

Instituto Nacional
de Bachillerato
a Distancia

1^o B.U.P.

**Ciencias
de la
Naturaleza**

inbad

B. U. P. 1.^{er} CURSO

**Ciencias
de la
Naturaleza**



**MINISTERIO DE EDUCACION Y CIENCIA
DIRECCION GENERAL DE PROMOCION EDUCATIVA
Instituto Nacional de Bachillerato a Distancia
Apartado de Correos 7069
MADRID**

B. U. P. T. CURSO

Ciencias
de la
Naturaleza

© Ministerio de Educación y Ciencia y Seminario de Ciencias del INBAD

Rosa Lasso Lacha
M.^a Luisa Vide Ocampo

3.^a edición: marzo 1985. Tirada: 1.000 ejemplares

Edita: Servicio de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia

ISBN: 84-369-0813-9
Depósito legal: M. 7227-1985
Imprime: GRAFOFFSET, S. L. GETAFE (Madrid)
Impreso en España

INDICE

	<i>Páginas</i>
Introducción a la asignatura	5
TEMA 1	
Estructura y composición de la Tierra	9
TEMA 2	
La materia mineral: Estructura y propiedades	13
TEMA 3. A)	
Los procesos geológicos externos	19
TEMA 3. B)	
Las rocas y minerales sedimentarios	27
TEMA 4. A)	
Los procesos geológicos internos	31
TEMA 4. B)	
Las rocas y los minerales endógenos	37
TEMA 5	
Geología aplicada	41
TEMA 6	
El suelo, asiento de la vida	49
TEMA 7	
La Biosfera	53
TEMA 8	
Adaptaciones de los seres al medio ambiente	55
TEMA 9	
Individuos y comunidades. Especie y ecosistema	65

TEMA 10	
Energía y ciclos biogeoquímicos	71
TEMA 11	
La célula como unidad de la vida: Morfología y fisiología celular.	79
TEMA 12. A)	
Morfología y fisiología animal. Invertebrados	111
TEMA 12. B)	
Morfología y fisiología animal. Cordados	119
TEMA 13. A)	
Morfología y fisiología animal. Talofitas	123
TEMA 13. B)	
Morfología y fisiología animal. Cormofitas	127
TEMA 14	
El mundo de los microbios. Inmunología	133
TEMA 15	
La herencia biológica. Genética humana	141
TEMA 16	
La historia de la vida. Paleontología	155
TEMA 17	
La evolución. El origen del hombre	159
SOLUCIONES A LAS ACTIVIDADES RECOMENDADAS	161

INTRODUCCION A LA ASIGNATURA

CONSIDERACIONES GENERALES

La asignatura de Ciencias Naturales es obligatoria en 1.º de BUP. Ahora bien, nos gustaría que el estudio y trabajo en esta materia te resultara grato y trataremos de ayudarte para que así sea. Considera que al enfrentarte con una cuestión árida o difícil el esfuerzo que esto te suponga te va a servir no solamente para superar el curso, sino que además va a contribuir a tu formación integral. ¿Por qué? Vamos a reflexionar sobre este por qué. Al hombre, que forma parte de la Naturaleza y de ella depende, le interesa, como es lógico, conocer y comprender su origen, su constitución, funcionamiento, en una palabra sus «secretos». El interés del hombre por la Naturaleza ofrece distintas vertientes, por un lado como interés puramente científico y, por otro, por las múltiples aplicaciones derivadas del conocimiento de la Naturaleza tales como aprovechamiento de recursos minerales y energéticos, aplicaciones a la agricultura, medicina, alimentación, etc.

Temas actuales y atrayentes como la comprensión de la dinámica terrestre, equilibrio y conservación de la Naturaleza, evolución de las especies, incluida la humana, futuro de la Tierra y de la vida misma, etc., tendrás ocasión e información para contemplarlos a lo largo de este curso. De este modo se enriquecerá tu formación.

OBJETIVOS

- Conocimiento científico de la Naturaleza y leyes que la gobiernan.
- Estimular la curiosidad y capacidad de observación de los fenómenos naturales.
- Iniciación al método experimental.
- Aprender a respetarla.

Prendemos en suma, siguiendo las directrices del Ministerio de Educación y Ciencia, que el estudio de las Ciencias Naturales os proporcione la formación e información necesarias frente a los problemas que diariamente os surgen ante la Naturaleza.

CONTENIDOS

Siguiendo el cuestionario oficial, el programa a desarrollar a lo largo del curso constará de los siguientes temas:

- TEMA 1. *Estructura y composición de la Tierra.*
- TEMA 2. *La materia mineral: Estructura y propiedades.*
- TEMA 3. A) *Los procesos geológicos externos.*
- TEMA 3. B) *Las rocas y los minerales sedimentarios.*
- TEMA 4. A) *Los procesos geológicos internos.*
- TEMA 4. B) *Las rocas y minerales endógenos.*
- TEMA 5. *Geología aplicada.*
- TEMA 6. *El suelo, asiento de la vida.*
- TEMA 7. *La biosfera.*
- TEMA 8. *Adaptaciones de los seres vivos al medio ambiente.*
- TEMA 9. *Individuos y comunidades.*
- TEMA 10. *Energía y ciclos biogeoquímicos.*
- TEMA 11. *La célula como unidad de vida.*
- TEMA 12. A) *Morfología y fisiología animal. Invertebrados.*
- TEMA 12. B) *Morfología y fisiología animal. Cordados.*
- TEMA 13. A) *Morfología y fisiología vegetal. Talofitas.*
- TEMA 13. B) *Morfología y fisiología vegetal. Cormofitas.*
- TEMA 14. *El mundo de los microbios. Inmunología.*

TEMA 15. *La herencia biológica. Genética humana.*

TEMA 16. *La historia de la vida. Paleontología.*

TEMA 17. *La evolución. El origen del hombre.*

Como ves, el programa está dedicado al estudio de geología en unos temas y al de biología en otros. Pero ello no debe significar que ambas partes sean independientes. Por el contrario, siendo la Naturaleza una *unidad*, geología (estudio de la Tierra) y biología (estudio de la vida) están íntimamente ligadas, como aparecerá bien patente en algunos temas del programa, especialmente en los 6, 7, 8, 10, 16 y 17.

LIBRO DE TEXTO

Título: Ciencias Naturales, 1.º de B.U.P.

Autores: D. Fernández Galiano y E. Ramírez.

Editorial: Anaya.

Hemos elegido este texto entre los autorizados por el M.E.C. por considerarlo adecuado a este tipo de enseñanza a distancia. Se trata de un libro amplio y completo que, por responder a todo el programa, es un buen libro de consulta. A veces podrá resultarte demasiado profundo, pero como te indicaremos más adelante no será necesario «aprendérselo» todo de un modo exhaustivo; en cada tema recibirás las directrices para su manejo y aprovechamiento.

Aunque existen otros buenos textos en el mercado, hemos preferido referirnos a uno solo para facilitar y unificar la dirección del aprendizaje a todos los alumnos del I.N.B.A.D. Formáis un conjunto muy heterogéneo que debe recibir la misma orientación por parte de este Seminario de Ciencias Naturales.

Existen, por otra parte, numerosos libros que por tratar de temas de la Naturaleza podrán ofrecerte una lectura complementaria muy interesante y formativa. No citamos títulos ni autores, porque su consulta está supeditada a las disponibilidades de cada localidad.

TECNICAS DE TRABAJO

Ante todo debes pensar en una participación activa. Esta participación es interesante en todo tipo de aprendizaje y fundamental en tu caso por ser un alumno a «distancia». No puedes limitarte a ser un mero receptor de información, sino que debes elaborar tus propios resúmenes, esquemas, etc.

Para tu trabajo de cada día cuentas con tu texto base de estudio y con el documento que te irá guiando en cada tema. Que quede claro que en este sentido se te envía el documento como complemento del texto, no en sustitución del mismo.

Un método de trabajo para el estudio de un tema podría ser como sigue:

- 1.º Lectura del tema en el texto.
- 2.º Lectura del tema en el documento.
- 3.º Lectura del tema otra vez en el texto fijándote en las recomendaciones del guión.
- 4.º Elaboración de un resumen esquemático (en un cuaderno irás escribiendo estos resúmenes).
- 5.º Realizar las actividades recomendadas en el documento y si puedes también las del libro.
- 6.º Tratar de relacionar lo estudiado con hechos de la vida diaria (fenómenos observados, noticias de la prensa, etc.).

Al estudiar razona las cuestiones al máximo para evitar memorizaciones inútiles. Te encontrarás con muchas palabras «nuevas» o difíciles, consúltalas en el glosario de tu libro o en un diccionario. Y en todo caso ten presente que eres un alumno de bachillerato y que como tal necesitas enriquecer tu vocabulario para conseguir un lenguaje científico.

Siempre que puedas consulta varios libros que traten el tema y recuerda que para tus dudas de palabras, conceptos, etc., puedes consultar al profesor tutor de Ciencias Naturales, que hay en el Instituto Colaborador al que estás adscrito.

Si puedes ver diapositivas, documentales o visitar Museos de Ciencias Naturales, parques Zoológico y Botánico, no dejes de hacerlo, te gustará ver al natural lo que estás estudiando.

Si te parece, después de este largo preámbulo, vamos a ponernos a trabajar en serio...

TEMA 1

ESTRUCTURA Y COMPOSICION DE LA TIERRA

INTRODUCCIÓN

Comenzamos el curso por la Geología (geos = tierra; logos = estudio) lo cual quiere decir que trataremos de conocer la Tierra. Esto supone un problema amplio y profundo, cuya resolución necesita de la cooperación de diversas ramas de la Ciencia las cuales utilizan métodos de estudio directos e indirectos, laboriosos y difíciles de realizar en algunos casos.

Entre otras, disponemos de las siguientes fuentes de conocimiento:

- Aplicación de la Ley de Newton y Gravitación Universal.
- Propagación de las ondas sísmicas: reflexión, refracción, cambios bruscos de velocidad, etc.
- Estudios de meteoritos.
- Magnetismo terrestre.

Lee detenidamente en el texto el capítulo o capítulos correspondientes a este tema. Destacamos ahora los puntos más importantes.

1.º SITUACIÓN

La Tierra es un planeta bien definido dentro del Sistema Solar. El Sistema Solar está constituido por el Sol, nueve planetas, 31 satélites, miles de asteroides, cometas y meteoritos.

El Sistema Solar está integrado dentro de la galaxia denominada «Vía Láctea».

Esta nebulosa, además de nuestro Sistema Solar, comprende según se presume (no ha sido posible hasta la fecha averiguarlo) por estimaciones indirectas, un número del orden de 10^6 sistemas análogos.

En el Universo a su vez existen miles de millones de galaxias.

2.º CARACTERÍSTICAS

La tierra tiene forma propia, de geoide. Sus dimensiones, masa y volumen han sido calculados (ver datos en el texto).

3.º ESTRUCTURA DE ESTE GEOIDE

— La Tierra no es homogénea. En líneas generales, los materiales están distribuidos según zonas, en orden inverso a su densidad.

Existen superficies de discontinuidad que indican variaciones en la composición y estado físico de los materiales.

Como recordarás por cursos anteriores, la Tierra está constituida de fuera adentro por las siguientes capas:

- a) Gaseosa — Atmósfera.
- b) Líquida — Hidrosfera.
- c) Sólida — diferenciada en: corteza, manto, núcleo.

En la E.G.B. ya habrás estudiado las distintas capas de la Tierra. Ahora vamos a referirnos especialmente a la corteza, manto y núcleo. Presta especial atención a los siguientes conceptos:

A) CORTEZA:

- Situación
- Espesor
- Densidad
- Superficie de discontinuidad de Conrad
- Composición: sima, sial.

B) MANTO:

- Situación
- Espesor

- Densidad
- Discontinuidad de Mohorovicic
- Discontinuidad de Gutenberg
- Composición.

C) NÚCLEO

- Situación
- Espesor
- Densidad
- Discontinuidad de Wiechert
- Composición: Nife.

4.º COMPOSICIÓN DE LA TIERRA

- Su estudio se denomina geoquímica:

Elementos y combinaciones geoquímicas.—Será suficiente con la lectura del apartado correspondiente en el texto. Observa especialmente los cuadros de elementos y compuestos que abundan en las distintas capas de la Tierra y establece comparaciones.

ACTIVIDADES

- 1.º Suponiendo que la Tierra fuese esférica con un radio de 6.371 Km., calcula el valor de:
 - Superficie total.
 - Volumen.
 - Densidad media.
- 2.º Suponiendo que la Tierra está cubierta en $3/4$ partes por agua, calcula la superficie de la Tierra emergida.
- 3.º Repasa lo que relativo a este tema hayas estudiado en años anteriores, allí encontrarás las fórmulas que necesitas aplicar para resolver estos problemas.

TEMA 2

LA MATERIA MINERAL: ESTRUCTURA Y PROPIEDADES

INTRODUCCIÓN

En el campo te será fácil ver una parte expuesta de la corteza terrestre (cortes recientes en la carretera, canteras, etc.). Estarás viendo rocas. Observa el aspecto que tienen. En la mayoría de los casos podrás distinguir su carácter heterogéneo, lo cual te indicará que están constituidas por varias unidades. Cada una de estas unidades es un mineral. Rara vez una roca está constituida por un solo mineral, como ocurre en la caliza que está formada sólo por calcita.

