En la práctica anterior ya se vio la técnica para la detección de almidón en las hojas, cuya presencia en las mismas es una prueba de que la fotosíntesis ha tenido lugar.

Actividades pág. 14

- a) *¿Por qué no se debe modificar más de un factor en un experimento?*
- b) *¿Qué ocurre con el almidón de las hojas cuando éstas están en la oscuridad? Razónalo.*
- c) *Elabora un informe sobre tu investigación. Puedes estructurarlo en los siguientes apartados: problema a investigar e hipótesis de trabajo, diseño (material utilizado y métodos), resultados obtenidos, discusión y conclusiones.*

Soluciones:

- a) Porque entonces no sabremos cuál de ellos es el que está influyendo en el proceso.
- b) Que es degradado a sacarosa, azúcar soluble, que es transportado fuera de la célula y por medio de los vasos conductores distribuido a todas las partes de la planta no fotosintéticas, como por ejemplo, los frutos maduros, las raíces y los órganos de almacenamiento subterráneo. Los azúcares se sintetizan en las partes verdes de la planta como consecuencia de la fotosíntesis que se realiza en las mismas. Después estos azúcares han de ser transportados al resto de la planta.

TEMA 4 - BIODIVERSIDAD Y CLASIFICACIÓN

TÉCNICAS 4

Utilización de claves dicotómicas para clasificar animales y plantas

A. CLASIFICACIÓN DE GASTERÓPODOS PULMONADOS

Se facilita una tabla dicotómica sencilla para clasificar Moluscos de Clase Gasterópodos y Orden Pulmonados (caracoles que han transformado su cavidad paleal en un pulmón respiratorio).

B. CLASIFICACIÓN DE ORTÓPTEROS SALTADORES

Se facilita una tabla dicotómica sencilla para clasificar Artrópodos de la Clase Insectos y Orden Ortópteros.

C. GUÍA DE CLASIFICACIÓN DE ANFIBIOS

Se facilita una tabla dicotómica sencilla para clasificar Vertebrados de la Clase Anfibios.

D. CLASIFICACIÓN DE ÁLAMOS, ROBLES Y ENCINAS

Se facilitan dos tablas dicotómicas sencillas para clasificar grupos de árboles fáciles de reconocer, como son los álamos y los robles y encinas, que como puede verse en los nombres científicos de las especies que se facilitan en las tablas, se trata de dos grupos de árboles del mismo género: *Populus* para los álamos y chopos, y *Quercus* para los robles, encinas y demás. Se trata de acostumbrar al alumnado al uso de tablas dicotómicas, pudiéndose, a continuación usar ejemplos que precisen de tablas más complejas. En la tabla de los *Quercus*, aparecen números entre paréntesis que se corresponden con los números que hay junto a los dibujos que muestran los detalles más significativos de cada especie.

TEMA 5 - TRANSFORMACIÓN DE ALIMENTOS Y ABSORCIÓN DE NUTRIENTES

TÉCNICAS 5

Estudio experimental de la digestión

La experiencia pretende visualizar el mecanismo fisiológico de la digestión utilizando para ello un organismo fácil de conseguir y observar los cambios que tienen lugar en el tracto digestivo cuando el alimento avanza por él.

Actividades pág. 19

- ¿De qué color son las levaduras antes de que las ingieran las dafnias?*
- ¿Observas algún cambio de color en las levaduras una vez ingeridas? En caso de que tu respuesta sea afirmativa, indica en qué parte del tubo digestivo tiene lugar y a qué puede deberse.*
- ¿Para qué se añade fibras de algodón?*
- ¿Mejora este diseño experimental si utilizamos otro colorante distinto al rojo neutro?*
- Concreta los objetivos que pueden lograrse con esta técnica.*
- Elabora una comunicación describiendo el desarrollo del experimento y los resultados obtenidos.*

Soluciones:

- Las levaduras, al teñirlas con rojo neutro, son de color rojizo.
- Sí, porque el medio intestinal de las dafnias es básico y las levaduras al llegar allí cambian a colores que van del naranja al amarillo.
- Para impedir que las dafnias se muevan, porque tienen movimientos rápidos.
- Se puede utilizar otro colorante indicador del cambio de pH y que sea vital, es decir, que no sea tóxico para las células vivas. Por ejemplo, el rojo Congo, vira en medio

ácido por lo que el cambio de coloración se daría en el estómago, que tiene pH ácido.

- Observar los cambios químicos (de pH) que experimenta un alimento en su progresión por el tubo digestivo de Daphnia.
- Cuestión abierta.

INVESTIGACIONES 5

Estudio de egagrópilas

La investigación propuesta permite averiguar los hábitos alimenticios de las rapaces nocturnas. Cualquiera de ellas es capaz de devorar tres o cuatro pequeños roedores en una noche, ingiriendo gran cantidad de huesos y pelos que comprimen en su molleja y luego regurgitan durante el día en forma de pelotitas redondas o cilíndricas denominadas egagrópilas.

Otra investigación relacionada con ésta permite localizar nidos y posaderas de estas aves, una vez identificadas las egagrópilas como pertenecientes a una determinada especie.

Actividades pág. 20

- Dibuja alguno de los elementos identificados.*
- Elabora un informe sobre los resultados de esta investigación. En dicho informe se debe plasmar:*
 - Problema a investigar
 - Hipótesis explicativa
 - Diseño (material y métodos)
 - Resultados obtenidos
 - Discusión y conclusiones

Soluciones:

La solución de las actividades es abierta, dependiendo de la realización por parte del alumnado.

TEMA 6 - TRANSPORTE DE NUTRIENTES

TÉCNICAS 6

Estudio de la intensidad de la transpiración en las plantas

Con su resolución se pretende que el alumnado sea capaz de construir un potómetro, supere las dificultades de su montaje y funcionamiento, se familiarice con su manejo, demuestre que se pierde vapor de agua por las hojas, determine la cantidad de agua que se pierde a través de las hojas y del tallo y evidencie la fuerza ascensional debida a la transpiración.

Actividades pág. 21

- a) *¿Hacia donde se desplaza la columna de agua dentro de la pipeta?*
- b) *¿Qué sucede con la columna de agua existente en la pipeta cada vez que se abre la llave del embudo de reservorio?*
- c) *Haz una gráfica del volumen absorbido con respecto al tiempo. ¿Qué indica la forma de la línea obtenida en la gráfica?*
- d) *Investiga el efecto de los factores ambientales: luz (utilizando una bombilla), aire (utilizando un ventilador), temperatura (utilizando una estufa), etc.*

Soluciones:

- a) La columna de agua se desplaza hacia la izquierda, quedando cada vez menos agua en la pipeta.
- b) Cada vez que se abre el embudo de decantación entra agua en la pipeta y la columna de agua se desplaza, llenándola de nuevo.

- c) En principio depende del resultado experimental. Así, en algunos casos después de aumentar más o menos continuamente con respecto al tiempo, cesa la transpiración, probablemente debido al estrés que supone para la planta en corte del tallo. En general, no obstante, se puede detectar un aumento continuo del volumen transpirado con respecto al tiempo.
- d) Se trata de estudiar la influencia de algunos factores ambientales (luz, aire, temperatura, etc.) sobre la intensidad de la transpiración en las plantas.

Se debe elaborar luego un informe sobre esta investigación en el que conste:

- a) Problema a investigar
- b) Hipótesis de trabajo
- c) Diseño experimental
- d) Resultados obtenidos
- e) Discusión y conclusiones

INVESTIGACIONES 6

¿Qué factores afectan a la frecuencia de los latidos cardíacos en las pulgas de agua?

La investigación propuesta permite la observación de los latidos del corazón de un invertebrado, determinar la frecuencia de sus contracciones, observar los efectos de algunos cambios del medio ambiente (aumentando o disminuyendo la temperatura del agua de los recipientes que contienen las pulgas de agua, poniéndolas con agua caliente o con mezcla de hielo) y observar también los efectos que sobre dicha frecuencia cardíaca producen ciertas sustancias, tranquilizantes o estimulantes a distintas concentraciones.

TEMA 7 - INTERCAMBIO GASEOSO Y EXCRECIÓN

TÉCNICAS 7

1. Localización de estomas

Una forma práctica para poner de manifiesto la transpiración foliar es la búsqueda de estomas a través de los cuales se realiza el intercambio gaseoso, objetivo básico de esta técnica.

Actividades pág. 23

- Dibuja tus observaciones.*
- ¿A qué se deben las manchas de color rosado que aparecen en los papeles de filtro?*
- Repite la experiencia en plantas diferentes. ¿Puede generalizarse algún principio sobre la distribución de los estomas en las hojas de las plantas?*
- Suministra esta experiencia pruebas directas o indirectas de la presencia de estomas? Razónalo.*
- ¿Cuál es la función de los estomas?*
- ¿En qué condiciones están abiertos los estomas? ¿Cuándo están cerrados?*

Soluciones:

- En los rectángulos de papel de filtro de color azul, debido a la acción del cloruro de cobalto, se verán manchitas de color rosado. Esas manchas serán más abundantes en el papel que ha estado en contacto con el envés de la hoja que en el que ha estado en contacto con el haz de la hoja.
- Las manchitas de color rosado se deben a la pérdida de vapor de agua que se produce durante la transpiración de la hoja.
- Sí, se puede generalizar que los estomas son mucho más abundantes en el envés de la hoja.
- Suministra pruebas indirectas, ya que los estomas no se visualizan directamente, sino los efectos presumibles de su presencia.
- A través de los estomas, pequeños orificios o poros, se realiza el intercambio de gases (O_2 y CO_2) y la transpiración (pérdida de vapor de agua) en las plantas. La fun-

ción de los estomas es, por tanto, regular el intercambio de gases y la transpiración en las plantas.

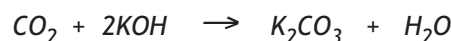
- La apertura y el cierre de los estomas está regulada en la planta por factores ambientales, como la disponibilidad de agua, la luz o la concentración de dióxido de carbono.

2. Estudio experimental de la respiración en los animales

Los productos del metabolismo respiratorio pueden ser determinados cualitativamente. Se proporciona al estudiante el esquema para que diseñe el dispositivo experimental y tras la realización del experimento, tomando como base sus propias observaciones, deberá elaborar una comunicación sobre el mismo.

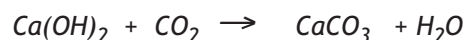
Actividades pág. 24

- El hidróxido de potasio absorbe el dióxido de carbono según la reacción:*



¿Qué papel cumple en el experimento?

- El hidróxido de calcio también absorbe el dióxido de carbono mediante el proceso:*



¿Qué papel desempeña en el experimento?