Pues bien, los minerales se encuentran agrupados formando las rocas constituyentes de la corteza terrestre.

Concepto de mineral.—Sustancias químicas que de un modo natural se encuentran en la Tierra.

A) ESTRUCTURA DE LA MATERIA MINERAL

Los minerales pueden ser identificados por sus propiedades, las cuales dependen de la naturaleza y disposición de los iones, átomos y moléculas (en general, partículas materiales) que los constituyen.

A esta disposición interna de la materia mineral le llamamos *estructura*. Según ella, la materia puede ser amorfa y cristalina.

Materia amorfa.—Sus partículas están dispuestas desordenadamente (como en los líquidos). Ejemplo: vidrios.

Materia cristalina.—Sus partículas están dispuestas según una ordenación tridimensional y repetida (periódicamente).

Si un mineral, además de estructura cristalina presenta forma geométrica, aunque ésta no sea perfecta, se denomina *crystal*.

Una misma sustancia mineral puede aparecer como amorfa y cristalina, según las condiciones en que se formó. Una sustancia *cristaliza*, a partir de un medio líquido o gaseoso, cuando las partículas que la constituyen disponen de espacio, tiempo y reposo suficientes para ordenarse según su tendencia natural. Si no se dan estas condiciones la sustancia mineral aparecerá *amorfa*.

En un mineral amorfo, al no existir un orden interno en sus partículas, ciertas propiedades, como dureza, exfoliación, etc. (propiedades vectoriales), serán iguales en cualquier dirección en que se midan. Se trata de *minerales isótropos*.

En un mineral cristalizado, al existir un orden interno en sus partículas, ciertas propiedades, como dureza, exfoliación, etc., podrán ser distintas, según la dirección en que se midan. Se trata de *minerales anisótropos*.

En el caso particular de que las dimensiones según las tres direcciones del espacio sean iguales (sistemas cúbico), los minerales, aunque cristalinos, son isótropos.

Concepto de simetría.—Simetría quiere decir «repetición». En la materia cristalina existe esta repetición y por lo tanto simetría ya que sus partículas materiales están dispuestas repetidamente según ejes y planos.

En un cristal, como consecuencia de la simetría interna, se puede apreciar también una simetría externa. Mediante «operaciones de simetría» (traslación, giro o reflexión) los elementos geométricos del cristal (caras, vértices y aristas) se repiten un número determinado de veces (1, 2, 3, 4 ó 6). Las operaciones de simetría se hacen según «elementos de simetría» (centro, ejes y planos de simetría).

Redes cristalinas.—Es importante el concepto de *red* o *malla* y el «postulado reticular», fundamental de la Cristalografía. Verás que hay 14 posibilidades de redes conocidas como REDES DE BRAVAIS.

Lée detenidamente en el texto los apartados anteriores y fíjate bien en las figuras que hay de ordenación y simetría de la materia cristalina. Fíjate asimismo en los redes de Bravais.

ACTIVIDADES

1.º Representa sobre un papel:

- Un nudo.
- Una fila reticular.
- Un plano reticular
- Una red espacia¹

2.º ¿Qué métodos se utilizan para conocer la estructura cristalina?
Comprueba en tu libro si las soluciones que has dado son las correctas.

Morfología cristalina.—Cuando una sustancia mineral cristaliza presenta una forma geométrica externa que corresponde a la ordenación interna de sus partículas, es decir, a su red cristalina, que es propia para cada sustancia química. Ello determinará las «características cristalográficas del cristal» (parámetros, ángulos).

Por otra parte, un cristal viene limitado por un número determinado de *caras*, que concurren en *aristas* y éstas a su vez en *vértices* (elementos geométricos del cristal).

En un cristal además de estos elementos cristalográficos y geométricos existen también «elementos de simetría» (*centro, planos, ejes*).

Matemáticamente se ha visto que el número de combinaciones posibles de esos elementos de simetría es de 32, y constituyen las llamadas *clases de simetría*. Estas clases de simetría están agrupadas en siete *sistemas cristalinos*.

Sistemas cristalinos.—Procúrate unos modelos de sólidos cristalográficos. Busca los elementos de simetría que tienen para deducir a qué sistemas pertenecen.

(Por ejemplo, si el sólido que tomas es un *cubo*, verás que: 1.º, tomando un eje que una los centros de dos caras opuestas y haciendo girar el sólido 360° alrededor de este eje, los elementos geométricos del cristal, caras, aristas y vértices, se repiten cuatro veces. Es un eje cuaternario. Como el cubo tiene seis caras iguales y cada eje cuaternario une dos de ellas, habrá *tres ejes cuaternarios*. 2.º,

tomando un eje que una vértices opuestos y haciendo a su alrededor un giro de 360° la repetición será de orden 3. Se trata de un eje ternario. Al tener ocho vértices encontrarás *cuatro ejes ternarios*. 3.º, si tomas un eje que una puntos medios de aristas opuestas, el giro de 360° te permitirá ver dos veces lo mismo. Es un eje binario. Al tener doce aristas encontrarás *seis ejes binarios*. 4.º, fíjate qué planos dividirían el cubo en dos partes tales que una fuese la imagen en un espejo de la otra. Encontrarás *nueve planos de simetría*. 5.º, por el concepto que habrás obtenido de la lectura del texto, verás que también tiene *centro* de simetría.)

Este sólido es típico del sistema cúbico. No todos los sólidos pertenecientes a este sistema tienen que presentar necesariamente todos estos elementos de simetría (máxima simetría del sistema).

La presencia de cuatro ejes ternarios es característica suficiente para indicarnos que el sólido pertenece al sistema cúbico.

Busca más sólidos que pertenezcan a este sistema. Procediendo de igual forma practica con sólidos de otros sistemas.

Este tema resulta muy difícil para comprenderlo sin la ayuda directa de un profesor. Por eso te insistimos en que te fijes en las explicaciones y figuras del texto. Deberás, además, procurarte unos modelos de sólidos, aunque sean de cartulina.

B) LOS MINERALES. PROPIEDADES Y CLASIFICACION

Como hemos indicado anteriormente, de la naturaleza y disposición interna de las partículas materiales se derivan unas propiedades. Estas propiedades nos sirven para identificar una especie mineral.

- Propiedades físicas: dureza, fractura, exfoliación, conductividad térmica y eléctrica, etc.
Ópticas (dependen de la luz): color, brillo, birrefringencia, etc.
- Propiedades químicas: Por reacciones que pueden provocar por su composición se pueden realizar «ensayos mineralógicos».

Estudia en el texto las propiedades de los minerales, siguiendo esta división.

Clasificación de los minerales.—Para su estudio, los minerales se clasifican reuniéndolos en grupos, atendiendo a distintos criterios. De estos criterios el más extendido es el basado en la composición químico-estructural.

Es ésta —*clasificación químico-estructural*— la que vamos a seguir. Comprende los 13 grupos siguientes:

- 1.º Elementos nativos.
- 2.º Sulfuros.
- 3.º Sulfosales.
- 4.º Oxidos.
- 5.º Hidróxidos.
- 6.º Haluros.
- 7.º Carbonatos.
- 8.º Nitratos.
- 9.º Boratos.
- 10.º Sulfatos.
- 11.º Fosfatos.
- 12.º Wolframatos, cromatos, molibdatos.
- 13.º Silicatos.

Dentro de cada uno de estos grupos el texto cita los minerales más importantes. No es necesario que memorices todos ni tampoco su fórmula química.

De los 13 grupos, el de mayor interés, por su abundancia en la corteza terrestre, es el de los *silicatos*. Es necesario que estudies ahora este grupo de minerales que aparecen distribuidos en el texto en varios apartados, según su estructura.

La estructura de los silicatos está basada en unidades formadas por un átomo de silicio y cuatro de oxígeno que se disponen según los vértices de un tetraedro, en cuyo centro está el silicio (en tu libro hay una ilustración de este tetraedro, fíjate en la colocación de los átomos: las bolas negras representan los átomos de silicio, las rojas los de oxígeno).

Al estudiar los distintos apartados (nesosilicatos, sorosilicatos, ciclosilicatos, filosilicatos y tectosilicatos) no olvides localizar su estructura en el cuadro correspondiente.

ACTIVIDADES

Siguiendo las instrucciones de identificación que tienes en tu texto trata de identificar los minerales que encuentres en tu localidad por sus propiedades físicas directamente observables, como brillo, color, etc.

TEMA 3. A)

LOS PROCESOS GEOLOGICOS EXTERNOS

INTRODUCCIÓN

Entramos en un nuevo capítulo de la Geología, el de la Geodinámica. Como este término indica, se refiere al estudio de los cambios que experimenta la Tierra.

Estos cambios afectan no solamente a los materiales y estructuras de la superficie, sino también a los materiales y estructuras del interior.

Tienen lugar de un modo repetido, según *ciclos*.

¿Cuáles son las fuentes de energía que motivan estos cambios?—Estas fuentes de energía son la gravedad, calor interno de la Tierra, el Sol, etc.

La acción se realiza por medio de los *agentes geológicos* que, según su origen y actuación, pueden ser *externos e internos*.

AGENTES GEOLOGICOS EXTERNOS. GEODINAMICA EXTERNA

- 1.º Aire atmosférico.
- 2.º Aguas continentales.
- 3.º Aguas marinas.
- 4.º Seres vivos.

Estos agentes realizan una acción sobre la corteza, *acción geológica* que supone los siguientes fenómenos:

- *Erosión* - Mecánica y química.
- *Transporte* - Mecánico y químico.

- *Sedimentación* - Mecánica y química.
- *Formación de nuevos tipos de rocas* - ROCAS SEDIMENTARIAS.

La naturaleza y magnitud de esta acción geológica está condicionada por el agente que actúe y por las características propias de la región donde actúa dicho agente, es decir, de la composición química y disposición de los materiales y condiciones climatológicas. En general, la acción geológica de los agentes externos tiende a destruir o disminuir el relieve. En cambio, la acción geológica de origen interno tiende a formar nuevos relieves.

El estudio correspondiente a los fenómenos geológicos internos (Geodinámica interna) se estudiará en el Tema 4.

Siguiendo esta introducción al tema puedes continuarlo en el texto fijándote bien en los conceptos de:

- CICLO GEOLÓGICO: {
 - Orogénesis
 - Gliptogénesis.
 - Litogénesis.
- AGENTES GEOLÓGICOS EXTERNOS; particularidades de cada uno de ellos y de su acción. (Procesos geológicos externos.)
- ACCIÓN mecánica y química de cada uno de los agentes geológicos.

1.º AIRE ATMOSFÉRICO.—METEORIZACIÓN Y ACCIÓN EÓLICA.

Se refiere a la acción del aire. La atmósfera determina dos tipos de acciones, una debida fundamentalmente a su composición y variaciones de temperatura (*meteorización*) y otra debida sobre todo al movimiento del aire—viento (*acción eólica*).

Debido a que la atmósfera envuelve totalmente la Tierra, su influencia sobre la corteza es notable.

A) METEORIZACIÓN.—Esta acción tiene lugar en dos formas: mecánica y química, que suelen actuar conjuntamente predominando una u otra según el clima de la región.

Meteorización mecánica.—Destrucción física de las rocas, especialmente por cambios de temperatura. Esta acción es mayor en climas áridos, de poca humedad y cálidos, con fuertes variaciones diarias y estacionales en la temperatura, como ocurre en desiertos, altas montañas, etc.

Meteorización química.—Destrucción química de las rocas. Esta acción es mayor en climas húmedos con temperaturas elevadas, con variaciones diarias o estacionales poco acusadas (climas ecuatoriales). Las reacciones químicas que tienen lugar pueden ser variadas, como oxidación (reacción del O_2 con algunos minerales), carbonatación (reacción del dióxido de carbono con ciertos minerales), etc.

La meteorización es un proceso fundamental que contribuye a la formación de los suelos.

B) ACCIÓN EÓLICA.—Esta tiene carácter mecánico y está provocada por el movimiento del aire.

El viento arrastra partículas que posteriormente depositará. Este arrastre y depósito estará en función del tamaño de las partículas y de la fuerza del viento. Será más importante en regiones desprovistas de vegetación y que contengan partículas transportables como ocurre en los desiertos.

En el texto tienes una explicación más completa de esta acción eólica.

ACTIVIDADES

Observa la acción del aire atmosférico en tu región. Si estás en el Sur o Sur-Este de la Península, tienes un buen ejemplo en las dunas costeras.

Si tu región es granítica, te será fácil apreciar cómo a veces una piedra de aspecto compacto se disgrega al menor golpe (está alterada por meteorización).

En cualquier caso, podrás encontrar ejemplos de oxidación en metales (llaves, clavos, balcones, etc.) o incluso en minerales.

— ¿Cómo se fijan las dunas? ¿Por qué?

— Cuando mires una fotografía de las pirámides de Egipto o la Esfinge de Gizeh, observa cómo el desgaste diferencial muestra una acción eólica.

2.º AGUAS CONTINENTALES.—SU ACCIÓN GEOLÓGICA.

El agua que contiene la atmósfera puede precipitar sobre la superficie terrestre en forma líquida o sólida, según las condiciones climáticas.

Parte de esta agua discurre, tendiendo a bajar por gravedad hasta alcanzar el mar, o se estanca en la superficie. Parte se infiltra por el terreno, parte se

evapora y pasa así de nuevo a la atmósfera. El agua sigue, pues, un *ciclo*. La cantidad de agua que siga una u otra vía dependerá del clima y naturaleza de las rocas (si la temperatura es baja, la evaporización será escasa; un terreno poroso y con poca pendiente facilitará la infiltración).

El agua en sus distintas formas constituye un importante agente geológico. Podemos considerar:

- Aguas sin curso fijo continuo: aguas salvajes y torrentes.
- Aguas con curso fijo y continuo: ríos.
- Aguas sin curso fijo y continuo (estancadas): lagos.
- Aguas subterráneas circulantes y estancadas: acuíferos.
- Aguas sólidas: nieve, hielo, glaciares.
- Aguas marinas.

La acción geológica de cada uno de estos tipos de aguas tiene unas características propias que vamos a considerar separadamente:

A) ACCIÓN GEOLÓGICA DE LAS AGUAS SALVAJES

Cuando los materiales están poco consolidados (arcillas, arenas, cenizas volcánicas, etc.), la acción erosiva de las aguas salvajes es acusada, dando lugar a cárcavas, pirámides de tierra, avalanchas o desprendimientos, etc. En general se origina un paisaje accidentado denominado «malpaís».

Cuando se trata de rocas total o parcialmente solubles (como calizas, yesos,...) la acción erosiva puede dar lugar a surcos, crestas más o menos agudas («lenar» o «lapiaz»). (Ampliar por el texto).

B) ACCIÓN GEOLÓGICA DE LOS TORRENTES

Los torrentes tienen una capacidad erosiva que depende de su potencia (caudal y velocidad de sus aguas), la cual a su vez es proporcional a la pendiente del cauce.

Los materiales erosionados y acumulados en la «cuenca de recepción» son transportados por el «canal de desagüe», verdadero cauce del torrente, para ser finalmente depositados en el «cono de deyección».

C) ACCIÓN GEOLÓGICA DE LOS RÍOS

Estúdialo en el libro, fijándote en los conceptos y procesos geológicos siguientes:

- Zonas o tramos del río.
- Acción geológica en cada tramo: erosión, transporte y sedimentación.
- Formación de meandros, cascadas.
- Perfil transversal y longitudinal de un río.
- Evolución del río: perfil de equilibrio.
- Tipos de desembocadura: estuarios, marismas, deltas.

ACTIVIDADES

- Dibuja el perfil transversal y longitudinal de un río. ¿Cómo irían cambiando con el tiempo?

D) ACCIÓN GEOLÓGICA DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

La cantidad de aguas de lluvia o de otra procedencia que se infiltra depende, como hemos dicho anteriormente, de la evaporación, de la pendiente del terreno, de la existencia de vegetación y de la porosidad de las rocas.

El agua infiltrada tiende a descender, mientras la permeabilidad del terreno se lo permite, constituyendo un *acuífero*. Al alcanzar una capa impermeable queda estancada, si la superficie es horizontal, o corre a favor de la pendiente, si esta superficie impermeable es inclinada.

Un importante efecto de la acción geológica de las aguas subterráneas es la acción cárstica la cual se debe a la solubilidad especial que presentan ciertas rocas (como yesos, otras sales y, sobre todo, en calizas).

El proceso químico y evolución del fenómeno cárstico lo tienes en el texto. Nos interesa especialmente su estudio porque en España tenemos numerosos ejemplos de procesos cársticos en macizos calizos.

Tanto el estudio de los ríos como el de las aguas subterráneas no es necesario hacerlo con la amplitud que presenta el texto; puedes omitir aquellos apartados no mencionados en este guión.

E) AGUAS SÓLIDAS: SU ACCIÓN GEOLÓGICA

En el tema de meteorización mecánica hemos mencionado la acción del hielo que, en pequeña cantidad, actuaba en las grietas de las rocas fragmentándolas a veces.

Ahora vamos a considerar únicamente la acción del hielo en grandes cantidades. Un *glaciar* es una masa de hielo que cubre permanentemente determinadas zonas de la corteza. Los glaciares son propios de regiones frías, como las proximidades de los polos y cumbres elevadas.

Te facilitamos a continuación un esquema—resumen que tú debes completar, con la ayuda del texto:

- a) Acción geológica del hielo: glaciares.
 - 1.º Acumulaciones glaciares.
 - 2.º Tipos de glaciares.
- b) Erosión glaciar.
 - 1.º Casquetes glaciares.
 - 2.º Valles glaciares.
 - 3.º Partes de un glaciar.
- c) Transporte y depósito de los glaciares.
 - 1.º Formación de las morrenas.
 - 2.º Tipos de morrenas.
- d) Glaciarismo en España.

3.º ACCIÓN GEOLÓGICA DE LAS AGUAS MARINAS

La acción geológica del mar se debe fundamentalmente a los movimientos de sus aguas: olas, mareas, corrientes. Analicemos ahora el triple aspecto de esta acción geológica.

a) *erosión*—el golpe directo del agua y de los fragmentos que arrastra socava los acantilados, favoreciendo así la formación de cornisas que pueden terminar desplomándose. El acantilado retrocede y se forma en su base la *plataforma de abrasión*.

b) *transporte*—los materiales sueltos son transportados en un movimiento de vaivén mar adentro o hacia la costa.

c) *depósito*—los materiales transportados mar adentro son depositados a continuación de la plataforma de abrasión formando una *terrazza marina*. Los materiales

depositados hacia la costa formarán una *playa*. Parte de los materiales, los más finos irán a depositarse a los fondos marinos.

FORMACIONES LITORALES

Ayudándote del libro define los conceptos de:

- Acantilado.
- Albufera.
- Tómbolo.
- Fiordos y rías.
- Arrecifes coralinos.
- Atolones.

4.º LOS SERES VIVOS COMO AGENTES GEOLÓGICOS

Los seres vivos contribuyen en los procesos generales de erosión, transporte y sedimentación.

Te presentamos algunas manifestaciones de esta acción.

- Los líquenes, algas y bacterias favorecen la destrucción superficial de las rocas.
- Las raíces de ciertas plantas se introducen por las grietas de las rocas llegando a veces a fragmentarlas.
- Ciertos animales remueven la tierra y excavan suelos y rocas.
- A veces los seres vivos protegen el suelo ante la acción de otros agentes erosivos.
- Indirectamente, un ser vivo transporta materia que durante un cierto tiempo incorpora a su organismo, la asimila, puede pasar a otro ser vivo que se alimente de él para finalmente volver al suelo a partir del cadáver.
- Los restos y esqueletos de ciertas algas como las coralinas y de los corales dan lugar a formaciones rocosas como arrecifes y atolones.

NOTA.—Es importante resaltar que la acción de los distintos agentes geológicos externos es conjunta y por tanto es difícil separar la acción aislada de un determinado agente.

ACTIVIDADES

Después de haber indicado y estudiado los agentes geológicos y su acción, te sugerimos una salida al campo para interpretar en el paisaje lo que has estudiado, tomando buena nota de ello.

TEMA 3. B)

LAS ROCAS Y MINERALES SEDIMENTARIOS

Mediante la acción geológica de los distintos agentes que hemos visto, los materiales depositados, mecánicamente o químicamente, podrán constituir *minerales y rocas sedimentarios*.

1. FORMACIÓN

El depósito tiene lugar en *cuencas*, la disposición inicial será en capas —estratos— horizontales.

Las cuencas de sedimentación pueden ser continentales o marinas, siendo estas últimas (próximas a los continentes) más importantes por el volumen de aportes que reciben.

La transformación de los sedimentos en rocas sedimentarias se hace mediante un proceso denominado *litogénesis o litificación*. Este proceso supone:

- 1.º *Compactación* (se eliminan huecos, se pierde agua).
- 2.º *Cementación* (sustancias disueltas en agua, como sílices o bicarbonatos, precipitan y constituyen así un cemento de unión o matriz).
- 3.º *Diagénesis* (reacciones químicas entre distintas sustancias en el seno del agua dando lugar a minerales nuevos, minerales diagenéticos).

2. COMPOSICIÓN DE LAS ROCAS SEDIMENTARIAS

Naturalmente las transformaciones que se produzcan en el material depositado, y por tanto el tipo de rocas y minerales sedimentarios que se formen, dependerá de las condiciones físicas y químicas (condiciones ambientales) que existan en el

sitio donde tiene lugar el proceso y de la naturaleza de los materiales aportados. Por ello la composición química y mineralógica de las rocas sedimentarias es muy variada.

3. CLASIFICACIÓN DE LAS ROCAS SEDIMENTARIAS

Considerando su origen, se establecen tres grupos fundamentales:

- a) *De origen mecánico* (rocas detríticas o clásticas).—Con predominio para su formación de un arrastre y depósito mecánicos.
- b) *De origen químico*.—Originadas por precipitación de sustancias disueltas. Estas sustancias podían estar contenidas en la propia cuenca o haber sido transportadas a ella.
- c) *De origen orgánico*.—Originadas por precipitaciones debidas a la actividad de seres vivos o por acumulación de restos de éstos.

Consideremos ahora cada uno de estos grupos por separado:

- a) El estudio de las rocas detríticas se hace atendiendo a la naturaleza de los granos o *clastos* constituyentes y a la naturaleza del cemento que une esos granos.

— Conglomerados = Cantos (> 3 mm), redondeados - *pudingas*.
angulosos - *brechas*.

— Areniscas = Granos finos (< 3 mm), arenas. Su formación supone en general un transporte prolongado. Por su composición mineralógica las areniscas pueden ser: *ortocuarcitas*, *grauvacas* o *arcosas*.

— Arcillas = Las de grano más fino. Contienen «minerales de arcilla», de composición química muy compleja.
Cuando contienen caliza se denominan *margas*.

- b) La clasificación de las rocas sedimentarias de origen químico se hace según el componente fundamental. Las más importantes son:

— Rocas carbonatadas: *Calizas* (las originadas por precipitación química), como *travertinos*, *tobas calizas*, etc.
Dolomías.

Las calizas pueden también tener origen detrítico y orgánico (ejemplo: calizas conchíferas, calizas coralinas).

— Rocas salinas o evaporitas: Contienen minerales como yeso, sal común, silvina, etc. Muchas veces aparecen en grandes masas denominadas *domos*.

c) Son rocas sedimentarias de origen orgánico las siguientes:

— Calizas de origen orgánico (ejemplo: calizas coralinas).

— Rocas silíceas de origen orgánico (ejemplo: trípoli).

— Carbones.

— Petróleo.

Estudia en tu libro la formación del carbón y tipos de carbones. Con respecto al petróleo, estudia su formación, evolución y yacimientos.

4. MINERALES CARACTERÍSTICOS DE LAS ROCAS SEDIMENTARIAS

Cuarzo.—Abundante, tanto en las rocas sedimentarias de origen detrítico como en las de origen químico.

Feldespatos.—Como la ortosa.

Micas.—Especialmente moscovita.

Minerales de arcilla.—Como el caolín (procedente de la meteorización de feldespatos). Estos grupos de minerales han sido tratados en el Tema 2 (Silicatos).

Calcita y aragonito.—Ambos constituidos por carbonato cálcico $\text{CO}_3 \text{Ca}$, de origen químico u orgánico.

Yeso y anhidrita.—Sulfatos de calcio (el primero hidratado), resultantes de una precipitación química.

Sal común (halita).—Cloruro sódico, formado por precipitación química.

Silvina.—Cloruro de potasio también de precipitación química.

Carnalita.—Cloruro de potasio y magnesio, lo mismo que los anteriores, de precipitación química.

Bauxita.—Hidróxido de aluminio. Abunda en ciertas arcillas (lateritas).

Limonita, Oligisto, Siderita, Pirita.—Minerales de hierro, contenidos en rocas ferruginosas.

Fosfatos.—Minerales predominantes de las rocas sedimentarias fosfatadas (fosforitas).

ACTIVIDADES

Procura conseguir muestras de las rocas y minerales estudiados. Observa su color, dureza, peso, etc. Escribe tus observaciones.

TEMA 4. A)

LOS PROCESOS GEOLOGICOS INTERNOS

Además de los cambios que, como hemos visto, experimenta la Tierra por la acción de los agentes geológicos externos, existen otros cambios que evidencian la existencia de fenómenos geológicos de origen interno.

La Tierra no es estática, son observables numerosos cambios por los que ha ido pasando (como la disposición relativa de océanos y continentes, los sistemas montañosos, etc.). En general estos cambios no son observables en su totalidad por suponer procesos muy lentos, de millones de años. Algunas veces, no obstante, pueden aparecer manifestaciones bruscas de procesos internos: un seísmo, una erupción volcánica, etc.

La comprensión y estudio de estos y otros muchos fenómenos de origen interno son objeto de la parte de la Geología denominada «Geodinámica Interna».

Estos fenómenos son debidos, pues, a fuerzas procedentes del interior de la Tierra, a diferencia de lo que ocurría con los fenómenos geológicos externos cuya fuerza activadora fundamental era externa, en último término el Sol.

Las fuerzas internas provocan unos movimientos que engendran unas estructuras tectónicas observables en la corteza; por otra parte, dan lugar a la formación de nuevos tipos de minerales y rocas (minerales y rocas endógenas).