- En algunos diseños experimentales como éste, se incluye un segundo matraz entre A y B con disolución de $Ca(OH)_2$. ¿Para qué?*
- En el recipiente B, el tubo de la izquierda llega hasta el fondo. ¿Tiene algún sentido esto o realmente es indiferente?*
- Elabora una comunicación describiendo el desarrollo del experimento y los resultados obtenidos.*

Soluciones:

- Elimina el dióxido de carbono del aire evitando así que interfiera en el resultado experimental.
- Absorbe el dióxido de carbono producido por la respiración del animal. La formación del $CaCO_3$ provoca una turbidez fácilmente detectable.

- c) Para comprobar si la absorción del CO_2 por el KOH es total.
- d) Para movilizar el aire del recipiente en que está el animal desde la zona en que éste se encuentra.
- e) El informe se debe hacer, siguiendo las pautas que se dan, en dos apartados:
 - Desarrollo del experimento
 - Resultados

INVESTIGACIONES 7

¿Por dónde transpiran las hojas?

La investigación aborda el problema de cómo se produce en una hoja la pérdida de agua debida a la transpiración. El alumnado deberá realizarla siguiendo las pautas del método científico, tal como se sugiere en estas y otras investigaciones.

Factores que condicionan las respiración en insectos

Con el desarrollo de esta investigación se pretende poner de manifiesto el efecto que algunos factores exter-

nos (temperatura, luz y dióxido de carbono) ejercen sobre la fisiología respiratoria de los insectos.

Una posible vía de investigación podría ser, por ejemplo, obturar los dos pares de espiráculos torácicos con plastilina o cera.

El aire entra a través de los espiráculos torácicos cuando se produce la expansión del tórax, pasando al sistema de tubos traqueales. Los gases -oxígeno y dióxido de carbono- se intercambian con los tejidos a través de las delgadas paredes de las traquéolas. Alternativamente con la expansión torácica, se produce la compresión del abdomen, expulsándose al exterior el dióxido de carbono por medio de los siete u ocho pares de espiráculos existentes en dicho abdomen. La reiteración en los movimientos de expansión-compresión de las paredes corporales permite el intercambio gaseoso.

¿Influye la humedad relativa de la atmósfera en la pérdida de agua en los animales?

La investigación propuesta permite averiguar de qué manera la humedad relativa constituye un factor limitante para la vida de los animales creando atmósferas diferentes para determinar cualitativamente el efecto que sobre dichos animales tiene una variación de la humedad.

TEMA 8 - COORDINACIÓN NERVIOSA

TÉCNICAS 8

Disección de un ojo de vaca

Este material puede adquirirse en carnicerías. Si no es posible utilizar el ojo de vaca, se puede sustituir por el de cualquier mamífero, a condición de que sea grande, caballo por ejemplo; los de cordero resultan un poco pequeños, no obstante, y trabajando con cuidado, puede ser buen material de estudio.

■ Actividades pág. 27 ■

- a) *¿La pupila del ojo de vaca presenta la misma forma que la de tu compañero?*
- b) *¿Qué color presenta la esclerótica? ¿Y la coroides?*

c) *¿Se observan los conos y bastones? ¿Por qué?*

Soluciones:

- a) No, en la vaca presenta la forma ovalada y en el ser humano es redonda.
- b) La esclerótica es de aspecto blanquecino, opaca y muy dura. La coroides es de color negruzco y muy rica en vasos sanguíneos destinados a nutrir el ojo.
- c) Los conos y bastones son células microscópicas, por tanto sólo se pueden visualizar haciendo un corte fino a la retina, tiñéndolo adecuadamente y observando al microscopio. De todas formas, se puede recordar que la retina de estos animales presenta bastones, pero no conos. Por tanto no tienen visión para los colores.

TEMA 9 - COORDINACIÓN HORMONAL

TÉCNICAS 9

Papel antagónico de dos hormonas sobre la pigmentación de las escamas de las truchas

■ Actividades pág. 28 ■

- a) *¿Qué papel desempeña la solución de Ringer?*
- b) *¿Qué función biológica desempeñan los melanocitos?*
- c) *Diseña una experiencia semejante, utilizando como material biológico renacuajos enteros.*

Soluciones:

- a) El líquido de Ringer mantiene la mezcla equilibrada de los cationes Na^+ , K^+ , Ca^{+2} y Mg^{+2} que reproduce las condiciones fisiológicas naturales
- b) Los melanocitos abundan en la dermis y también están presentes en la epidermis. Son células grandes y cargadas de un pigmento denominado melanina, que da color a la piel (también protegen de las radiaciones ultravioletas del Sol).

- c) Cuestión abierta. Se trata de imitar al máximo las condiciones de la técnica propuesta, pero sustituyendo la escama de trucha por un renacuajo pequeño, en las primeras fases de desarrollo, que pueda ser introducido en el hueco de un portaobjetos excavado.

INVESTIGACIONES 9

Estudio experimental de la regulación del crecimiento en longitud de una planta

Este experimento, sobre el que se proponen tres líneas posibles de investigación, parte del problema que plantea la regulación artificial del crecimiento vegetal. Su realización permite analizar datos experimentales y sacar conclusiones en relación con el papel de las auxinas en la regulación del crecimiento vegetal, utilizando para ello grupos de plántulas de avena como material de experimentación.

La solución de las actividades es abierta, dependiente de la ejecución de la investigación por parte del alumnado.

TEMA 10 - LA REPRODUCCIÓN EN LOS ANIMALES

TÉCNICAS 10

I. Observación de las mitosis en el ápice de raíces de lentejas

En esta experiencia se trata de observar e identificar células en diferentes fases de la mitosis. Para ello, se utiliza el ápice de una raíz en crecimiento que contiene células meristemáticas que se están dividiendo activamente.

■ Actividades pág. 30

- a) *Representa los cromosomas de las células del ápice de la raíz tal como los observas al microscopio.*
- b) *¿En qué fase de la mitosis se observan las dos cromátidas hermanas que forman cada cromosoma?*
- c) *¿Por qué se utilizan ápices de raíz para observar las fases de la mitosis en los vegetales?*

Soluciones:

- a) Los cromosomas se observan al microscopio como se muestra en las micrografías de la página de actividades.
- b) Se observa al final de la profase y en la metafase.
- c) Se utiliza el ápice de una raíz en crecimiento para observar las fases de la mitosis, porque contiene células meristemáticas que se están dividiendo activamente.

II. Observación de la meiosis en las anteras inmaduras de una flor

En esta experiencia se trata de observar e identificar células en diferentes fases de la meiosis. Para ello, se utiliza el ápice de una raíz en crecimiento que contiene células meristemáticas que se están dividiendo activamente.

■ Actividades pág. 31

- a) *Identifica las células en diferentes fases de la meiosis.*

b) *Haz un dibujo de cada una de las fases de la meiosis que observes.*

c) *¿Qué fases de la meiosis se observa con más frecuencia? ¿Qué te indica este hecho?*

d) *Señala las diferencias entre las células en mitosis observadas en la experiencia del tema anterior y las células en meiosis.*

e) *¿Puedes sugerir algún cambio para mejorar el diseño experimental de esta práctica?*

f) *¿Por qué elegimos flores en estado de capullo?*

Soluciones:

- a) Los cromosomas se observan al microscopio como se muestra en las micrografías que hay en el libro del alumno página 184 (actividad 9), pero teniendo en cuenta que en la primera división de la meiosis se produce el apareamiento de los cromosomas homólogos.
- b) Para hacer los dibujos de las fases de la meiosis puede servir de modelo el que se muestra en la figura 4.1 de este tema en el libro del alumno.
- c) La profase de la primera división. Esto indica que es la fase más duradera de la meiosis.
- d) Las diferencias se observan al comparar las células que están en la primera división de la meiosis con las células en mitosis.
- e) Una posible mejora sería utilizar la orceína propiónica en vez de orceína acética.
- f) Porque en este estado las anteras aún no han madurado y en ellas está teniendo lugar la meiosis.

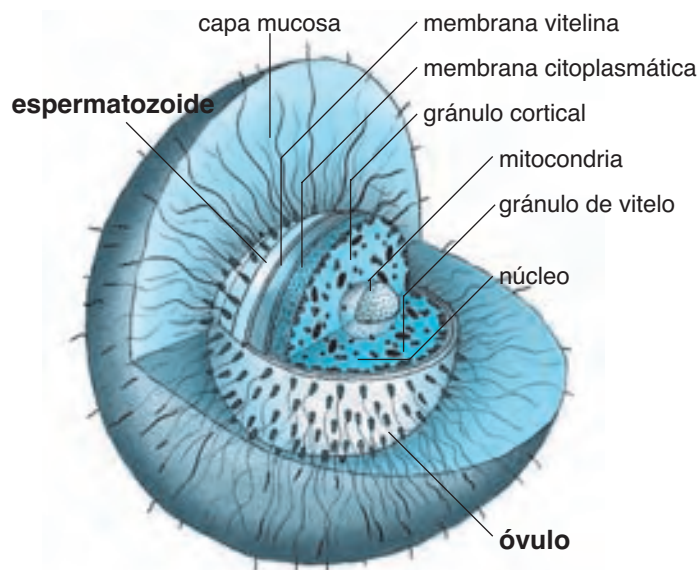
III. La fecundación y el desarrollo embrionario en el erizo de mar

En esta experiencia se pretende visualizar el proceso de fecundación y a continuación observar las primeras fases del desarrollo embrionario en el erizo de mar.

- ¿Tienen movilidad los espermatozoides? ¿Y los óvulos?
- Haz un dibujo de las observaciones realizadas y representa el tamaño relativo de los gametos.
- Durante el proceso de fecundación, aproximadamente, ¿cuántos espermatozoides rodean al óvulo?
- ¿Has observado cambios en la membrana del óvulo durante la fecundación?
- Describe el proceso de fecundación.

Soluciones:

- Si tienen movilidad los espermatozoides, mientras que los óvulos no.
- El dibujo será semejante al de la figura siguiente; en él se observa un óvulo de erizo de mar durante la fecundación y se puede ver el gran tamaño del óvulo comparado con el espermatozoide. El volumen del óvulo de erizo de mar es de $1,9 \times 10^5$ micrómetros cúbicos, más de 10.000 veces el volumen del espermatozoide.



c) Miles de espermatozoides.

d) Sí, una vez que un espermatozoide consigue atravesar las membranas del óvulo y penetra en ella, ésta forma una membrana de fecundación que impide la penetración de otros espermatozoides.

e) La fecundación consiste en la fusión de los gametos masculino y femenino para formar una célula única llamada cigoto o huevo. En este caso es fecundación externa. El óvulo libera sustancias para activar a los espermatozoides y que se dirijan a él; a continuación el espermatozoide entra en contacto con el óvulo, atraviesa la capa gelatinosa y se une a receptores que hay en la membrana vitelina. Después se desencadena la reacción acrosómica, se liberan las enzimas del acrosoma y el espermatozoide atraviesa la membrana vitelina. Finalmente se produce la fusión de las membranas del óvulo y del espermatozoide y, a continuación la fusión de los núcleos. Lo que da lugar a la formación del huevo o cigoto.

INVESTIGACIONES 10

El desarrollo embrionario en el erizo de mar

La investigación propuesta pretende conocer qué factores influyen en el desarrollo embrionario del erizo de mar. Además se trata de averiguar si algún factor puede acelerar dicho desarrollo para facilitar su observación. En la práctica anterior ya se vio la técnica para poder estudiar el desarrollo embrionario en el erizo de mar.

TEMA 11 - LA REPRODUCCIÓN EN LAS PLANTAS

TÉCNICAS 11

Germinación de granos de polen

La experiencia pretende observar la morfología típica de los granos de polen, así como su germinación y, por tanto, el crecimiento del tubo polínico.

Actividades pág. 35

- ¿Por qué germina el polen en presencia de sacarosa? ¿Tiene esto algo que ver con lo que ocurre en la naturaleza?*
- ¿En qué mejora la observación el colorante?*
- Dibuja algunas fases del proceso observado*

Soluciones:

- Si, en el estigma de los carpelos, se produce sacarosa formando, a veces, parte de sustancias pegajosas que contribuyen a la adherencia de los granos de polen.
- En que contrasta mejor las diferentes estructuras, lo que permite su mejor visualización.
- Se debe ver bien el crecimiento del tubo polínico a lo largo del tiempo.

INVESTIGACIONES 11

Condiciones de germinación de los granos de polen

La investigación propuesta permite averiguar cuál es la concentración óptima para el crecimiento de los tubos polínicos. Para ello se propone trabajar con polen de diferentes especies vegetales y para cada una de ellas la experiencia se realiza con diferentes concentraciones de azúcar.

En la práctica anterior ya se vio la técnica para poder estudiar la germinación de los granos de polen y, por tanto el crecimiento de los tubos polínicos.

Condiciones de germinación de las semillas

Sugerencias para la investigación

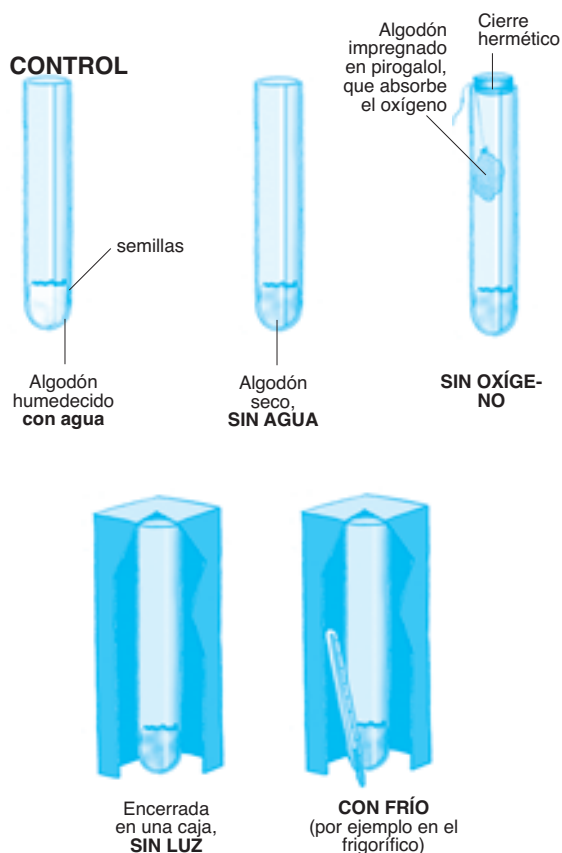
Los factores ambientales que pueden influir en la germinación de las semillas son: la temperatura, la intensidad de luz, la cantidad de agua y el oxígeno. La importancia relativa de algunos de estos factores puede probarse mediante el siguiente experimento:

Colocar algodón en el fondo de cinco tubos de ensayo.

Humedecer el algodón y poner un poco de agua en cuatro de los cinco tubos de ensayo. Dejar el otro seco.

Poner algunas semillas (de berro, habas, lentejas, trigo, guisantes, judías, etc.) sobre el algodón en cada uno de los tubos.

Dejar los tubos de ensayo como se observa en la figura siguiente. (Atención, cuidado con el pirogalol que es corrosivo y puede dañar la piel. Se debe manejar el algodón con cuidado, tocarlo únicamente con pinzas e informar inmediatamente de cualquier vertido de este producto).



- a) *¿Por qué no se debe modificar simultáneamente más de una variable independiente en un experimento?*
- b) *¿Estás investigando algún problema?*
- c) *¿Pueden tener las investigaciones de este tipo algún valor práctico, para la agricultura, por ejemplo?*
- d) *¿Elabora en documento aparte un informe sobre tu investigación?*

Soluciones:

- a) Porque entonces no sabremos cuál de las dos variables es la que influye en el proceso que estamos estudiando.
- b) Sí, se trata de averiguar qué factores intervienen en la germinación de las semillas.
- c) Sí, ya que para un agricultor es importante conocer las condiciones óptimas de germinación de las semillas de las plantas que cultiva.
- d) Se debe elaborar un informe sobre la investigación realizada en el que conste:
- Problema a investigar.
 - Hipótesis explicativa.
 - Diseño (material y métodos).
 - Resultados obtenidos.
 - Discusión y conclusiones.

III. El crecimiento de las raíces

La investigación propuesta pretende averiguar en qué parte de la raíz de una planta se produce el crecimiento en longitud de la misma. Además se trata de conocer si dicho crecimiento se debe a la división de sus células, al alargamiento de las mismas o a las dos cosas conjuntamente.

Los meristemos localizados en los extremos de todos los tallos y raíces (meristemos apicales) están relacionados con el crecimiento en longitud de la planta, denominado crecimiento primario.

Como se vio en la práctica del tema anterior (Observación de la mitosis en el ápice de las raíces de lentejas), las células meristemáticas del ápice de la raíz están en continua división. Como resultado de esta división se forman nuevas células que son desplazadas hacia la base de la raíz o el tallo, y en la región contigua al ápice sufren un alargamiento;

posteriormente, las células ya alargadas sufren el proceso de diferenciación que las va convirtiendo en los distintos tejidos adultos de la planta.

Sugerencias para la investigación

a) Germinación de las semillas

- Seleccionar 10 ó 20 semillas de judía o garbanzo, desechando las que presenten algún defecto a simple vista. Se pueden poner a germinar las semillas tal y como se sugiere en la práctica. De esta forma, la raíz crece recta y se puede medir mejor su longitud para determinar el crecimiento.
- Otra forma de poner las semillas a germinar sería: colocar 4-6 semillas en una placa Petri (preparar 5 placas) con dos discos de papel humedecido con agua y un poco de algodón, también humedecido, situado a un lado de la placa, con el fin de mantener la humedad. Si se viera que esta disminuye durante el proceso de germinación, añadir un poco de agua al papel y algodón las veces que sean necesarias para restablecer las condiciones óptimas.

El proceso de germinación se ve favorecido si se ponen las semillas durante una noche en agua.

b) Localización del crecimiento en longitud de la raíz

De las semillas germinadas tomar 4-5 que tengan las raíces rectas y que midan de 2-4 cm. Colocar cada raíz sobre una regla y marcar con tinta china unos finos trazos en la misma a intervalos de 2 mm, comenzando por el ápice de la raíz, como se observa en la figura de la práctica.

A continuación, poner de nuevo las judías germinadas y marcadas en el tubo de ensayo o en dos placas Petri con papel y algodón humedecido pero, de tal forma, que las marcas de las raíces queden hacia arriba para evitar en lo posible que se borren las señales. Al cabo de una semana, medir la distancia entre las marcas y calcular el incremento medio en longitud de cada intervalo.

Se observarán los trazos de la extremidad de la raíz separados por distancias mayores que las iniciales. Los trazados en la parte superior permanecen a la misma distancia. Con ello queda demostrado gráficamente que la planta crece y la localización de sus regiones de crecimiento.

c) Determinación de la causa del crecimiento

Hacer observaciones microscópicas de las células en distintas zonas de la raíz, para comprobar si el crecimiento se debe a la división de sus células, al alargamiento de las mismas o a ambas cosas.

- a) *¿Por qué se aconseja el método que se observa en la figura 1 para la germinación de las semillas y la observación del crecimiento de la raíz?*
- b) *¿Qué ocurriría si dejáramos que las semillas germinaran en una placa de Petri?*
- c) *Haz un informe sobre el trabajo realizado de acuerdo con el siguiente esquema:*
- *¿Cuál es el problema que has investigado?*
 - *Hipótesis planteadas (una o varias). Si se obtuviese un resultado como el de la fig.2, ¿qué hipótesis prevalecería?*

- *Diseño experimental realizado que incluya materiales y métodos.*
- *Resultados obtenidos.*
- *Discusión y conclusiones.*

Soluciones:

- a) Para que la raíz crezca recta y se pueda medir mejor su longitud para determinar el crecimiento.
- b) No habría prácticamente diferencias y también se podría medir el crecimiento de las raíces.
- c) Se debe elaborar un informe de la investigación según el guión ya indicado.

TEMA 12 - ESTRUCTURA Y DINÁMICA INTERNA DE LA TIERRA

INVESTIGACIONES 12

Prospección de la estructura de un modelo de planeta

Con esta actividad podemos constatar el papel de los modelos en la investigación y de cómo mediante métodos indirectos podemos llegar a sacar conclusiones sobre las características de un objeto. Es una actividad que se puede introducir como referencia a la hora de explicar los métodos indirectos, de índole físico-matemática, para el conocimiento del interior de la Tierra.

Preparación

Confeccionar modelos de planetas en los que el "núcleo" sean bolas de diversa índole (polispán, rodamientos de acero, etc.) y el manto que lo rodea sea de plastilina (P). Procurar que la bola interior sea concéntrica con la exterior.

Procedimiento

Se proponen una serie de pasos que no tienen por qué seguirse en el mismo orden.

Paso 1

Con el calibre se mide el diámetro del planeta, y por tanto el radio.

Con estos datos se calcula el volumen total del planeta mediante la fórmula

$$VT = 4/3 \pi r^3$$

Paso 2

Clavando los alfileres se calcula la profundidad a la que se encuentra el núcleo y con ello, restando dicha magnitud al valor del radio total, obtenemos el valor del radio del

núcleo (esfera interna). Aplicando la fórmula anterior obtenemos el volumen de dicha esfera o núcleo (VN).