1. TECTÓNICA: PLIEGUES Y FRACTURAS DE LAS ROCAS

Como hemos estudiado, en el proceso de sedimentación los depósitos se disponen en capas (*estratos*) inicialmente horizontales, unas sobre otras, de tal suerte que las superiores, más modernas en edad y formación, descansan sobre las inferiores, que son más antiguas.

Esta disposición horizontal de los estratos no siempre se mantiene, a veces aparecen inclinados, plegados, fracturados, etc., determinando estructuras tectónicas variadas. ¿A qué es debido? —A fuerzas internas.

Estructuras tectónicas

Pliegues	buzamiento de un estrato. partes de un pliegue. flancos, charnela. anticlinal, sinclinal. anticlinorio, sinclinorio.
Fracturas	diaclasas. fallas: plano de falla, labios, salto. fallas escalonadas (fosas y macizos tectónicos).

Debes adquirir, con ayuda del libro, conocimientos sobre estos términos.

ACTIVIDADES

Representa una serie de estratos:

- 1.º En disposición horizontal.
- 2.º En disposición inclinada (buzamiento 45°).
- 3.º Plegados en anticlinal.
- 4.º Plegados en sinclinal.

— ¿Podrías saber si el depósito que formó estos supuestos estratos tuvo lugar en un lago o en un mar? ¿Por qué?

— ¿A qué se llama cabalgamiento?

Insistimos en la necesidad de que te fijes bien en todas las ilustraciones, te ayudarán mucho a comprender el tema y a realizar las actividades.

2. MOVIMIENTOS DE LA CORTEZA

A) Movimientos epirogénicos.

Existen pruebas de que los continentes están sometidos a movimientos lentos en la vertical, elevaciones unas veces y hundimientos otras. Buen ejemplo de esto

se nos ofrece en la Península Ibérica, donde en las rías gallegas se aprecia un proceso de hundimiento y en la costa oriental un levantamiento.

B) *Movimientos orogénicos. Geosinclinales y orógenos.*

Como ya se ha dicho, es en ciertas cuencas oceánicas próximas a los continentes donde se recibe el mayor aporte de materiales para su ulterior sedimentación. Estas cuencas alargadas y de gran extensión se llaman *geosinclinales*. En estas cuencas:

- Los sedimentos alcanzan un gran espesor (potencia).
- Se produce un hundimiento paulatino (subsidencia).
- Por el peso de la enorme masa de materiales y por la subsidencia misma, en las capas profundas del geosinclinal se alcanzan temperaturas y presiones elevadas que inician cambios importantes en la composición y estructura de los materiales (metamorfismo).
- Actúan una serie de fuerzas, en principio tangenciales, que darán lugar a plegamientos que determinarán la formación de un orógeno o cadena montañosa.

La Geología histórica nos revela que estos movimientos orogénicos se han manifestado sucesivamente en la corteza terrestre. La más reciente de estas manifestaciones dio lugar a la orogenia Alpina durante la era terciaria.

C) *Movimientos sísmicos.*

- Origen, desarrollo y registro.
- Distribución geográfica de los terremotos.

D) *Los volcanes.*

- Aparatos volcánicos.
- Origen, productos y tipos de erupciones. (Fíjate en que de la composición del magma y cantidad de gases que contenga dependerá el que la erupción sea violenta o tranquila).
- Distribución geográfica de los volcanes.

Para C) y D) ver texto.

ACTIVIDADES

— Localiza en un mapa universal la distribución geográfica de manifestaciones sísmicas y volcánicas. Al compararlas, fíjate cómo coinciden en líneas generales.

— En un mapa de España señala, si es que existen, zonas de actividad sísmica y volcánica.

E) *Tectónica de placas.*

Existen varias teorías más o menos aceptadas para explicar los procesos de la Geodinámica Interna. La teoría de la «Tectónica global» o «Tectónica de placas» desde hace pocos años, ha ido desplazando a las demás. Le dedicaremos por ello mayor atención.

Se llama «Tectónica global» porque trata de explicar *todos* los procesos internos, pasados y actuales, que han ocurrido en la Tierra. Se llama «Tectónica de placas» porque la corteza terrestre, según esta teoría, se considera dividida en una serie de bloques-*placas*-corticales que comprenden parte continental y parte oceánica. Estas placas, que son rígidas, se suponen flotando sobre una capa débil del manto superior conocida con el nombre de *astenosfera*.

Los movimientos relativos de estas placas son los que van a determinar los distintos fenómenos endógenos.

- a) Movimientos de separación de dos placas.—Se localizan en las zonas que hoy se llaman «dorsales oceánicas». El movimiento de separación es favorecido por una masa ascendente del magma subyacente (de carácter básico) originando unas elevaciones (*las cordilleras o dorsales oceánicas*).

Al separarse las placas, el magma, que pertenecía al manto, se solidifica y pasa a formar nueva corteza oceánica, es decir, hay una *expansión del fondo oceánico*.

Así se supone se formó el océano Atlántico al separarse América de Europa y Africa, continentes que en épocas geológicas anteriores estuvieron unidos.

- b) Movimientos de acercamiento o choque de dos placas.—Si como hemos visto el fondo oceánico se expande en las zonas de las dorsales, deberá haber un mecanismo que equilibre este aumento de la superficie cortical. Al chocar dos placas de distinta rigidez, una continental y otra oceánica, la placa oceánica, que es más delgada y por ello más elástica, se introducirá bajo la continental, que es más gruesa y rígida (*subducción*), provocando el arrastre de materiales y la disminución de superficie de fondo oceánico.

En estas regiones se localizan las grandes cuencas subsidentes llamadas *geosinclinales*, donde se forman potentes series de estratos.

Del choque de dos placas se producen unas fuerzas que actuarán sobre los materiales del geosinclinal causando su plegamiento.

Además, las T y P alcanzadas determinarán en ciertas zonas la transformación de minerales y rocas originando *minerales y rocas metamórficos*.

Estas zonas son muy inestables, con gran actividad sísmica y volcánica.

- c) Movimientos laterales entre dos placas distintas o dentro de una misma placa.—Como consecuencia de una gran fricción lateral se forman fallas como las *fallas de transformación* que aparecen en las dorsales oceánicas y las grandes *fallas horizontales* causantes de importantes terremotos.

ACTIVIDADES

Te recomendamos que dado el interés y actualidad de esta teoría (Tectónica de placas), procures consultar el tema en varios libros.

Trata de interpretar los fenómenos relativos a:

- Arcos de islas.
- Distribución del volcanismo y movimientos sísmicos en relación con la última orogenia.

En un mapa de España señalamos que existen zonas de actividad tectónica. Además, las T y P alcanzadas determinarán en ciertas zonas la tectonización

de minerales y fozas originando *metamorfismo* y *metasomatismo*.

Estas zonas son muy importantes, con gran actividad tectónica y volcánica. En ellas se forman las dorsales oceánicas y las dorsales continentales.

Como consecuencia de las tectónicas tectónicas se forman las dorsales oceánicas y continentales. En ellas se forman las dorsales oceánicas y continentales. En ellas se forman las dorsales oceánicas y continentales.

Se llama *placas tectónicas* a las porciones rígidas de la corteza terrestre que se mueven con respecto a las otras. Estas placas se encuentran en la corteza terrestre, según esta teoría, se considera dividida en una serie de bloques *placas tectónicas* que comprenden parte continental y oceánica.

Estas placas, que son rígidas, se separan entre sí debido al movimiento de la corteza terrestre. Este movimiento se produce por la expansión de la corteza terrestre.

Los movimientos relativos de las placas tectónicas se producen por los distintos fenómenos tectónicos: *movimientos de separación*, *movimientos de acercamiento* y *choque*.

a) *Movimientos de separación de las placas*. Se localizan en las dorsales oceánicas. El movimiento de separación de las placas favorece la formación de dorsales oceánicas. Este movimiento se produce por la expansión de la corteza terrestre.

Al separarse las placas, el magma, que pertenecía al manto, se solidifica y pasa a formar nueva corteza oceánica, es decir, hay una *expansión de fondo oceánico*.

Así se supone se formó el océano Atlántico al separarse América de Europa y África, continentes que en épocas geológicas anteriores estuvieron unidos.

b) *Movimientos de acercamiento o choque de las placas*. Si como hemos visto el fondo oceánico se expande en las zonas de las dorsales, deberá haber un mecanismo que equilibre este aumento de la superficie cortical. Al chocar dos placas de distinta rigidez, una continental y otra oceánica, la placa oceánica, que es más delgada y por ello más elástica, se introducirá bajo la continental, que es más gruesa y rígida (*subducción*), provocando el arrastre de materiales y la disminución de superficie de fondo oceánico.

En estas regiones se localizan las grandes cuencas subducentes llamadas *geosinclinales*, donde se forman potentes series de estratos.

Del choque de dos placas se producen unas fuerzas que actuarán sobre los materiales del geosinclinal causando su plegamiento.

TEMA 4. B)

LAS ROCAS Y LOS MINERALES ENDOGENOS

INTRODUCCIÓN

En ciertos momentos geológicos y en determinadas zonas de la corteza terrestre como en las dorsales oceánicas y zonas de subducción, los materiales alcanzan el estado de fusión. Constituyen *magmas*.

Al cambiar las condiciones geológicas puede sobrevenir la solidificación de los magmas, formándose así las rocas y minerales *endógenos* también llamados *ígneos* o *magmáticos*.

— Cuando la solidificación tiene lugar en el interior de la corteza, las rocas formadas se denominan *intrusivas* o *plutónicas*.

— Cuando la solidificación tiene lugar en la superficie, las rocas formadas se denominan *efusivas* o *volcánicas*.

Si el enfriamiento del magma es lento, permite la formación de cristales más o menos grandes, dependiendo esto del tiempo disponible y de la naturaleza de los materiales.

Tanto las rocas ígneas como las sedimentarias pueden sufrir transformaciones en su composición mineralógica y estructural, dando lugar a otro tipo de rocas, las *rocas metamórficas*.

1. ROCAS ÍGNEAS O MAGMÁTICAS

Proceden de un magma. El magma puede tener un alto contenido en sílice (magma ácido) y dará lugar a *rocas ácidas*, de colores predominantemente claros de baja densidad y con riqueza de cuarzo.

Un magma, por el contrario, puede tener bajo contenido en sílice, lo que determina su carácter básico. Dará lugar a *rocas básicas*; de colores en general oscuros, elevada densidad y con escaso cuarzo libre. Entre estos extremos habrá toda una gama de magmas intermedios.

A partir de un mismo magma variarán las características de las rocas que se formen, según se solidifique dentro o fuera de la corteza (intrusivas y efusivas, respectivamente).

La característica fundamental que nos permite diferenciar una roca intrusiva de otra efusiva que tenga la misma composición química (procedentes del mismo magma) es la *textura*.

Textura es la relación, observable al microscopio, entre los distintos componentes, cristalizados o no, de la roca.

Si la solidificación del magma tiene lugar dentro de la corteza, por un enfriamiento lento, presentará cristalización uniforme, *textura granuda*, típica de rocas plutónicas.

Si la solidificación no ha tenido lugar de una manera uniforme de tal manera que unos minerales han cristalizado y el resto de minerales del magma no, o lo ha hecho en cristales muy pequeños, presentará una *textura porfídica* típica de ciertas rocas volcánicas y filonianas.

Si la solidificación tiene lugar tan rápidamente que los minerales no tienen tiempo para cristalizar, se produce la *textura vítrea*, característica de las rocas volcánicas.

CLASIFICACIÓN DE LAS ROCAS MAGMÁTICAS

- A. *Plutónicas o intrusivas*, en general formadas en profundidad.
- B. *Volcánicas o efusivas*, formadas en el exterior.
- C. *Filonianas*, formadas generalmente a poca profundidad y rellenando huecos (filones).

A. *Rocas plutónicas*

B. *Rocas volcánicas*

Granitos

Riolitas

Sienitas

Traquitas y Fonolitas

Gabros-Dioritas

}

Basaltos

Peridotitas

El contenido en cuarzo disminuye de los granitos a las peridotitas y por tanto la acidez.

El color se hace más oscuro, la densidad va aumentando.

C. Rocas filonianas

Pueden considerarse intermedias entre los dos grupos anteriores. Las más importantes y características son los pórfidos, las aplitas y las pegmatitas.

Estos tres tipos tienen composición semejante a la del granito, diferenciándose por su textura.

2. ROCAS METAMÓRFICAS

Como hemos dicho anteriormente, las rocas metamórficas se originan a partir de otras preexistentes, al cambiar su composición mineralógica y estructural.

Es frecuente que los minerales componentes de las rocas metamórficas estén orientados según la dirección de la presión, dando una *estructura* característica (pizarrosidad, esquistosidad).

Los factores que condicionan la transformación o metamorfismo son:

— Presión, temperatura y presencia de fluidos que contienen diversos compuestos químicos.

En el proceso del metamorfismo puede predominar:

- 1.º La acción de la temperatura (metamorfismo térmico).
- 2.º La acción de la presión (metamorfismo de dislocación).
- 3.º Si la acción de la presión y temperatura son de igual importancia (metamorfismo regional).
- 4.º Cuando los cambios químicos son predominantes (metamorfismo metasomático).