Paso 3

Restando el volumen de la esfera interna del valor del volumen total obtenemos el volumen del "manto" de plastilina $VM = VT - VN$

Paso 4

Averiguar la densidad de la plastilina ($dP = M/V$ que es del orden de 1,1 g/cm³).

Se puede realizar de dos formas:

- a) mediante cálculo del volumen que desaloja una determinada cantidad de plastilina, previamente pesada, sumergida en una probeta graduada;
- b) construyendo un cubo perfecto de plastilina del que averiguamos el volumen por cálculo matemático, y cuya masa averiguamos con la balanza.

Paso 5

Conocidas dP (igual a la densidad del manto) y VM , se calcula fácilmente la masa del manto (MM).

Paso 6

Pesar el Planeta para obtener la masa total, a la que restamos la masa del manto y obtenemos así la masa del núcleo restando las anteriores:

$$MT - MM = MN$$

Paso 7

Obtenidas la masa y el volumen del núcleo, averiguar su densidad y emitir una hipótesis sobre su naturaleza.

$$MN / VN = dN$$

TEMA 13 - NATURALEZA, PROPIEDADES Y USOS DE LA MATERIA

TÉCNICAS 13

I. Reconocimiento de minerales por sus propiedades físicas

■ Actividades pág. 41 ■

- a) *Deduce cuáles de las propiedades estudiadas varían con la dirección (vectoriales) y cuáles no (escalares).*
- b) *¿Cuáles te parecen las de mayor valor diagnóstico en el campo?*
- c) *¿Qué sistema o sistemas cristalinos son isótropos, es decir, presentan iguales propiedades en cualquier dirección?*
- d) *En caso de duda, ¿qué método utilizarías para diferenciar entre sí un fragmento de calcita y otro de cuarzo, de tamaños similares, ambos de color blanco?*

Soluciones:

- a) • Vectoriales:
 - 1. Mecánicas: Exfoliación, fractura y dureza.Además de las estas otras propiedades mecánicas son: elasticidad y cohesión o tenacidad.

- 2. Ópticas: Color de la superficie fresca y de la raya, brillo, diafanidad o capacidad de dejar pasar la luz y refringencia.

También la pátina (diferencia de color entre la superficie y el interior del mineral) es una propiedad óptica.

- 3. Magnéticas: Magnetismo.

Otras propiedades vectoriales no estudiadas en el tema son las Propiedades Eléctricas como piroelectricidad y piezoelectricidad.

- Escalares: Densidad (peso específico)

También el punto de fusión es una propiedad escalar.

- b) Color de la superficie fresca y de la raya, dureza, densidad, reacción al ácido (los geólogos suelen llevar un pequeño cuentagotas con ácido clorhídrico diluido).
- c) El cúbico.
- d) Dureza y reacción al ácido.

II. Obtención de cristales en el laboratorio

Respuestas abiertas.

TEMA 14 - PROCESOS GEOLÓGICOS DE ORIGEN INTERNO

TÉCNICAS 14

■ Explorar la tectónica de placas mediante un S.I.G.

1. ASPECTOS GENERALES

■ Actividades pág. 49

- a) *Observa las formas de la península arábiga y la costa NE del continente africano hasta el cuerno de África. ¿Encuentras alguna similitud entre ellas que haga sospechar que un día estuvieron unidas?*
- b) *La gran fosa tectónica del rift se halla a lo largo de relieves. ¿De qué relieves se trata?*
- c) *¿Por qué hay volcanes asociados a estos relieves?*
- d) *¿Ves uno más valles asociados a los relieves terrestres? ¿Están ocupados por algo?*
- e) *¿Cuáles son los países donde los volcanes son más abundantes?*
- f) *Selecciona unos volcanes y pulsa Identify en la barra para ver sus nombres.*
- g) *¿Qué ocurrirá dentro de unos 10 m.a. en esta zona?*

Soluciones:

- a) Localiza las dos placas en que se subdivide África. Haz zoom en África noreste donde las dos se tocan. [Localiza la zona de Afar-Somalia-Eritrea-Cuerno de África]
- b) Se trata de relieves creados por fallas de distensión, al borde de un segmento de corteza adelgazada, sobre el que se han instalado los edificios volcánicos que hacen subir la altitud.
- c) El régimen de distensión que origina las fallas - normales o directas - permiten al magma despresurizarse y ascender.
- d) Grandes lagos.
- e) Uganda, Kenya, Tanzania.
- f) Respuesta abierta.

- g) Estamos examinando la más famosa zona de rift del mundo, la Rift Valley del este africano, donde un continente se está partiendo y las partes se alejan una de otra.

2. LÍMITES DIVERGENTES. RIFTING Y FORMACIÓN DE OCÉANOS

■ Actividades pág. 50

- a) *¿Qué tipo de límite de placa hay en el medio del Océano Atlántico? ¿Puedes localizar un límite similar en otros océanos?*
- b) *¿Puedes ver un valle a lo largo del límite?*
- c) *¿Qué sentido tiene una depresión en medio de un relieve como una dorsal oceánica?*
- d) *¿Por qué hay volcanes en esta zona?*
- e) *Anota la magnitud y frecuencia de los terremotos en la dorsal.*
- f) *¿Por qué la corteza es más antigua cuanto más lejos de la dorsal?*
- g) *¿Cuáles son la latitud y la longitud de Islandia? (accionar Get X-Y en la barra)*
- h) *Los volcanes y terremotos en Islandia son del mismo tipo que en la dorsal medio-atlántica?*

Soluciones:

- a) Observa las flechas de movimiento que indican límite divergente o distensional.
- b) Sí, está el median ridge valley, equivalente al valley de rift con los lagos; los lagos son remplazados por agua marina cuando se abre el océano, como ahora en el Mar Rojo]
- c) La distensión origina un conjunto de fallas normales que dejan entre ellas una fosa tectónica.
- d) Por la salida de nueva corteza en forma de magma gracias a la pérdida de presión originada en las zonas de distensión.
- e) Respuesta abierta.
- f) Para ver edad, volver a <http://www.minerals.si.edu/tdp-map/> → Back of map → section IV.

Utilizar “pan” para desplazarse al norte y pasar a Islandia [la nueva lava que va a formar la costra empuja la anterior de un lado y de otro de la dorsal, y esa se aleja aun más].

- g) Accionar Get X-Y en la barra.
- h) No: en Islandia hay un “hotspot”; hay fallas distensivas pero no la morfología de la dorsal; los petrólogos dicen que la composición de las lavas es diferente.

3. LÍMITES TRASFORMANTES

■ Actividades pág. 51 ■

- a) Explora el mapa en busca de alguna zona en que haya muchos terremotos sin volcanes e indica su situación.
- b) La gran falla de San Andrés en California ¿es un límite? ¿de qué tipo?
- c) ¿Hay volcanes allí? Justifica tu respuesta.
- d) Localiza la gran falla que desde el centro del Atlántico se extiende hasta el Estrecho de Gibraltar. Aparte del archipiélago volcánico de Las Azores, muy cercano a la dorsal, solo observamos en ella registros de terremotos ¿Crees que se trata de una falla transformante? ¿Consideras que puede tener alguna relación con la sismicidad del Norte de África y del Sur peninsular?

Soluciones:

- a) Posibles respuestas: California, Turquía, Béticas.
- b) Pulsar sobre América del Norte, ir a California con “pan”: La gran falla de San Andrés es un límite de tipo pasivo cuyo movimiento se advierte observando las flechas blancas; la parte peninsular de California, junta a la placa pacífica, se mueve al NW por respeto a Norte América.
- c) No por no haber distensión, y porque en profundidad no hay fuentes suficientes de calor.

4. LÍMITES CONVERGENTES

Subducción

■ Actividades pág. 51 ■

- a) ¿Por qué estos archipiélagos tienen forma lineal y arqueada?
- b) ¿Por qué hay una fosa profunda en su parte externa?

c) ¿Por qué hay volcanes? ¿De qué tipo son? ¿Qué composición tienen las lavas?

d) Entonces, ¿Cuál es la diferencia con la dorsal mesoatlántica?

e) ¿De qué tipo son la mayoría de los terremotos allí?

Soluciones:

- a) Son líneas que reflejan la intersección de un plano de subducción con la curvatura de la corteza terrestre].
- b) Por la tensión e inflexión producidas por la placa que se hunde bajo la otra y se mueve dentro al manto.
- c) Hay un régimen de compresión debido al empuje de la placa subducente que hace arquear la extremidad de la otra; sin embargo en la cumbre del arco hay dilatación y distensión y por tanto caminos abiertos para lavas, producidas en profundidad por el calor de la fricción entre las dos placas. Las lavas son andesitas y dioritas.
- d) Son lavas mas “ácidas” que indican contaminación entre corteza continental y oceánica.
- e) Baja frecuencia, alta magnitud; los hipocentros pueden llegar a 700 km de prof., debido a la rigidez de la placa subducente antes de refundirse en el manto.

Colisión

■ Actividades pág. 51 ■

- a) ¿Qué continentes han colisionado?
- b) ¿Dónde se ha ido el océano que estaba entre los dos continentes?
- c) ¿Ha dejado testigos? ¿Qué tipo de rocas?
- d) ¿Hay volcanes en esta zona de colisión?
- e) ¿Los Pirineos son también una cadena originada por colisión? ¿Y las Béticas?
- f) ¿Qué diferencia presentan con los Alpes?

Soluciones:

a) África y Eurasia

Nota: la forma arqueada de la cadena se debe a que cuando el continente africano entró en contacto con Eurasia, su margen era dentado y un saliente de África (“promontorio” de Adria) se encajó en el margen de Europa provocando el plegamiento].

- b) El océano interpuesto entre ambas desapareció (casi todo reabsorbido en el manto por subducción). El Mediterráneo actual no es un residuo de aquel, si no un nuevo mar.
- c) La parte de corteza no subducida es expulsada hacia arriba y echada sobre los márgenes de los continentes; éstas rocas procedentes de corteza oceánica escapada a la subducción son la ofiolitas.
- d) Antes de la colisión sí, por que hay subducción, durante no, porque hay compresión y espesamiento de la cor-

teza; después, en fase de relajamiento del orógeno, el gradiente geotérmico sube pero el magma se queda en el subsuelo formando plutones y batolitos.

- e) No en sentido estricto, aunque se relacionan indirectamente con la colisión entre Eurasia y África, que en esta zona ha interactuado con movimientos a lo largo de fallas transformantes del Océano Atlántico que iba expandiéndose; hubo compresiones como consecuencia de movimientos transcurrentes.
- f) La explicada.

TEMA 16 - HISTORIA DE LA TIERRA Y RIESGOS GEOLÓGICOS

TÉCNICAS 16

Reconocimiento de fósiles

■ Actividades pág. 61 ■

- b) 2. *¿Cuál pudo ser una de las principales causas de la extinción Pérmica de los Trilobites?*
- d) *Compara la concha de un Ammonites con las de un caracol actual y señala cuáles son sus principales diferencias.*
- e) *¿Por qué son escasos los restos fósiles de vertebrados?*
- f) *¿Cuáles de los fósiles estudiados tienen valor como fósiles-guía?*

Soluciones:

- b) 2. Se espera que entre las hipótesis emitidas surja la que relaciona la disminución de las especies marinas a la gran disminución de las líneas de costa relacionada con los choques continentales que dieron origen a la Pangea V a finales del Paleozoico.
- d) Las principales diferencias son que la concha del Ammonites (Cefalópodo) está tabicada mientras que la del caracol (Gasterópodo) no lo está y tiene una columna interna.
- e) Existen diversos motivos: En general son menos numerosos que los Invertebrados y por otra parte en los ambientes subaéreos es muy difícil que se produzca fosilización debido a la ausencia o deficientes condiciones de enterramiento.
- f) Respuesta abierta.

TEMA TRANSVERSAL

TÉCNICAS TEMA TRANSVERSAL

Trabajo de campo: útiles



Actividades pág. 62

Contesta qué material será el más conveniente para cada una de las siguientes tareas:

- Numerar muestras de rocas o fósiles.
- Pintar los elementos de un mapa.
- Recolectar muestras.
- Orientar y localizar muestras en un mapa.
- Guardar muestras no consolidadas.
- Medir el espesor de un conjunto de capas o estratos.
- Anotar cuidadosamente las observaciones.
- Mirar elementos no visibles a simple vista.

Soluciones:

Material mas conveniente para:

- Rotuladores.
- Lapices de colores.
- Martillo (en caso de fósiles se puede complementar con escoplos o cinceles).
- Brújula.
- Guardar muestras no consolidadas.
Bolsas de plastico.
- Cinta metrica (de 2m para uno o pocos estratos, de 20m para un conjunto más espeso).
- Cuaderno de campo (mejor si con una cubierta robusta).
- Lupa de mano.

Introducción a la interpretación del mapa topográfico

Actividades pág. 67

Observa un fragmento del Mapa Topográfico nacional a escala 1/25.000 de Valdepeñas de la Sierra (Madrid) (fig. 4) y realiza las siguientes tareas :

- Observa el conjunto del mapa identificando los elementos naturales (topografía, hidrografía), los usos del suelo (naturales, parcialmente antropizados) y los correspondientes a obras humanas (vías de comunicación, edificios, etc)
- Localiza en el mapa el punto de mayor y el de menor cota.
- ¿Cuál es la equidistancia entre las curvas de nivel?
- Calcula la distancia en el plano entre la Cueva del Reguerillo y la presa de El Pontón de la Oliva
- ¿En qué sentido discurre el río Lozoya? Sitúa sus márgenes izquierda y derecha.
- Observa el curso del río Lozoya y el del río Jarama, del que se hace afluente a la altura de El Horcajo ¿Qué diferencias notables encuentras entre los dos?
- Realiza dos perfiles topográficos. El primero entre el Cerro de la Oliva (907m) y el Pico del Murciano (891m) y el segundo, perpendicular al curso del río, entre Las Chozas (857 m) y la margen opuesta (cota 866 m).

- Describe la morfología de cada uno de ellos y suministra una pequeña explicación a la diferencia entre ambos.
- 8. Busca ejemplos en el mapa para indicar qué formas del relieve representan las curvas de nivel cuando:
 - las de menor cota envuelven a las de mayor
 - las de mayor cota envuelven a las de menor
- 9. ¿Cómo es la pendiente del terreno cuando las curvas de nivel están muy próximas? ¿cuando están muy separadas? Localiza en el mapa dos zonas que presenten estas características.
- 10. Si unos excursionistas van desde el km 9 de la carretera autonómica M-102 hasta el pico de Las Esparteiras ¿qué distancia real recorrerán?
- 11. Si el Cerro de la Oliva se encuentra en la Comunidad de Madrid y el Pico del Murciano en la de Castilla La Mancha (Guadalajara) ¿qué criterios se han seguido para señalar el límite entre ambas comunidades?
- 12. Observa los canales subterráneos de abastecimiento de agua a Madrid (líneas discontinuas) y las tuberías forzadas para impulsar el agua desde las cotas más bajas a las más altas (líneas continuas) y contesta a las cuestiones siguientes:
 - ¿En qué sentido circula el agua de los canales del Jarama, el Atazar y el Lozoya?
 - ¿Cómo cruza el barranco la tubería que va desde un poco más abajo de la Cueva del Reguerillo hasta el cerro de enfrente, en línea recta como si fuera un puente que cruza el barranco por arriba como en el esquema de la figura 10 a, o baja hasta el fondo del barranco y sube por la ladera opuesta como en el esquema de la figura 10 b?
- 13. En este fragmento de mapa :
 - ¿Cuáles son los usos del suelo más extendidos?
 - ¿en qué Comunidad Autónoma hay más coníferas? ¿Y más olivar?
 - Suministra algún tipo de explicación para justificar los usos del suelo comentados.

Soluciones:

2. 1013 (a N de Los Laderones) y 698 (El Bravo, SO).
3. 10 m
4. 1 km
5. De Norte a Sur. La margen izquierda es la occidental.
6. El Lozoya tiene mayor pendiente (50 m de desnivel por respeto a 20) y un valle mas estrecho.

7. Localiza los dos sitios y dibujas los perfiles siguiendo el procedimiento ilustrado en la fig. 3, p.65

El primer perfil es perpendicular a las curvas de nivel, el segundo es oblicuo; por consecuencia, el primero muestra pendientes mas altas (reales), el segundo menores (aparentes).

Ambos son asimetricos (pendiente menor en la margen izquierda).

8. • Curvas de nivel de menor cota envolviendo las de mayor: picos; hay varios, por ejemplo en las cotas 1013, 1011, 951, 976, 865 etc.
• Curvas de nivel de mayor cota envolviendo las menor: valles y barrancos.
9. Cuando las curvas están muy próximas indican mayor pendiente.
Cuando están muy separadas indican menor pendiente.
Ambas se pueden observar:
 - a lo largo del Lozoya y de los cauces menores.
 - a los lados del Jarama.
10. La distancia horizontal es 750 m, el desnivel 228 m.
La pendiente media es $228/750 = 0,304 = 30,4\%$ ($13^\circ - 14^\circ$) y la distancia real aproximadamente de 786 m.
11. El curso del Lozoya.
12. • De NE a SO.
 - Baja hasta el fondo (ver cuadradito rojo) y es impulsada hacia arriba.
13. • Prados y pastizales
 - En la de Castilla la Mancha
 - La de Madrid
 - Respuesta abierta que se espera los estudiantes relacionen con la humedad en el suelo (orientación y vientos) y con la deforestación.

IV. El mapa geológico

Actividades pág. 71

- a) Estos cuatro mapas geológicos representan distintas posiciones de una misma columna estratigráfica.
 1. Realiza los cortes en dirección N-S de las figuras a, b, c y d.
 2. Completa la litología en los mapas b y c.
 3. Calcula gráfica y algebraicamente el espesor real del estrato 2 en los casos b, c y d.

b) Deducir el mapa geológico y los cortes geológicos restantes correspondientes a las siguientes estructuras (fig. 3).

c) Estructuras plegadas. En el mapa de la figura 4 aparece representado un pliegue. Realiza un corte en dirección oeste-este para cada uno de estos casos:

1. El estrato A es el más antiguo.
2. El estrato A es el más moderno.

d) Análisis e interpretación de los tipos de fallas a partir de su representación cartográfica (mapa geológico de la fig. 69).

Deduce el tipo de falla, y traza los cortes geológicos en cada uno de los siguientes casos:

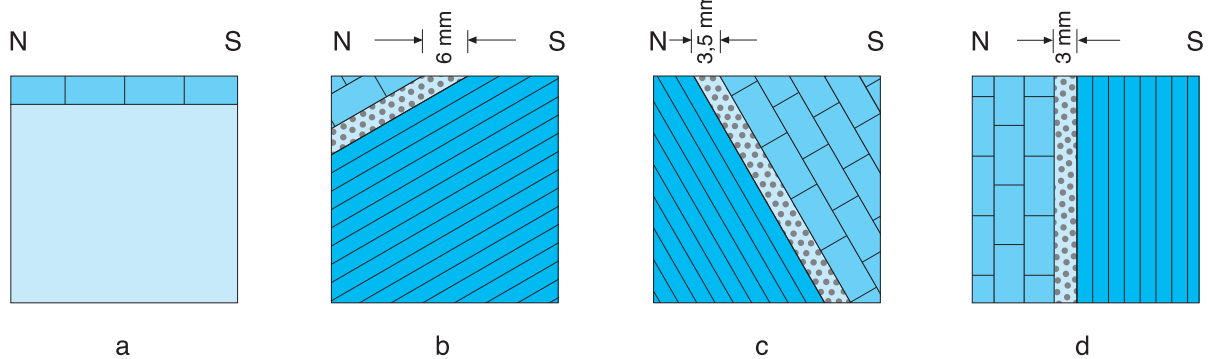
1. Buzamiento de los estratos hacia el sur (p. ej. 45°) y del plano de falla hacia el Oeste.
2. Buzamiento de los estratos hacia el sur, y del plano de falla hacia el Este.

Soluciones:

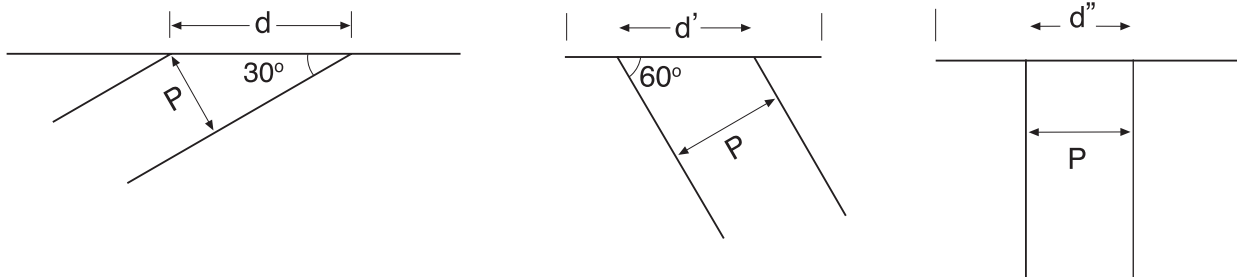
a) 1. En la figura a) no podemos determinar la potencia de los estratos, sólo su posición relativa según la columna litológica. Ello es debido a que se trata de estratos horizontales en vista superior.