Ejemplos de rocas metamórficas:

- pizarras metamórficas.—Proceden de sedimentos arcillosos.
- esquistos.—Con mayor grado de metamorfismo que las anteriores como ocurre por ejemplo en las micacitas.
- gneis.—Se originan en rocas de metamorfismo regional intenso. Su composi-

ción mineralógica es análoga a la del granito, del que se diferencian por su estructura.

- mármoles.—Originados por metamorfismo regional sobre calizas y dolomías.
- cuarcitas.—Originadas a partir de rocas detríticas ricas en cuarzo.

3. MINERALES ENDÓGENOS

Los minerales constituyentes de las rocas endógenas son en su mayor parte los estudiados en el grupo de los silicatos:

- cuarzo.
- feldespatos y feldespatoides.
- micas.
- piroxenos y anfíboles.
- olivino, etc.

ACTIVIDADES

- 1.º Colecciona muestras de minerales y rocas de tu localidad.
- 2.º Agrúpalas por sus características y trata de identificarlas.
- 3.º Compáralas con las de las colecciones de rocas y minerales que existan en los laboratorios de Ciencias Naturales del Instituto al cual estás adscrito.
- 4.º Comprueba los aciertos que has tenido.
- 5.º Rectifica los errores que hayas podido tener.

TEMA 5

GEOLOGIA APLICADA

INTRODUCCIÓN

La Geología no es una ciencia exclusivamente teórica. El conocimiento científico de la Tierra permite una serie de aplicaciones prácticas y económicas. Este aspecto de la geología constituye la «geología aplicada», cuyo campo de investigación es muy amplio, abarca pues desde la abundancia y distribución de los recursos naturales hasta el conocimiento de los terrenos sobre los que vayan a realizarse obras de ingeniería y urbanismo.

Aplicaciones:

- A) Recursos naturales (minerales metálicos, materiales de construcción, fertilizantes...).
- B) Fuentes naturales de energía (carbones, petróleo, uranio).
- C) Obras públicas (presas, túneles, puentes, etc.).
- D) Hidrogeología (localización y aprovechamiento de acuíferos).

A) RECURSOS NATURALES.

MINERALES:

Citaremos los más destacados por su interés económico e industrial. Se encuentran en yacimientos cuya explotación puede realizarse sobre la superficie, a cielo abierto (canteras) o bien subterráneas mediante pozos verticales o inclinados. El mineral aprovechable por su utilidad se denomina *mena* y suele presentarse asociado a otro u otros minerales que constituyen la *ganga*.

Por ejemplo, el oro (mena) suele aparecer asociado al cuarzo (ganga).

Vamos a daros una relación de los más rentables desde el punto de vista económico. Para facilitaros el trabajo seguiremos el orden establecido en la clasificación de minerales (tema 2).

<i>1. Elementos nativos</i>	<i>Utilidad</i>
Oro (Au)	Metal noble, divisas-oro, monedas, joyería, orfebrería, etc.
Plata (Ag)	Metal noble, monedas, joyería, orfebrería, aleaciones.
Platino (Pt)	Metal noble, joyería, instrumental de laboratorio.
Cobre (Cu)	Aleaciones, electricidad, diversos objetos.
Arsénico (As)	Agricultura.
Azufre (S)	Medicamentos, insecticidas.
Diamante (C)	Gema preciosa.
Grafito (C)	Instrumental de laboratorio, lápices.
<i>2. Sulfuros.</i>	<i>Utilidad</i>
Pirita (Fe S ₂)	No es mena de Fe. Fabricación industrial de SO ₂ y SO ₄ H ₂ .
Blenda o esfarelita (S Zn)	Mena de Zn. Aleaciones, anticorrosivos de otros metales.
Calcopirita (S ₂ Cu Fe)	Mena de Cu. La misma utilidad que el Cu nativo.
Galena (S Pb)	Mena de Pb, baterías, antidetonantes de gasolina, soldaduras, objetos de adorno, etc.
Cinabrio (S Hg)	Mena de Hg. Diversos aparatos físicos. Industria fotográfica y eléctrica.
<i>3. Sulfosales</i>	<i>Utilidad</i>
Mispiquel o Arsenopirita (SAs Fe)	Como mena de As es poco importante. Puede contener Ag, Au, Co y Ni. Se utiliza para obtener SO ₂ (insecticida).
Proustita (S ₃ As Ag ₃)	Mena de Ag.
Pirargirita (S ₃ Sb Ag ₃)	Mena de Ag.

4. *Oxidos*

Utilidad

Oligisto ($\text{Fe}_2 \text{O}_3$)	Mena de Fe. Numerosísimas y muy importantes aplicaciones en nuestra civilización.
Magnetita ($\text{Fe O Fe}_2 \text{O}_3$)	Mena de Fe. Las mismas aplicaciones que el anterior.
Pirolusita (Mn O_2)	Mena de Mn. Industrias químicas y derivados. Aceros.
Casiterita (Sn O_2)	Mena de Sn. Aleaciones.
Uraninita (Pechblenda) (U O_2)	Mena de U. Mineral radiactivo. Fuente de energía.

5. *Hidróxidos.*

Utilidad

Bauxita ($\text{Al}_2 \text{O}_3 2 \text{H}_2 \text{O}$)	Mena de Al. Aeronáutica.
Limonita Fe (OH)_3	Mena de Fe. Aplicaciones como las del oligisto.

6. *Haluros*

Utilidad

Halita (sal gema) (Cl Na)	Obtención de cloro. Industria de salazones de pescados. Condimento. Otras aplicaciones químicas.
Silvina (Cl K)	Industria química, fertilizantes agrícolas, explosivos.

7. *Carbonatos.*

Utilidad

Calcita ($\text{CO}_3 \text{Ca}$)	De las aplicaciones se tratará más adelante al hablar de rocas calizas.
Siderita ($\text{CO}_3 \text{Fe}$)	Mena de Fe. Las mismas aplicaciones que el oligisto y la limonita.
Magnesita ($\text{CO}_3 \text{Mg}$)	Mena de Mg. Aleaciones, Medicamentos.
Malaquita y Azurita ($\text{CO}_3 \text{Cu}_2 \text{H}_2\text{O}$)	Menas de Cu. Ornamentación.

8. *Nitratos.*

Utilidad

Nitratina ($\text{NO}_3 \text{Na}$)	Industria química. Abonos.
---------------------------------------	----------------------------

9. *Boratos.* *Utilidad*

Boratos ($B_4O_7Na_2 \cdot 10 H_2O$) Ensayos mineralógicos. Medicina.

10. *Fosfatos.* *Utilidad*

Apatito ($PO_3Ca_2 F Cl$) Fuente de P. Abonos.

11. *Sulfatos.* *Utilidad*

Yeso ($SO_4Ca \cdot 2H_2O$) Escayolas, moldes, construcción.

12. *Wolframatos, cromatos, molibdatos* *Utilidad*

Wolframita ($WO_4 [Fe Mg]$) Mena de wolframio. Material bélico.

13. *Silicatos.*

El cuarzo y sus variedades son apreciados en ornamentación, fabricación de vidrios (pyrex, etc.).

Gran parte de los silicatos se utilizan como piedras preciosas o semipreciosas, en joyería: topacio, berilo (esmeraldas), lapislázuli.

Otros, tienen interés industrial como ocurre con las micas, talco, caolinita, etcétera.

ROCAS:

Dentro de las rocas encontramos una gran variedad de usos. Su explotación dependerá de una serie de factores como proximidad, economía en la explotación, naturaleza misma de las rocas, abundancia, etc.

Siguiendo el orden de clasificación establecido en los capítulos anteriores (ver documento 1) citamos las rocas más destacadas desde el punto de vista de su aprovechamiento.

1. *Rocas sedimentarias.*

- Caliza.—Cal y vidrio a partir de calizas puras.
- Calizas arcillosas y margas.—Cementos (se obtienen por calcinación de mezclas de calizas y arcillas) indispensables en la construcción. El cemento constituye la base del hormigón y otros materiales como bloques, pavimentos, etc.
- Arcillas plásticas.—Al fraguar con el agua, sin agrietarse por desecación, se utilizan en la industria alfarera, cerámicas, ladrillos, tejas, etc.
- Arcillas esmécticas (bentonitas).—Al fraguar en el agua, se agrietan por desecación. Se utilizan como desengrasantes y lubricantes de lanas.
- Caolín.—Industria de porcelanas.
- Lateritas.—Obtención del Al.
- Gravas y arenas.—Industrias de vidrios. También en la fabricación de hormigón, aglomerados y firmes de carreteras

En resumen, las rocas detríticas o clásticas son base para la fabricación del hormigón, para revestimientos, decoración, fabricación de porcelanas.

Las rocas carbonatadas se utilizan en construcción y ornamentación para cementos, cal, material refractario, etc.

Las rocas silíceas para fabricar dinamita a partir de trípoli, etc.

2. *Rocas intrusivas.*

- Los granitos, sienitas, gabros.—Se emplean en edificaciones, sillares, fachadas, esculturas, etc.

3. *Rocas efusivas.*

- Los basaltos triturados se utilizan en firmes de carreteras.

4. *Rocas metamórficas.*

- Los mármoles se utilizan en ornamentación, esculturas, construcción, etc.
- Los gneis, como sillares, como material lapidario.
- Las pizarras en la construcción.

B) FUENTES NATURALES DE ENERGÍA

Las principales fuentes naturales de energía son, aún en nuestros días, los combustibles como el carbón, petróleo y el gas natural. Sin embargo, como estos recursos se van agotando, actualmente y cada vez más, se van sustituyendo por otras fuentes de energía, como la hidráulica, solar, geotérmica y la radiactividad.

— Carbones.—El carbón, como habéis estudiado, encierra un poder calorífico alto, variable, según la clase o tipo de carbón.

— Petróleo.—Siempre asociado al gas natural es una fuente energética fundamental.

Las prospecciones geológicas variarán según se trate de localizar yacimientos de carbón o de petróleo. En ambos casos se detectan rocas «guía» que siempre aparecen en estos yacimientos.

Si quieres más información la encontrarás en el texto.

— Radiactividad.—Esta fuente de energía se basa en la desintegración (fisión) de determinados elementos pesados, U 235, por ejemplo. Es escaso en la tierra, se encuentra en la uraninita, mineral que aparece en rocas graníticas, filonianas y, en mayor concentración, en las rocas sedimentarias.

Esta energía nuclear se utiliza para estaciones generadoras de electricidad. Para su prospección se emplean contadores tipo Geiger.

— Energía hidráulica.—Se aprovecha la energía liberada en la caída de saltos de agua (presas) para producir electricidad.

— Energía geotérmica.—Es objeto actualmente de muchos estudios. Supone el aprovechamiento del calor interno de la tierra. En regiones volcánicas como en la isla N. de Nueva Zelanda, Hungría y N. de Italia hay unas centrales térmicas productoras de electricidad.

En Canarias se proyecta una central de este tipo.

C) OBRAS PÚBLICAS (EDIFICACIONES URBANAS)

Una aplicación indispensable de la geología es el reconocimiento del terreno sobre el cual se van a realizar construcciones para evitar posibles riesgos y favorecer el rendimiento y duración en las mismas.

También ahora te remitimos al libro para que te informes acerca de lo referente a reconocimiento geológico del terreno en «Obras Públicas y Edificaciones».

D) HIDROGEOLOGÍA

Se refiere a la localización, extracción y uso de aguas subterráneas, dada la importancia de este líquido para las poblaciones, industrias, agricultura, etc.

Lee en el texto lo referente a «explotación de las aguas subterráneas».

NOTA.—Para el estudio de este tema es suficiente con este guión, no es necesario que memorices las fórmulas de los minerales.

ACTIVIDADES

- Lee en el libro de texto todo lo relativo al tema 5.
- Anota las curiosidades que hayas encontrado.

TEMA 6

EL SUELO ASIENTO DE LA VIDA

INTRODUCCIÓN

Su estudio corresponde a la Edafología (o Pedología). Ciencia de gran interés por estar en el suelo la base de la agricultura y de la vida en general.

GUIÓN

1. ORIGEN Y FORMACIÓN. EDAFOGÉNESIS.

El origen y formación del suelo están estrechamente ligados a los procesos de meteorización de las rocas superficiales y, por tanto, a las condiciones climáticas. La edafogénesis supone:

- a) Disgregación mecánica de las rocas.
- b) Alteración química de los materiales.
- c) Instalación (asiento) de los seres vivos.
- d) Mezcla de la materia orgánica e inorgánica con el agua y el aire.

— suelos autóctonos.

— suelos alóctonos.

2. EVOLUCIÓN Y DESTRUCCIÓN NATURAL DEL SUELO.

Intervienen los factores:

- a) Material rocoso originario (roca madre).
- b) Clima.
- c) Vegetación.

3. COMPOSICIÓN DEL SUELO.

Grupos de componentes:

- a) Componentes inorgánicos.
- b) Componentes orgánicos.

El tipo y cantidad de «humus» son factores fundamentales en la fertilidad de un suelo de labor.

4. ESTRUCTURA DEL SUELO.

- a) Niveles y horizontes.
- b) Perfil del suelo.

5. PRINCIPALES TIPOS DE SUELOS.

Como el estudio de los tipos de suelos que sigue el texto puede ofrecerte dificultades, te facilitamos una relación simplificada.

Un suelo típico presenta en su perfil tres horizontes: A, B y C.