3. Los estratos b, c y d tienen la misma potencia, aunque en superficie afloren con diferentes extensiones según su inclinación.

a) 1 y 2



a) 3



$$\frac{P}{d} = \sin 30 \Rightarrow P = d \sin 30$$

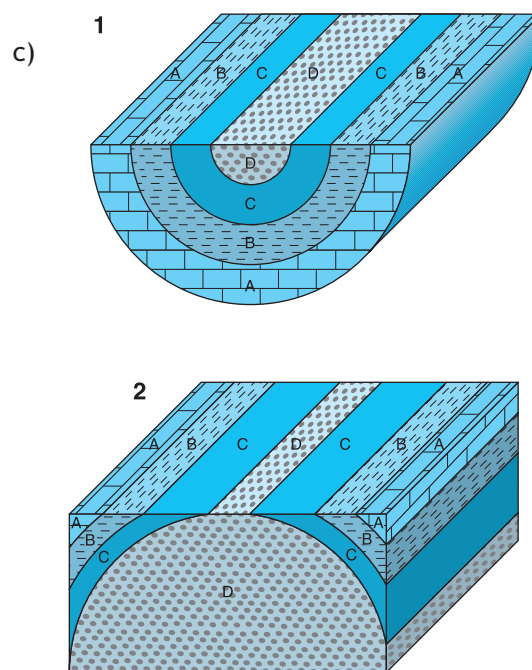
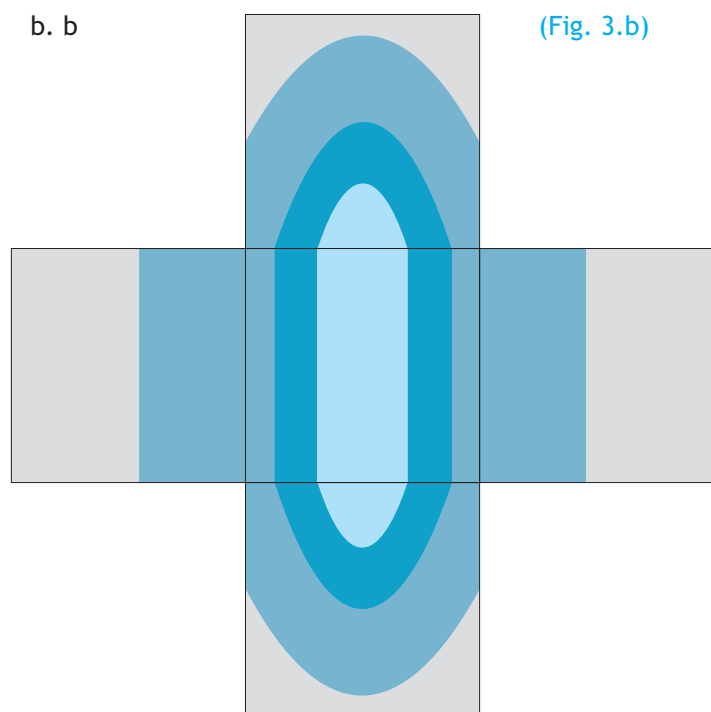
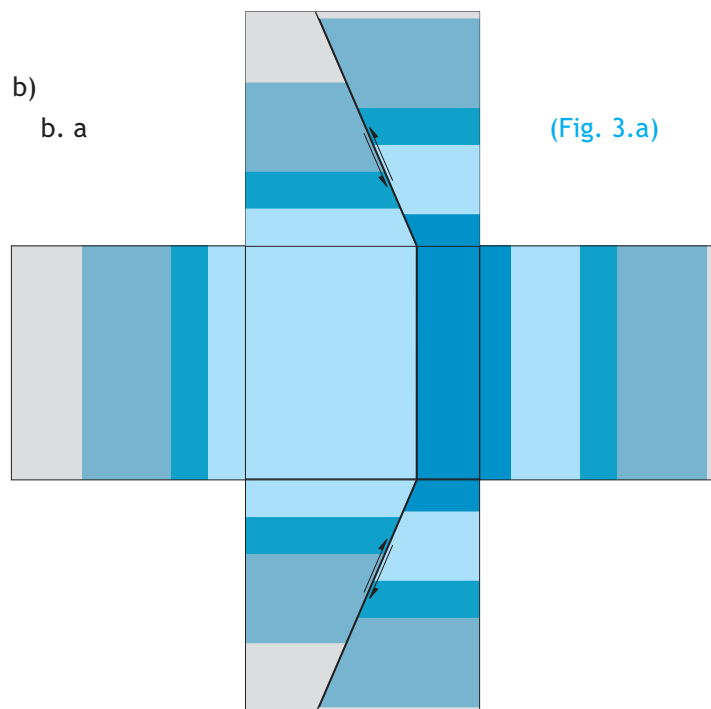
$$P = 6 \cdot \sin 30 = 3$$

$$\frac{P}{d'} = \sin 60 \Rightarrow P = d' \sin 60$$

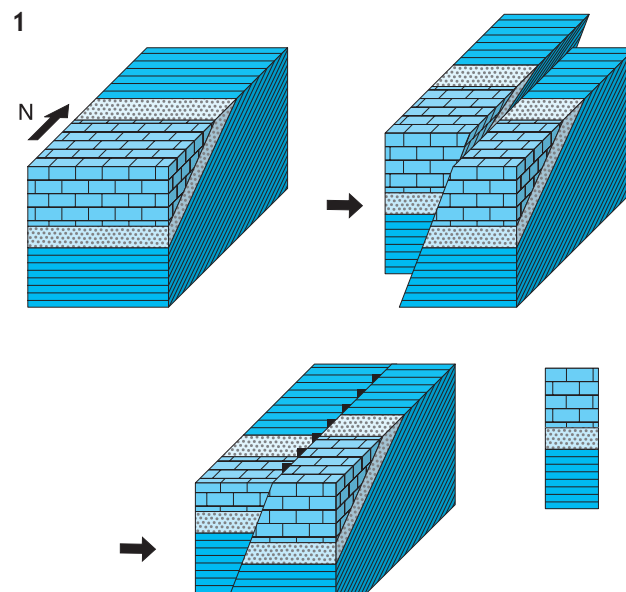
$$P = 3,5 \cdot \sin 60 = 3$$

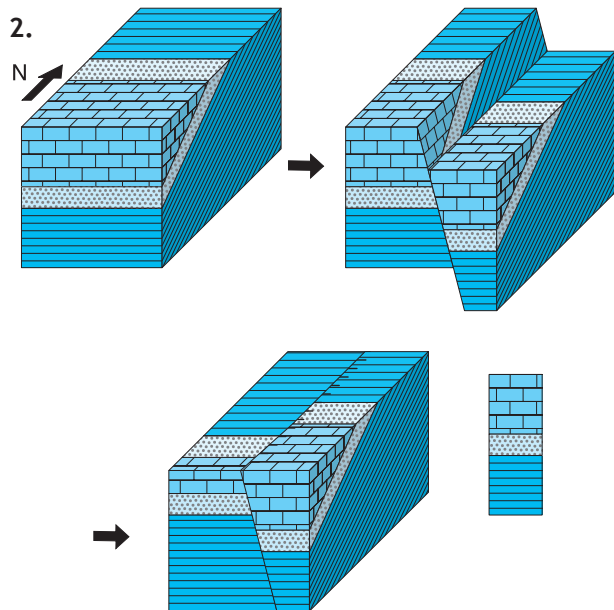
$$P = d''$$

$$P = 3$$



d) **NOTA:** Este ejercicio se reservará a los estudiantes más adelantados con buena capacidad de visión espacial.





BIBLIOGRAFÍA

BIOLOGÍA

Obras de carácter general

ASIMOV, I. (1989). *Pasado presente y futuro*. Editorial Plaza y Janes.

AUDESIRK, T.; AUDESIRK, G.; BYERS, B.E. (6ª Edición. 2003). *Biología. La vida en la Tierra*. Prentice Hall.

CAMPHELL, N.A. y REECE, J.B. (7ª Edición, 2007). *Biología*. Editorial Médica-Panamericana.

CURTIS, H.; BARNES, S.; SCHNEK, A Y FLORES, G. (6ª Edición. 2007). *Invitación a la Biología*. Editorial Médica-Panamericana.

CURTIS, H.; BARNES, N.S.; SCHNEK, A. Y MASSARINI, A. (7ª edición, 2008). *Biología*. Editorial Médica-Panamericana.

GARCÍA, M.; FRANCO, L.; FURIÓ, J.; GARCÍA, Mª Á.; REIG, JOSÉ Y SENDRA, R. (1994). *Biología*. Texto para COU. Editorial ECIR. Valencia.

MADIGAN, M.T., MARTINKO, J.M. y PARLER, J. (10ª Edición, 2003). *Biología de los Microorganismos*. Brock. Editorial: Prentice Hall. Pearson educación.

PURVES, W.K., SADAVA, D., ORIAN, G.H., HELLER, H.C. (6ª Edición 2006). *Vida. La Ciencia de la Biología*. Editorial Médica Panamericana.

PRESCOTT, L.M., HARLEY, J.P. Y KLEIN, D.A. (2004). *Microbiología*. Ed. Mac-Graw Interamericana.

SOLOMON, E.P., BERG, L.R. y MARTIN, D.W. (5ª Edición 2001). *Biología*. Ed. Mac-Graw-Hill. Interamericana.

VVAA. Ciencias de la Naturaleza. (1997). *Biología I*. Biología general. Editorial Planeta.

Organización y clasificación de los seres vivos

ALBERTS, B. y col. (4ª Edición, 2004). *Biología Molecular de la célula*. Editorial Omega, Barcelona.

ALBERTS, B. y col. (2ª Edición, 2007). *Introducción a la Biología Celular*. Editorial Médica-Panamericana.

BECKER, W.E., KLEINSMITH, L.J. Y HARDIN, J. (6ª Edición, 2006). *El Mundo de la Célula*. Editorial Pearson.

INGRAHAM, J.L. & INGRAHAM, C.A. (1998, 2 vol.). *Introducción a la Microbiología*. Ed. Reverté.

MARGULIS, L. Y SCHWARTZ, K.V. (1985). *Cinco reinos*. Editorial Labor.

MARGULIS, L. (1986). *El origen de la Vida*. Editorial Reverté. Barcelona.

PANIAGUA, R. y col. (2003, 2ª edición). *Biología Celular*. Editorial MacGraw-Hill Interamericana.