La clasificación puede hacerse según distintos criterios: por su textura, composición mineralógica, la reacción química dominante, etc.

- a) Suelos brutos.—Muy poco evolucionados, como aluviones recientes, desiertos de arena y suelos polares.
- b) Suelos poco evolucionados.—Falta el horizonte B. Originados sobre rocas ricas en sílice, como granitos, gneis, etc., pobres en CO_3 Ca; son propios de climas fríos y de alta montaña.

Otros suelos de este grupo son los formados sobre rocas calizas bajo climas diversos.

Dentro de los poco evolucionados están las tierras negras, muy ricas en humus, propias de climas húmedos; son muy fértiles.

- c) Suelos evolucionados con horizonte B. Aquí se incluyen las «tierras pardas forestales de clima húmedo y templado». típico de bosque de hoja caduca, con bastante humus.

Otro suelo de éstos es el «podsol», propio de bosque de coníferas con humus ácidos que atacan a las arcillas por lo que el suelo es arenoso. Un tercer tipo de suelos evolucionados que constituyen las *lateritas* de regiones

tropicales, clima húmedo y cálido, sin humus, ricos en óxido de Fe y Al que forman una capa rojiza muy dura.

Un cuarto grupo está representado por las «tierras rojas mediterráneas» propias de climas poco húmedos con veranos cálidos, ricos en arcilla y pobres en humus.

Un quinto grupo son los suelos salinos, típicos de climas secos, pobres en humus.

Finalmente, *los suelos de turberas*, encharcados, generalmente con gran desarrollo de vegetación (musgos, juncos, etc.).

— Te recomendamos observes la distribución de suelos en la Península Ibérica, que aparece en un mapa en el texto.

APROVECHAMIENTO DEL SUELO POR EL HOMBRE

AGRICULTURA

El suelo, por efecto de los cultivos, va perdiendo sustancias nutritivas que deben ser restituidas mediante el empleo de fertilizantes o abonos.

Los fertilizantes pueden ser orgánicos (estiércol, guano) e inorgánicos (nitrogenados, fosfatados, potásicos...).

— *Conservación de suelos:*

El suelo natural se forma muy despacio y, en cambio, puede ser destruido en poco tiempo.

El hombre, que contribuye a su destrucción por distintas causas, como cultivos abusivos o poco adecuados, ganadería excesiva, tala de bosques, productos residuales de industrias contaminantes, etc., debe procurar una recuperación y conservación del mismo.

Para ésto deberían hacerse estudios científicos de explotación agrícola, proteger el suelo de la erosión natural por repoblación forestal, fijación de dunas, etcétera.

ACTIVIDADES

— Sería interesante que trataras de apreciar los horizontes de un suelo natural en un corte reciente.

— ¿En qué grupo o grupos de suelos incluirías los de la región en que vives?

TEMA 7

LA BIOSFERA

INTRODUCCION

La biosfera es el conjunto de seres vivos y el medio en que se encuentran, en la Tierra.

Comprende parte de la atmósfera, hidrosfera y litosfera. En la biosfera se cumplen las condiciones indispensables para el desarrollo y mantenimiento de la vida. Estas condiciones son:

- Temperatura dentro de unos límites.
- Presencia de agua líquida.
- Capa protectora de ozono en la atmósfera.
- Otros componentes, sobre todo en la atmósfera (CO_2 , O_2 ...).

CARACTERISTICAS DE LA BIOSFERA

La biosfera es heterogénea, diversa y discontinua.

¿Por qué es heterogénea?—Porque el reparto de los seres vivos no es uniforme; en unas zonas hay superpoblación de animales o vegetales y, en cambio, en otras no existe vida o es muy escasa.

¿Por qué es diversa?—Porque la vida puede manifestarse en formas muy distintas. Piensa, por ejemplo, en la diferencia tan grande que hay entre un saltamontes y una ballena, entre un musgo y un pino o entre cualquier vegetal respecto a cualquier animal. No obstante, las grandes diferencias son más por la forma que por la composición química.

¿Por qué es discontinua?—Porque la vida está representada por unidades vivientes —seres vivos— separados entre sí en el espacio.

Los seres vivos que constituyen la biosfera, aparte de ser vegetales o animales, responden a una de las siguientes formas de organización celular:

- a) organización procariótica — seres procariontes
- b) organización eucariótica — seres eucariontes.

Los primeros de organización muy sencilla; los segundos son más complejos. Estudiaremos esto más adelante.

LA BIOSFERA

CLASIFICACION Y NOMENCLATURA DE LOS SERES VIVOS

Este apartado está muy claro en el libro, fíjate en lo que significa *clasificar*. Son importantes los conceptos siguientes:

- Las primeras clasificaciones (Aristóteles, Linneo).
- Clasificaciones actuales.
- Tronco, clase, orden, familia, género y especie.
- Especie.
- Nomenclatura binomial.
- Reglas de nomenclatura.

ACTIVIDADES

- 1.^a ¿En qué consiste el «nombre científico» de un animal?
- 2.^a Sabiendo que el zorro es *Vulpes vulpes*, ¿sabrías decir qué parentesco tiene con el perro?
- 3.^a ¿Quién fue Linneo?

TEMA 8

ADAPTACIONES DE LOS SERES AL MEDIO AMBIENTE

INTRODUCCION

Como decíamos en el tema anterior, la biosfera es el conjunto de seres vivos y su entorno. Por lo tanto, la vida de estos seres estará condicionada y adaptada a las características de su propio medio. El estudio de las relaciones entre los seres vivos y su medio ambiente se denomina Ecología.

1. CONCEPTO DE MEDIO AMBIENTE

Se entiende por medio ambiente al medio donde habitan y se desarrollan los seres vivos.

Los seres vivos habitan, fundamentalmente, en dos grandes medios, el *acuático* y el *terrestre*. Un tercer medio, el *orgánico*, queda limitado a los seres parásitos.

Cada medio ambiente tiene una extensión y unos factores propios. Estos factores se pueden agrupar en dos tipos:

- Factores abióticos (físicos, químicos...).
- Factores bióticos (otros seres vivos, de la misma o de distinta especie que habitan en el mismo medio).

Concepto de adaptación.—Los seres vivos han modificado su constitución anatómica y fisiológica para mejor acomodarse al medio que les rodea, es decir, se han adaptado a su medio ambiente.

A) MEDIO ACUATICO

Es el más importante por su extensión y número de tipos biológicos que alberga. En él se dan las condiciones más idóneas para el desarrollo de la vida (incluso en los animales terrestres encontramos en su medio interno una composición semejante a la del agua del mar), y fue el medio marino el lugar donde tuvo origen la vida misma.

Las condiciones físicas que hacen que el agua sea un medio bastante homogéneo y el más idóneo para el soporte de la vida son, entre otras, las siguientes:

- Punto de congelación elevado, debido a lo cual, ante un descenso fuerte de temperatura, sólo se hiela la superficie de las aguas, pudiendo continuar la vida por debajo de la capa de hielo.
- Poder de disolución. Gran cantidad de sustancias están disueltas en el agua y ello les permite su entrada y salida en los organismos (transporte).
- Gran densidad (agua dulce 1; agua de mar, 1,028), semejante a la del protoplasma de los seres vivos.
- Los calores específicos de evaporación y de fusión son altos, lo que permite que el agua actúe como regulador térmico.

En un medio acuático, además de las características citadas, propias del agua en sí, hay otros factores que varían de unos lugares a otros.

Estos factores son:

- *Oxígeno*.—El oxígeno libre en las aguas es el primer factor condicionante del desarrollo de la vida.
- *Salinidad*.—El contenido en sales disueltas es muy variable, desde las aguas dulces a las muy saladas.
- *Temperatura*.—También variable según la zona de la Tierra que se considere, desde el Ecuador a los Polos (variaciones en la latitud) y desde el fondo del mar hasta las cumbres de las altas montañas (variaciones en la altitud).
- *Iluminación*.—Según el grado de penetración de la luz, hay zonas fóticas o iluminadas y zonas afóticas donde no llega la luz. Esto depende del espesor de las aguas y de su transparencia.
- *Presión*.—Depende de la altitud y profundidad (aumenta 1 atmósfera cada 10 metros).
- *Movimientos*.—Carácter también muy variable, hay aguas corrientes, batidas, estancadas, etc.

1) MEDIO MARINO.—Comprende las aguas de los grandes océanos y mares.

Características

- *Salinidad*.—En general, alta, con un valor medio de 35 gramos por litro (3,5 por 100). No obstante, se alcanzan valores de 3,9 por 100 en el Medi-

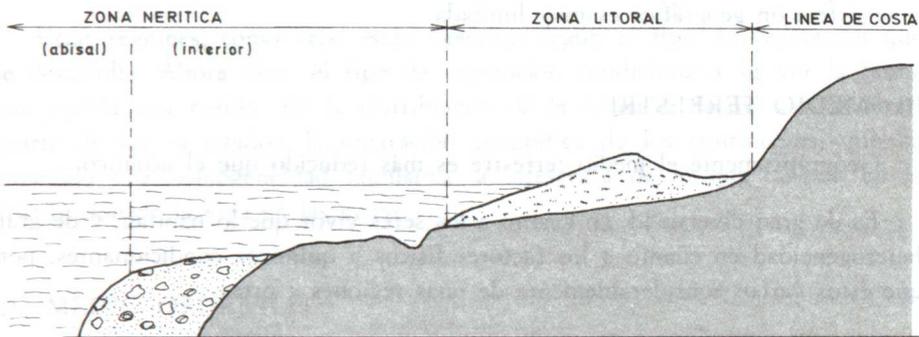
terráneo y hasta un 4,5 por 100 en el Mar Rojo. Como contraste, el Mar del Norte tiene una salinidad media de 2 por 100, siendo el agua casi potable en el Golfo de Botnia.

- *Temperatura.*—Dada la gran capacidad calorífica del agua, y como la energía recibida del sol se emplea en su mayor parte en la evaporación, las oscilaciones en medios marinos son mínimas, alrededor de 3° C en la superficie de mares ecuatoriales y de unos 10° C en latitudes altas. Estas variaciones son todavía menos acusadas en profundidad, y a partir de unos 400 metros la temperatura del agua se mantiene en los 3° C.
- *Iluminación.*—Factor muy importante, especialmente para los vegetales verdes, para los cuales la luz es indispensable y, por lo tanto, no pueden habitar zonas afóticas (a partir de profundidades de 100-400 m).
- *Presión.*—Este factor, al igual que el anterior, influye poderosamente en la distribución de los seres vivos en el medio marino.
- *Movimientos.*—(Recuerda los distintos movimientos del agua del mar, estudiados anteriormente.) Condicionan la distribución de formas vegetales y animales.

Regiones biológicas marinas:

- a) Región litoral.
- b) Región pelágica (plancton, necton, bentos).
- c) Región abisal.

Completa esta parte por el libro, ayudándote del siguiente esquema:



Esquema de las regiones biológicas marinas

2) MEDIO ACUÁTICO CONTINENTAL.—Las aguas continentales, como medio ambiente, son menos importantes, porque en ellas la vida está más restringida. Comprenden las aguas de los ríos, torrentes, charcas, etc.

Factores tan característicos del medio marino como la salinidad, etc., no afectan de igual modo a la vida en las aguas continentales (la mayoría de estos medios tienen un bajo grado de salinidad, con excepción de sales cálcicas, de las que pueden contener cantidades importantes). Son importantes, en cambio, las variaciones climáticas, que afectan a estos medios muy directamente.

Las aguas corrientes (ríos, torrentes) suelen ser limpias, oxigenadas y muy movidas, especialmente en la parte alta de su curso. Por esta razón la vida vegetal y el plancton escasean (recuerda que el plancton es el conjunto de organismos vegetales y animales, en su mayoría microscópicos, que habitan en la superficie de las aguas). La vida animal es variada, desde animales que se fijan en el fondo hasta los que nadan activamente.

En las aguas estancadas (lagos, lagunas, charcos) el plancton es abundante y bastante homogéneo, más que en el medio marino. La vegetación es variada, hay desde algas hasta fanerógamas, y también la fauna, que incluye desde protozoos, esponjas, crustáceos, insectos, hasta peces, anfibios, aves e, incluso, mamíferos.

Los lagos tienen un gran interés ecológico.

Las charcas suponen un medio muy característico por la microfauna y microflora que contienen. Las de desecación periódica ofrecen la particularidad de presentar, en las épocas de sequía, formas de vida latente, como quistes, esporas, etc.

3) MEDIOS INTERMEDIOS, SALOBRES.—Comprenden aguas de estuarios, rías, etcétera. En general estos medios se dan donde se mezclan aguas dulces y saladas, y su extensión geográfica es muy limitada.

B) MEDIO TERRESTRE

Geográficamente el medio terrestre es más reducido que el acuático.

Es de gran diversidad, en cuanto a los seres vivos que lo habitan, y de gran heterogeneidad en cuanto a los factores físicos y químicos condicionantes, porque éstos varían considerablemente de unas regiones a otras.

Son factores determinantes del medio terrestre los siguientes:

Temperatura.—Es un factor decisivo que condiciona la vida animal y vegetal,

porque para cada especie hay unos límites de temperatura, máximo y mínimo, entre los cuales pueden vivir, y una temperatura óptima que le permite mayor desarrollo. En el medio terrestre la temperatura presenta unas oscilaciones térmicas (diarias y estacionales) más acusadas que en el medio acuático.

— *Humedad, luz y naturaleza del suelo.*—Son también factores determinantes, de un modo notable, del desarrollo de los organismos.

La distribución de los seres vivos está condicionada por los factores aquí mencionados, en general factores climáticos y del suelo, que están estrechamente relacionados con la latitud y altitud del terreno.

REGIONES BIOLÓGICAS TERRESTRES

- a) *Regiones de la tundra.*—De vegetación escasa (musgos y líquenes). Temperaturas bajas. Parte septentrional de la Tierra.
- b) *Regiones de clima templado.*—Situadas al sur de la tundra, con bosques de coníferas y árboles de hoja caduca, con zonas de estepa escasamente pobladas.
- c) *Regiones cálidas y húmedas.*—Entre el Ecuador y los Trópicos, con bosques tropicales y sabanas con hierbas altas y árboles aislados (menos húmedos).
- d) *Regiones templadas y desiertos.*—Situadas más al sur que las anteriores. Sin lluvias, o sólo ocasionales, con escasa o nula vegetación, excepto en los oasis.

Estas regiones, como veis, están descritas según el tipo de vegetación que se desarrolla. Ahora bien, el tipo de vegetación condiciona a su vez la fauna que puebla una región. En la distribución de la fauna es factor a considerar, aparte de los ya citados, la separación geográfica de los continentes, que ha impedido una homogeneidad faunística, a diferencia de lo que ocurría en la distribución de la vida en las aguas.

C) MEDIO ORGÁNICO

Es el medio interno de los seres vivos donde viven otros seres vivos, parásitos, los endoparásitos. Por ejemplo, para la tenia o solitaria, que es un endoparásito, su medio es el intestino del huésped que parasita.

El medio orgánico se caracteriza por la homogeneidad de los factores ambientales (presión, temperatura, etc.), y por la facilidad de disponer y asimilar las sustancias nutrientes que ofrece a los organismos que en él viven.

II. ADAPTACIONES DE LOS SERES VIVOS AL MEDIO AMBIENTE

Los seres vivos han conseguido (por evolución) una adaptación en sus diferentes órganos —atrofiándose unos, hipertrofiándose otros o bien surgiendo formas nuevas— para mejor acomodarse a las condiciones de su medio ambiente.

ADAPTACIONES DE LOS VEGETALES TERRESTRES

Para éstos son fundamentales el agua y la luz.

- En vegetales cuyo medio es seco y caluroso aparecen adaptaciones en su organismo para el aprovechamiento del agua. Las plantas adaptadas a estos medios se llaman *xerofitas*, suelen tener hojas pequeñas (o sólo espinas), cutícula gruesa y gran desarrollo de sus raíces. Por ejemplo, los pinos, abetos, plantas de estepa como el romero y la aliaga y, como casos extremos, los cactus y las chumberas con tallos gruesos y carnosos que almacenan agua.

Las plantas de terrenos salinos —*halofitas*— pueden ser también xerofitas, aunque los suelos sean ricos en agua, al no poder tomarla por un exceso de presión, son «suelos fisiológicamente secos».

- En vegetales cuyo medio es de escasa iluminación aparecen adaptaciones que permiten movimientos para conseguir mayor luminosidad (fototropismos); en otros casos la adaptación puede suponer un crecimiento desmesurado (lianas de bosques tropicales), un aumento en la superficie foliar, orientaciones como en el girasol, etc.

ADAPTACIONES DE LOS VEGETALES ACUATICOS

- En los vegetales sumergidos suelen faltar, por adaptación, elementos rígidos (como las algas, carentes de elementos leñosos).
- En los vegetales flotantes la flotación se favorece mediante adaptaciones especiales, como inclusiones de aire o de grasa.

Para defenderse de la acción mecánica del agua en movimiento, los vegetales acuáticos tienen adaptaciones, como hojas acintadas, órganos de fijación al fondo, etc., para evitar ser arrastrados.

ADAPTACIONES DE LOS ANIMALES TERRESTRES

- a) *Adaptaciones para la respiración.*—Como estos animales respiran el oxígeno contenido en el aire, la principal adaptación consiste en la presencia de *pulmones* (ejemplo, vertebrados terrestres) o *tráqueas* (ejemplo, insectos).
- b) *Adaptaciones a la temperatura.*—Unos animales tienen una temperatura interior que es igual a la del medio ambiente, se llaman animales *poiquilotermos*, como todos los invertebrados y vertebrados, excepto aves y mamíferos. En estos animales los cambios de temperatura influyen estrechamente en su actividad vital (reacciones bioquímicas), que es mayor en épocas calurosas, y se reduce al descender la temperatura (recordemos el caso del «letargo invernal» de lagartos, lagartijas, caracoles, etc.). En casos extremos llegan a desaparecer las formas adultas, como ocurre en muchos insectos que pasan el invierno en forma de larvas o de huevos.

Otros animales poseen mecanismos —adaptaciones— reguladores de la temperatura, que hacen que ésta sea constante en su medio interno, independientemente de la temperatura del medio. Son animales *homeotermos*, como las aves y los mamíferos (algunos de éstos —como los lirones, musarañas, etc.—, no obstante, reducen durante el invierno sus actividades al mínimo, son «animales invernantes»).

c) *Adaptaciones a la locomoción:*

- *Ambulación.*—Los animales que viven sobre el suelo pueden arrastrarse o bien haber desarrollado *patas* que les sirven para andar, cuyo origen y número pueden ser diversos (seis en los insectos, ocho en los arácnidos, muchas en los miriápodos, cuatro en los mamíferos, etc.). Según la disposición y desarrollo de las patas, la adaptación puede ser a la marcha, a la carrera o al salto.
- *Vuelo.*—Existen muchas especies voladoras, en distintos grupos de animales. Entre los insectos, la mayoría de las formas adultas (en cambio, sus larvas son terrestres o acuáticas); casi todas las aves; también entre los mamíferos hay especies voladoras.

La adaptación al vuelo fue posible gracias a la aparición de *alas*. En los insectos las alas son expansiones membranosas; en las aves y mamíferos

voladores las alas se originaron por una modificación adaptativa de sus extremidades anteriores.

— *Vida arborícola*.—Los animales que viven sobre los árboles se han adaptado, adquiriendo una singular agilidad para desplazarse (monos, ardillas, etc.) o logrando un mimetismo que les permite pasar inadvertidos (insectos palo, insectos hoja, etc.).

— *Vida cavernícola*.—Corresponde a los animales *hipogeos*, es decir, que viven bajo tierra. Su adaptación ha supuesto una atrofia en el sentido de la vista y un desarrollo de extremidades idóneas para cavar madrigueras o galerías (topos, lombrices, etc.).

ADAPTACIONES DE LOS ANIMALES ACUICOLAS

a) *Adaptaciones a la respiración*.—Principal adaptación conseguida por el desarrollo de *branquias*, que permiten a estos animales respirar el oxígeno disuelto en el agua (la mayoría de los invertebrados, peces, larvas de anfibios). No obstante, no todos los animales que viven en el agua respiran por branquias, los mamíferos acuáticos lo hacen por pulmones (focas, ballenas, delfines, etc.).

b) *Adaptaciones a la locomoción*.

Hay animales que desarrollan expansiones o apéndices (ejemplo, pulga de agua) o que reducen la densidad de su cuerpo (ejemplo, medusas) para mejor flotar.

— Otros animales, nadadores, disminuyen la resistencia al rozamiento con el agua y facilitan su desplazamiento mediante la adquisición adaptativa de cuerpo fusiforme y de apéndices especiales —aletas— (ejemplo, mayoría de los peces). En el caso particular de los mamíferos acuáticos, las aletas son extremidades transformadas para la natación.

— Finalmente, en los animales sedentarios, encontramos unas formas fijas, otras de escasa motilidad y otras enterradas en la arena. Las fijas desarrollan pedúnculos para su sujeción (esponjas, percebes, etc.), y las de escasa motilidad tienen pequeños apéndices o son formas reptantes (erizos, ciertos moluscos, etc.); las formas enterradas en la arena pueden presentar una cubierta protectora y carecer de órganos locomotores (gusanos tubícolas, etc.).

Además, los animales sedentarios acuáticos resisten el movimiento de las aguas gracias a la presencia de caparazones protectores gruesos y resistentes, generalmente calizos (corales, madréporas, cangrejos, almejas, caracoles, etc.).

Son más acusadas las adaptaciones en los endoparásitos (que viven en el interior de otro animal). Las adaptaciones en estos animales suelen consistir en una reducción de órganos de los sentidos, atrofia de elementos locomotores y de aparato digestivo, desarrollo de órganos especiales para la fijación y, sobre todo, un aparato reproductor que asegure la continuidad de la especie con puestas muy numerosas (tenias, lombrices intestinales, etc.).

BIOGEOGRAFIA

Trata del estudio de la distribución geográfica de los seres vivos.

1. En la distribución de la fauna actual se diferencian unas regiones zoológicas, caracterizadas por sus especies más sedentarias:
 - a) *Región Holoártica*.—Comprende Eurasia hasta el Himalaya (subdividido en tres zonas: mediterránea, europea y siberiana) y Norteamérica. Fauna característica: ciervos, bisontes, osos, alces, caballos.
 - b) *Región Etiópica*.—Comprende Africa. Fauna característica: león, elefante africano, gorila, chimpancé, jirafa, hipopótamo, cocodrilo.
 - c) *Región Malgache*.—Comprende Madagascar e islas próximas. Fauna característica: lemur, otros prosimios, etc.
 - d) *Región Indica u Oriental*.—Comprende India, Sur de China, Península de Malaya y archipiélagos adyacentes. Fauna característica: tigre, elefante indio, tapir, orangután, gibón, pavo real, etc.
 - e) *Región Australiana*.—Comprende Australia e islas de Oceanía. Fauna característica: mamíferos no placentarios, como monotremas y marsupiales; aves como el kiwi, ave del paraíso, cacatúa, etc.
 - f) *Región Neotropical*.—Comprende América Central y del Sur. Fauna característica: monos platirinos, llama, armadillo, colibrí, ñandú, caimán, vampiro.
2. En la distribución de la flora actual se diferencian unas regiones fitogeográficas:
 - a) *Región Holoártica*.—Comprende zona fría y templada septentrional. Es muy amplia y uniforme. Flora rica en betuláceas, salicáceas, ranuncu-

láceas, umbelíferas, etc. Aquí se incluye la zona ártica de la tundra, los bosques de coníferas más al sur y otros bosques de hoja caduca; la zona mediterránea con vegetación leñosa, de hoja dura (encinas, robles, alcornoques, algarrobos, olivos, pinos mediterráneos, etc.); la zona centroasiática con la estepa de gramíneas y la estepa arbolada de abedules, robles, olmos, etc., en las partes húmedas.

- b) *Región Paleotropical - Neotropical*.—Comprende las regiones tropicales del Viejo y Nuevo Mundo. Con palmeras, laureles, cactus, pitas, yucas, etcétera.
- c) *Región Australiana*.—Comprende Australia. Predominan las plantas xerofitas y esclerofitas (con tejidos duros) en sabanas con árboles escasos; también son frecuentes los eucaliptos y las acacias.
- d) *Región Capense*.—Comprende el Sur de Africa. Predominio de muchos arbustos esclerofitos; hay falta de árboles.
- e) *Región Antártica*.—Comprende Chile, Argentina. Predominio de bosques ricos en musgos, helechos y turberas altas (por la gran humedad reinante).

En cualquiera de estas regiones la flora existente puede presentar cambios al variar el clima por la orografía.

ACTIVIDADES

- 1.^a Si tienes una charca o laguna cerca, recoge ejemplares de la flora y de la fauna de la misma. Observa esos ejemplares (útiliza una lupa) y describe el resultado de tus observaciones.
- 2.^a Compara los vegetales terrestres con los acuáticos de tu región. ¿Qué diferencia encuentras?
- 3.^a Sigue la lectura de las regiones con un atlas, sitúalas.
- 4.^a Consulta los términos que no entiendas en un diccionario o glosario del libro. Anota su significado.

NOTA.—Para el estudio de este tema, «Adaptaciones de los seres vivos al medio ambiente», es suficiente con este guión. No es necesario que memorices las regiones biogeográficas.

TEMA 9

INDIVIDUOS Y COMUNIDADES ESPECIE Y ECOSISTEMA

INTRODUCCION

Antes de entrar en el tema propiamente dicho, vamos a situarlo haciendo unas consideraciones generales.

Como sabéis, la Biología trata del estudio de los seres vivos, es decir, de los individuos que realizan las «funciones vitales»: asimilación, desasimilación, reacción, reproducción, etc.

La materia constituyente de los seres vivos —materia viva— es muy compleja pero análoga para las distintas formas de vida, a pesar de la gran diversidad del mundo viviente.

Esta materia viva puede presentarse en distintos grados de complejidad conocidos como *niveles de organización*:

1. Nivel atómico o elemental.
2. Nivel molecular.
3. Nivel subcelular.
4. Nivel celular.
5. Nivel de organismos—individuo.
6. Nivel de asociaciones.
7. Nivel de ecosistemas.