RAMÓN, D. (1998). *Los genes que comemos*. Editorial Bromera.

VOGEL, G. ANGERMANN, H. (1974). *Atlas de Biología*. Editorial Omega.

Biología de los animales y de las plantas

ATTENBOROUGH, D. (1995). *La vida privada de las plantas*. Editorial Planeta.

HICKMAN, C.P. y Col. (13ª Edición, 2006). *Principios integrales de Zoología*. Editorial MacGraw-Hill Interamericana.

HILL, R. (1979). *Fisiología Animal Comparada*. Editorial Reverté. Barcelona.

MOYES, C. D. (2007). *Principios de Fisiología animal*. Pearson Educación.

NABORS, M.W. (2006). *Introducción a la Botánica*. Ed. Pearson-Addison Wesley.

RAVEN, P; EVERTT, R. Y EICHHORN, S. (1992) *Biología de las plantas*. Editorial Reverté. Barcelona.

THIBODEAU, G.A. Y PATTON, K.T. (4ª Edición, 2000). *Anatomía y Fisiología*. Editorial Harcourt.

STORER, STEBBINS, USINGER, NYBAKKEN. (1986). *Zoología General*. Omega. Barcelona.

STRASBURGER (35ª edición, 2004). *Tratado de Botánica*. Editorial Omega.

THERON, A. (1975). *Botánica*. Montaner y Simón. Barcelona.

LIPPERT, H. (2005). *Anatomía con orientación clínica*. Ed. Marbán.

VILLENEUVE, F. Y DESIRÉ, CH. (1977). *Zoología*. Editorial Montaner y Simon. Barcelona.

VVAA. Ciencias de la Naturaleza. (1997). *Biología II. Biología vegetal y animal*. Editorial Planeta.

Revistas

CHOI, CHARLES Q. (2008). El arca de los anfibios. *Investigación y Ciencia*, pp.11. Septiembre 2008.

DOUGLAS FIELD R. (2008). ¿Qué función cumple la sustancia blanca? *Investigación y Ciencia*, pp.54- 61. Mayo 2008

LEHRMAN, RALLY. (2008). Ian Wilmut: Células madre. *Investigación y Ciencia*, pp. 36-37. Octubre 2008.

RAKESH K.J. (2008). Terapia vascular para tratar el cáncer. *Investigación y Ciencia*, pp.14- 2. Marzo 2008.

SHAPIRO R.. (2007). El origen de la vida. *Investigación y Ciencia*, pp. 18- 25. Agosto

TITZE I. R. (2008). El instrumento musical humano. *Investigación y Ciencia*, pp.76- 83. Marzo.

VANNIER J. (2008). Orígenes de la diversidad biológica. *Investigación y Ciencia*, pp.80- 87. Abril 2008

WENNER, M.. (2008). Potenciadores del sabor. *Investigación y Ciencia*, pp. 54- 57. Octubre 2008.

WILMUT, I. (1999). Clonación con fines médicos. *Investigación y Ciencia*. Labor.

WILLIAMSON D.I., VICKERS S.E. (2008). El origen de las larvas. *Investigación y Ciencia*, pp.46- 56. Marzo.

VVAA. (2000). Clonación: la naturaleza se resiste. *Rev. Mundo científico* n° 217. Editorial Fontalba.

VVAA. (2002). A través del microscopio. Temas 29. *Investigación y Ciencia*. Labor.

VVAA. (2004). Biodiversidad. Temas 35. *Investigación y Ciencia*. Labor.

VVAA. (2005). Los cinco sentidos. Temas 39. *Investigación y Ciencia*. Labor.

VVAA. (2005). El corazón. Temas 42. *Investigación y Ciencia*. Labor.

VVAA. (2007). Desarrollo del cerebro, desarrollo de la mente. Temas 49. *Investigación y Ciencia*. Labor.

VVAA. (2008). El origen de la vida. Temas 52. *Investigación y Ciencia*. Labor.

VVAA. (2003). Manipulación cerebral. *Investigación y Ciencia*. Noviembre.

GEOLOGÍA

Obras de carácter general

AYDON, C. (2005). *Historias curiosas de la ciencia: todo aquello que usted quería saber sobre la ciencia y nunca se atrevió a preguntar*. Ed. Ma Non Troppo.

Conjunto de artículos cortos mediante los que el autor explica lo que deberíamos saber sobre el universo, el mundo y otros acontecimientos.

ANGUITA, F. (2002). *Biografía de la Tierra*. Aguilar S.A. de Ediciones, grupo Santillana. Madrid pp.

Libro en el que el autor muestra de forma rigurosa y amena el trabajo de los científicos de la Tierra quienes buscan pistas como detectives del pasado y diagnostican dolencias como médicos del futuro.

CARRILLO, L.; GARCIA-AMORENA, L. y GISBERT, J. (2001). *Geología*. Ed. Ecir, Valencia. 327 pp.

Libro pensado para estudiantes de 2º de bachillerato y primeros cursos de Facultad así como para el profesorado que desea iniciarse con rigor en la Geología y su Didáctica. Presenta una visión moderna de la Geología y dos capítulos dedicados a la geología de España. Presenta asimismo numerosas actividades de tipo práctico. Está ilustrado con profusión de imágenes e incluye una colección de mapas temáticos (geología, topografía, recursos, etc) superponibles de España que facilitan trabajar la geología de las distintas CC.AA entre otras posibilidades. Obtuvo el Premio de la Generalitat Valenciana al mejor libro de texto del año 2001.

COENRAADS, R.R. (2005). *Rocas y fósiles*. Ed. Timun Mas

El autor describe lo que sucede en el interior de la Tierra y su influencia en las formas de vida actuales y pasadas así como en la formación de rocas y minerales y su importancia para la humanidad.

FOUCAULT, A y RAOULT, J.F. (1985) *Diccionario de Geología*. Ed. Masson, París. 316 pp.

Obra clásica que no ha perdido vigencia y es de gran utilidad para contrastar el significado de algunos términos o conceptos que se utilizan a veces en los libros de texto sin mucho rigor.

GÓMEZ ORTIZ, D. (2005) *Introducción a la geología práctica*. Ed. Universitaria Ramón Areces

El autor resume los conocimientos geológicos mínimos necesarios para desarrollar trabajos de investigación sobre el terreno. Muy interesante la presentación de métodos de estudio y análisis de datos.

GUTTIERREZ ELORZA, M. (Coord.) (1994). *Geomorfología de España*. Ed. Rueda. Madrid, 526 pp.

Compilación de trabajos de gran interés realizados por especialistas de todo el Estado. Muy útil para información sobre la geología de las distintas CC.AA.

HALLAM, A. (1985). *Grandes controversias Geológicas*. Ed. Labor. Barcelona, 180 pp.

Texto muy interesante para las personas interesadas en la historia y filosofía de la Geología.

MARKL, G. (2004). *La Tierra: Un viaje por la historia de nuestro planeta*. Ed. Ares y mares. Barcelona, 241 pp.

Libro que forma parte de la serie “Una universidad para los niños” escrito en un lenguaje adecuado para que también jóvenes y mayores conozcan en profundidad el nacimiento de nuestro planeta, su evolución histórica, su presente y su futuro.

MEDIAVILA, M.J. (2006). *La Historia de la Tierra: Un estudio global de la materia*. Ed. McGraw-Hill/Interamericana de España S.A,

Síntesis de los hallazgos realizados por la Geología en los últimos 50 años a través de la historia de cómo las moléculas de nuestros cuerpos o de las rocas han evolucionado desde su origen estelar hasta la actualidad.

STRAHLER, A.N. (1997). *Geología Física*. Ed. Omega. Barcelona, 648 pp.

Este libro abarca todos los campos de la Geología, tanto los tradicionales como los modernos. La Geología Física tradicional versa sobre mineralogía, petrología, geología estructural, estratigrafía y geomorfología; también incluye principios básicos sobre sismología, gravedad, geoquí-

mica y radioquímica. Por su parte, la geología moderna debe gran parte de su esencia a estudios sobre geología marina y tectónica de placas. Todo el texto explica la Geología en un lenguaje claro y sencillo y su amplitud de enfoque permite al profesor seleccionar aquellos temas más apropiados para las necesidades del curso.

VERA TORRES, J.A. (1994). *Estratigrafía. Principios y métodos*. Ed. Rueda. Madrid, 806 pp.

Obra imprescindible para quienes deseen aprender o realizar consultas sobre cuestiones generales o puntuales de Estratigrafía.

VIRGILI, C. (2003). *Lyell: El fin de los mitos geológicos*. Ed. Nivela. Barcelona, 318 pp.

Texto muy interesante para las personas interesadas en la historia y filosofía de la Geología.

Estructura interna de la Tierra y dinámica de origen interno

BOURSEILLER, P. (2001). *Los volcanes y los hombres*. Lungwerf Editores S.A.

Obra que recoge el trabajo del reconocido fotógrafo y comentarios del autor sobre las diferentes creencias que los volcanes suscitaban entre los humanos.

LUGO HUBP, J. (2004) *El relieve de la Tierra y otras sorpresas*. Ed. FCE, 160 pp.

Este libro trata los temas fundamentales vinculados con la superficie terrestre y otros como el idioma geomorfológico o la actividad sísmica y volcánica. El lector encontrará definiciones, mapas, esquemas y fotografías que lo acercarán a la comprensión de su propio entorno y posición en la Tierra.

REDFERN, R. (2002) *Orígenes: la evolución de los continentes, los océanos y la vida en nuestro planeta*. Ed. Paidós Ibérica S.A.

Buen libro de información escrito con un lenguaje muy ameno y excelentes ilustraciones. Explica la dinámica cortical y los cambios a los que la humanidad deberá adaptarse para su propia supervivencia.

Temas de *Investigación y Ciencia* año 1997 (nº) *Los volca-*

nes. Editorial Prensa Científica. Barcelona

Monográfico que analiza el origen y dinámica de los volcanes, las erupciones más espectaculares y los riesgos asociados al vulcanismo.

Temas de *Investigación y Ciencia* año 2000 (nº 20) *La superficie terrestre*. Editorial prensa Científica. Barcelona.

Monográfico con los últimos artículos publicados sobre la Tectónica de Placas y su influencia en la creación de las grandes estructuras del relieve terrestre.

VV.AA. (1999) . *Los Volcanes*. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra. Rev. de la AEPECT. Vol 7 (3).

Monográfico sobre multitud de aspectos didácticos relacionados con este tema geológico por excelencia.

Riesgos geológicos

I.C.O.G. (1997). *Guía ciudadana de los Riesgos Geológicos*. Madrid 196 pp.

Una guía bien ilustrada para comprender los riesgos geológicos incluyendo suelos expansivos, asbestos, radón, terremotos, volcanes, deslizamientos, subsidencia, inundaciones y riesgos costeros.

OLCINA SANTOS, J y AYALA, F.J. (2002). *Riesgos naturales*. Ed. Ariel

El libro cubre un hueco existente en la edición de estudios integrales, desde una óptica multidisciplinar, sobre peligrosidad natural, ofreciendo un análisis detallado pero accesible, de utilidad para profesionales y docentes.

Mineralogía y Petrología

ADAMS, A.E.; MACKENZIE, W. S. y GUILFORD, C. (1984). *Atlas of sedimentary rocks Under the microscope*. Ed. Longman, 104, 149 pp.

Atlas con 200 microfotografías correspondientes a numerosas rocas sedimentarias seleccionadas por su interés didáctico y científico. Muy interesante para adentrarse en el mundo de la petrografía microscópica.

BERRY, L.G. y MASON, B. (1966). *Mineralogía*. Ed. Aguilar. Madrid, 690 pp.

Obra clásica de la Mineralogía general y sistemática que aún se utiliza en las Facultades de Geología .

CARRILLO, L. y GISBERT, J. (1993). *Pero...¿hay rocas en la calle?*. Ed. Excmo. Ayto. de Zaragoza.

Materiales muy útiles que constan de una guía de rocas ornamentales donde las rocas aparecen clasificadas en fichas clasificadas (descripción *de visu* y microscópica, etc.) y de dos cuadernos didácticos (para el alumnado y el profesorado) para la elaboración de itinerarios de Geología en las ciudades.

HEINRICH, E.W. (1970). *Identificación microscópica de minerales*. Ed. Bilbao-Urmosa. 456 pp.

Manual de mineralogía óptica y petrografía para la identificación microscópica de minerales y rocas, y sus texturas.

I.G.N. (1994). *Atlas Nacional de España*. Sección V: Minería. Ed. M.O.P.T. y M.A. Madrid.

Obra de divulgación muy interesante y profusamente ilustrada sobre los recursos minerales en España.

I.G.N. (1994). *Atlas Nacional de España*. Sección IV: Energía. Ed. M.O.P.T. y M.A. Madrid.

Obra de divulgación muy interesante y profusamente ilustrada sobre los recursos energéticos en España.

MACKENZIE, W. S.; DONALDSON, C.H. y GUILFORD, C. (1996). *Atlas de rocas ígneas y sus texturas*. Ed. Masson. Barcelona-Madrid, 149 pp.

Atlas con 300 microfotografías correspondientes a 179 rocas ígneas seleccionadas por su interés didáctico y científico. Muy interesante para adentrarse en el mundo de la petrografía microscópica.

RICCI LUCCHI, F. (1995). *Sedimentografica: A photographic Atlas of Sedimentary Structures*. Columbia University Press, 255 pp.

Obra profusamente ilustrada, imprescindible para quienes quieran adentrarse en el mundo de la interpretación de estructuras y medios sedimentarios.

SCHUMANN, W. (1987) *Guía de Rocas y Minerales*. ED. Omega. Barcelona

Guía útil para reconocer los minerales y rocas acompañada de materiales complementarios que ayudan en su reconocimiento.

YARDLEY, B.W.; MACKENZIE, W. S. y GUILFORD, C. (1997). *Atlas de rocas metamórficas y sus texturas*. Ed. Masson. Barcelona-Madrid, 149, 120 pp.

Atlas con 240 microfotografías correspondientes a rocas metamórficas seleccionadas por su interés didáctico y científico. Muy interesante para adentrarse en el mundo de la petrografía microscópica.

ZORZIN, R. (2002). *Conocer los minerales*. Susaeta Ediciones, S.A. Madrid

Libro muy asequible que profundiza en el estudio de los minerales con conceptos claros de las especies más frecuentes.

Geodinámica Externa

HUTCHINSON, S. y HAWKINS, L. (2005). *Océanos*. Ed. Timun Mas 300 pp.

Guía profusamente ilustrada del mundo marino. Incluye la explicación de la historia de los océanos, los animales y vegetales que los colonizan y el efecto humano sobre dichos ecosistemas.

CÁNCER, L.A. (1999) *la degradación y la protección del paisaje*. Ed. Cátedra 246 pp.

Un análisis del papel del hombre como un elemento más del geosistema y su capacidad para adaptarse al mismo y para transformarlo como ser inteligente con una capacidad tecnológica creciente, que le convierte en un agente fundamental en la dinámica del paisaje.

I.G.N. (1994). *Atlas Nacional de España*. El suelo. Ed. M.O.P.T. y M.A. Madrid.

Obra de divulgación muy interesante y profusamente ilustrada sobre este contenido complejo que es el suelo.

Ley de Aguas (1985). *Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo*. Madrid

Un texto interesante que conviene conocer para trabajar con nuestros estudiantes sobre diversos aspectos relacionados con el agua.

Ley de Costas (1989). *Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo*. Madrid

Un texto interesante que conviene conocer para trabajar con nuestros estudiantes sobre diversos aspectos relacionados con el medio ambiente marino.

MATA OLMO, R y SANZA HERRAIZ, C. (2004). *Atlas de los paisajes de España*. De. Ministerio de Medio Ambiente.

Cartografía general y un análisis y valoración del conjunto de los paisajes españoles que puede servir de marco para otros estudios del paisaje a escala regional y local. Herramienta interesante para interpretar los distintos paisajes.

MARTÍN CHIVELET, J. (1999). *Cambios climáticos. Una aproximación al sistema Tierra*. De. Mundo Vivo-Libertarias. Madrid, 324 pp.

Nuevo y apasionante enfoque de un tema de rabiosa actualidad: los cambios climáticos globales, y su relación con la humanidad estudiados en base a observaciones actuales y al registro geológico (las rocas, los sedimentos, los fósiles y el hielo).

VV.AA. (2005) . *Tsunami. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. Rev. de la AEPECT. Vol 13 (1).

Monográfico sobre multitud de aspectos didácticos relacionados con este apasionante tema con importantes repercusiones medioambientales.

VV.AA. (2005) . *Los glaciares. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. Rev. de la AEPECT. Vol 13 (3).

Monográfico sobre multitud de aspectos didácticos relacionados con este apasionante tema.

Geología Histórica

ANTÓN, M. (2007) *El secreto de los fósiles*. Aguilar S.A. de Ediciones-Grupo Santillana, 250 pp.

En este libro el autor desvela un complejo proceso, que comienza en los yacimientos de fósiles y pasa por el labo-

ratorio paleontológico con escalas para recopilar información adicional en la mesa de disección o en remotos espacios naturales. Técnicas de anatomía forense, morfología funcional, interpretación de rastros o animación tridimensional por ordenador se conjugan para conseguir devolver a los huesos la carne, la piel y el movimiento.

GASCUEÑA, A.; GONZALO, A. y FROM, F.J. (1993). *Cortes Geológicos: Construcción e interpretación*. Edinumen. Madrid, 150 pp.

Libro en principio destinado a la preparación de los exámenes de selectividad de COU, presenta de forma ordenada y rigurosa gran cantidad de cortes geológicos y la metodología para resolverlos.

MELÉNDEZ, I. (2004). *Geología de España: Una historia de 600 millones de años*. Ed. Rueda, 277 pp.

Completo análisis de las regiones Geológicas españolas y la historia de cada una de ellas.

Temas de *Investigación y Ciencia* año 2000 (nº 19) *Los orígenes de la humanidad*.

Monográfico que analiza a través de diversos artículos el desarrollo y evolución humana, los descubrimientos de Atapuerca, etc.

VV.AA. (2001) . *Los fósiles. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. Rev. de la AEPECT. Vol 9 (2).

Monográfico sobre multitud de aspectos didácticos relacionados con este apasionante tema.

Patrimonio Geológico

Destaca la colección magníficamente editada y profusamente ilustrada de distintas CC.AA. españolas realizada por ENRESA:

DURÁN BALSERO, J.J. y NUCHE DEL RIVERO, R. (Ed.). (1999) *Patrimonio Geológico de Andalucía*. Ed. Enresa. Madrid, 357 pp.

NUCHE DEL RIVERO, R. (Ed.). (2000) *Patrimonio Geológico de Cataluña*. Ed. Enresa. Madrid, 258 pp.

NUCHE DEL RIVERO, R. (Ed.). (2002) *Patrimonio Geológico de Asturias, Cantabria y País Vasco*. Ed. Enresa.

Madrid, 569 pp.

NUCHE DEL RIVERO, R. (Ed.). (2003) *Patrimonio Geológico de Castilla- La Mancha*. Ed. Enresa. Madrid, 613 pp.

NUCHE DEL RIVERO, R. (Ed.). (2004) *Patrimonio Geológico de Galicia*. Ed. Enresa. Madrid, 459 pp.

Otras obras son:

ARAMBURU, C. y BASTIDA, F. (Editores) (1995). *Geología de Asturias*.

Libro bien ilustrado que representa la primera síntesis de la geología asturiana en la que se describen cinco itinerarios representativos.

VV.AA. (2001). *Puntos de Interés Geológico de Aragón*. Editan Prames y Gobierno de Aragón. Zaragoza, 243 pp.

Los autores han realizado la selección de lugares por su singularidad y rareza y son narrados de forma amena y accesible.

Cartografía

“Construcción de un estereoscopio” en GARCIA, M; CARRILLO, L.; FURIÓ, J; GARCÍA, M.A. y SENDRA, R. (2002). *Biología y Geología*. Ed. ECIR. Valencia.

El estereoscopio es un aparato muy útil para visionar fotografía aérea en relieve. En la obra se ofrece un patrón que permite, por muy poco dinero, la construcción de un estereoscopio de gran calidad.

GÓMEZ ORTIZ, D. (2005) *Introducción a la geología práctica*. Ed. Universitaria Ramón Areces.

El autor resume los conocimientos geológicos mínimos necesarios para desarrollar trabajos de investigación sobre el terreno. Muy interesante la presentación de métodos de estudio y análisis de datos.

MARTINEZ TORRES, L.M.; RAMÓN LLUCH, R.; y EGUILUZ, R. (2001). *Introducción a la Cartografía Geológica* (4ª ed.). Ed. Universidad del País Vasco.

Manual básico para conocer los elementos necesarios para interpretar los mapas geológicos.

VV.AA. (2006). *El gran libro de los mapas*. Ed. Paidós Ibérica S.A.

Bien ilustrado, el libro presenta el análisis y las explicaciones de todos los tipos de mapas.



Guía del profesor
Biología
y Geología
1

ISBN 978-84-9826-421-0



9 788498 264210