1. EL NIVEL ATÓMICO O ELEMENTAL está constituido por todos los átomos de los elementos químicos que forman la materia viva, llamados *bioelementos*: C, H, O, N, P, S, K, Ca, Mg, Fe... Los cuatro primeros son los que entran en mayor proporción; los siguientes, P, S, K, etc., entran en menor cantidad. Hay, además, otros elementos que aparecen en cantidades vestigiales denominados *oligoelementos* (oligo = escaso), como el Cu, Mn, Zn, etc.

2. NIVEL MOLECULAR.—Los bioelementos se combinan para formar moléculas. Estas moléculas que forman la materia viva se denominan *principios inmediatos*:

inorgánicos:

- agua,
- sales minerales.

orgánicos:

- glúcidos (azúcares, almidones, etc.),
- lípidos (aceites, otras grasas),
- prótidos (proteínas).

Hay un grupo de sustancias denominadas *biocatalizadores* (enzimas, vitaminas, hormonas) que, aunque entran en pequeña cantidad, su acción es fundamental para la vida. Estas sustancias están químicamente relacionadas con glúcidos, lípidos o prótidos.

3. NIVEL SUBCELULAR.—Es a partir de este nivel cuando se establece la vida. Los virus, que no tienen estructura celular, son la forma más elemental de vida hasta ahora conocida.
4. NIVEL CELULAR.—Es en este nivel donde generalmente se asienta la vida. La célula es la unidad anatómica y fisiológica de los seres vivos. Hay organismos —protozoos, protofitas— constituidos por una sola célula.
5. NIVEL ORGANISMO.—Se sitúan en este nivel los organismos pluricelulares —metazoos, metafitas— constituidos por muchas células. En el caso de los seres unicelulares el nivel celular equivale a nivel organismo.

Un organismo, en general muy complejo, puede ser estudiado desde distintos aspectos:

- por su constitución química,
- por la constitución de sus células,
- por sus tejidos,
- por sus aparatos,
- por sus sistemas.

6. NIVEL ASOCIACIÓN.—Un ser vivo no puede considerarse aislado; su vida está supeditada al medio ambiente y a los otros seres vivos que comparten el mismo medio. Estos individuos que comparten el mismo medio se interrelacionan de forma natural constituyendo *asociaciones*.

El conjunto de individuos de una misma especie en un mismo territorio constituye una *población* (asociación intraespecífica). Dentro de una misma población puede haber diversas asociaciones más o menos íntimas o duraderas, como las *familias, sociedades, colonias*, etc.

Las asociaciones entre individuos de distinta especie (asociaciones interespecíficas) pueden ser también diversas, como inquilinismo, simbiosis, parasitismo, etc.

Los individuos, tanto vegetales como animales, de una asociación comparten, como hemos dicho, un mismo ambiente. Este medio ambiente de la asociación se llama *biotopo*.

Las distintas asociaciones que comparten un biotopo se denominan *comunidades o biocenosis*.

7. NIVEL ECOSISTEMA.—Este es el más completo de los niveles de organización. Un ecosistema es una comunidad en su biotopo correspondiente.

$$\text{Ecosistema} = \text{Biotopo} + \text{Biocenosis}$$

RELACIONES ENTRE LOS NIVELES DE ORGANIZACION

Como puedes apreciar en estos siete niveles de organización hay una *complejidad creciente*, desde el nivel elemental hasta el ecosistema.

— Cada nivel incluye a los anteriores. Por ejemplo, en el nivel de asociación van incluidos los de organismo, celular, molecular y elemental.

Al presentaros los niveles de organización hemos querido daros una visión conjunta de la estructuración y organización de la materia viviente.

Por condicionamientos del programa, el estudio detallado de los niveles 1 y 2 se omite en el presente curso.

Los niveles 3 y 4 los estudiaremos en temas sucesivos. Y ahora, siguiendo el temario oficial, nos referiremos a los tres últimos niveles, estudiando individuos, comunidades y ecosistemas.

Estudia este tema por tu libro de texto. Para ayudarte te sugerimos el siguiente guión:

Concepto de población.

Concepto de asociación.

a) asociaciones intraespecíficas:

1. familias.

2. sociedades.

3. colonias.

b) asociaciones interespecíficas:

1. inquilinismo.

2. comensalismo.

3. simbiosis.

4. parasitismo.

Concepto de comunidad. Características.

Concepto de biotopo: habitat, nicho ecológico.

Concepto de ecosistema.

Sucesión ecológica. Equilibrio.

Tipos de ecosistemas.

El estudio de los tipos de ecosistemas se complementa con lo que has estudiado en el tema de «Adaptaciones de los seres vivos al medio ambiente».

ACTIVIDADES

1.^a a) Las palomas se asocian en familias, ¿son estas asociaciones familiares monógamas o polígamas?

b) ¿Y las asociaciones de gallinas?

- 2.^a De los siguientes animales, indica cuáles son endoparásitos y cuales entero-parásitos:
- a) piojo
 - b) duela del hígado
 - c) lombriz blanca de la especie humana
 - d) triquina
 - e) garrapata
 - f) arador de la sarna
 - g) tripanosoma.
- 3.^a ¿En qué tipo de asociación incluiría a los líquenes?
Distingue entre simbiosis y parasitismo.
- 4.^a Los corales son individuos coloniales. ¿En qué se basa esta afirmación?

TEMA 10

ENERGIA Y CICLOS BIOGEOQUIMICOS

INTRODUCCION

Todos los seres vivos tienen necesidad ineludible de *energía* para realizar sus funciones vitales de asimilación, desasimilación, secreción, locomoción y otras. ¿De dónde procede esta energía?—Esta energía procede del Sol.

Unos seres la toman directamente —seres *autótrofos*—, otros indirectamente —seres *heterótrofos*—.

Los sistemas vivientes solamente pueden utilizar para sus funciones vitales la energía química contenida en los enlaces químicos de las moléculas orgánicas, que constituyen los principios inmediatos.

¿Cómo se incorpora la energía del Sol y se forman los compuestos orgánicos?—Mediante el fenómeno de la *fotosíntesis*.

La energía captada por la fotosíntesis pasa de unos organismos a otros por medio de los compuestos orgánicos en forma de alimentos.

Los organismos, todos, utilizan los alimentos como fuente de energía, rompiendo los enlaces químicos mediante procesos oxidativos (*respiración*). La liberación de la energía tiene que ser controlada, gradual, sin que se produzcan elevaciones bruscas de temperatura incompatibles con la vida misma y que los organismos no podrían soportar.

La liberación gradual de la energía y su almacenamiento es factible por una parte por la intervención de enzimas o biocatalizadores que controlan el proceso y, por otra, por los sistemas de vectores de energía que la almacenan y trasladan de los sitios de origen (mitocondrias) a los lugares de consumo (ejemplo: músculos-contracción-movimiento).

VECTORES DE ENERGIA EN LOS ORGANISMOS

El vector de energía universal, para los organismos, es el ATP, o mejor el sistema ADP-ATP.

ATP = adenosín trifosfato; adenosina es un compuesto orgánico, base nitrogenada, cuya composición es complicada; trifosfato indica tres restos de moléculas de ácido ortofosfórico PO_4H_3

ADP = adenosín difosfato, es igual que el ATP, pero con sólo dos restos de ácido ortofosfórico.

¿Cómo almacenan estos vectores la energía? El ADP fija la energía con intervención del ácido ortofosfórico, (P), transformándose en ATP. La unión del (P) al ADP se hace mediante la formación de un enlace de alta energía (~). Este proceso de fijación del (P) se llama *fosforilación*.



¿Cómo se libera esta energía almacenada en el ATP?

De forma reversible el ATP pasa a ADP liberando (P) y energía



FOTOSINTESIS

Es una función privativa de los organismos que contienen clorofila. Para esta función se necesita, además, la presencia de la luz.

La clorofila, pigmento verde de los vegetales, es un cromoproteido, que pertenece al grupo de las proteínas (ver principios inmediatos).

De múltiples observaciones experimentales, se deduce que para que se realice la fotosíntesis se requiere:

- presencia de la luz, fotones.
- concurso de la clorofila.
- dióxido de carbono (CO_2).
- agua.

Como consecuencia del fenómeno hay:

— desprendimiento de O₂.

— formación de compuestos orgánicos (*síntesis*).

Esta función es sumamente compleja y supone numerosas reacciones bioquímicas que en líneas generales comprenden dos fases:

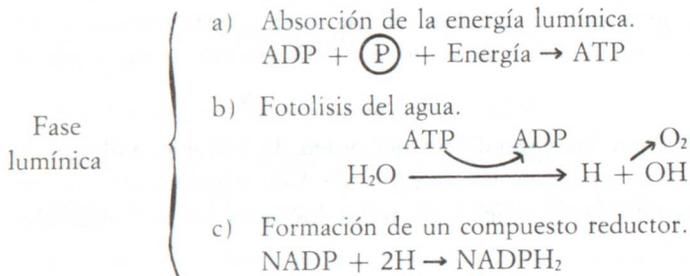
a) FASE LUMÍNICA.—Reacciones fotoquímicas.

La energía lumínica que llega del Sol en forma de fotones es absorbida por la molécula de clorofila; ésta se «excita», emite un electrón que pasa a un nivel energético superior, cediendo su energía al volver a su posición inicial, quedando de nuevo la clorofila en condiciones de repetir el proceso.

La energía de los fotones se fija al ADP formándose ATP —*fosforilación fotosintética*.

Simultáneamente el agua se escinde en sus dos componentes —*fotólisis*— gracias a la energía fijada en el ATP.

El oxígeno del agua se desprende como subproducto, mientras que el hidrógeno es captado por un *acceptor* de hidrógeno, el NADP (Nicotinamida-adenosín-dinucleótido fosfato; este complicado compuesto orgánico no intentamos ni siquiera aclarártelo). Resumiendo:

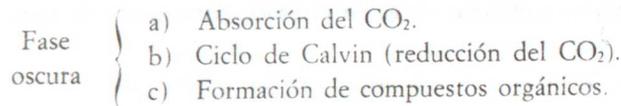


b) FASE OSCURA.—Reacciones químicas.

Esta fase se realiza independientemente de la luz. Consiste en la fijación del CO₂ para combinarse con el H₂ captado por el NADPH₂.

El CO₂ se reduce mediante una serie de reacciones complicadas que constituyen el ciclo de Calvin, dando como resultado final compuestos orgánicos.

Uno de los primeros compuestos orgánicos formados es la glucosa, glúcido de seis átomos de carbono, quedando así transformada la *energía lumínica* en *energía química*. Resumiendo:



Por consiguiente, la fotosíntesis, como resultado final, supone:

1. Utilización de la energía lumínica.
2. Fabricación de compuestos orgánicos.
3. Utilización del CO_2 de la atmósfera.
4. Enriquecimiento de la atmósfera en O_2 .

Considera que:

El desprendimiento de O_2 es del mayor interés ecológico, pues siendo indispensable para la respiración de los seres vivos, y siendo la fotosíntesis la única causa del enriquecimiento en O_2 de la atmósfera es fácil comprender que si los vegetales verdes desaparecieran de la Tierra, el O_2 consumido en la respiración de los seres vivos desaparecería en breve plazo, extinguiéndose, en consecuencia, la vida.

Todos los seres vivos están directa e indirectamente vinculados a la fotosíntesis y las distintas cadenas alimentarias que se forman tienen siempre como primer substrato una planta verde.

El valor global de la fotosíntesis es enorme, aproximadamente se producen 270.000 millones de toneladas de glucosa, de las cuales corresponden a los vegetales terrestres sólo el 10 por 100; el 90 por 100 restante corresponde al fitoplancton marino.

El consumo de CO_2 por los vegetales es del orden de 396.000 millones de toneladas, por lo cual se agotarían las reservas de CO_2 rápidamente, de no existir, como contrapartida, la respiración de todos los seres vivos —vegetales y animales—.

RESPIRACION

La respiración es un proceso general a todos los seres vivientes. Se realiza por una serie de reacciones sucesivas que, en resumen, responden, en el caso de que el material *combustible* respirado sea glucosa, a las siguientes fases:

- a) GLICOLISIS, o fase preparatoria:

La glucosa se escinde en dos moléculas de ácido pirúvico (compuesto de tres átomos de C).

- b) CICLO DE KREBS.

El ácido pirúvico pierde CO_2 y pasa a ácido acético (compuesto de dos átomos de C).

El ácido acético ingresa en el *ciclo de Krebs*.

En el ciclo de Krebs hay una serie de reacciones en el curso de las cuales aparecen:

- CO_2 que se desprende como subproducto.
- Energía almacenada en el ATP — *fosforilación oxidativa*.
- Hidrógeno, que es captado por un aceptor de H, el NAD (*Nicotinamida—adenosín—dinucleótido*).



c) CADENA RESPIRATORIA.

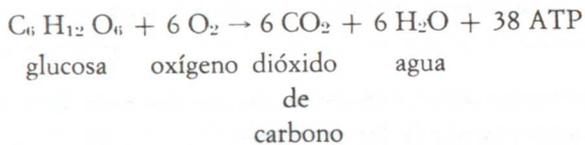
El H_2 captado por el NADH_2 es cedido al oxígeno, previamente activado, para, en último término, formar moléculas de agua.



Por consiguiente, la *respiración* como resultado final supone:

- Un combustible orgánico (por ejemplo, glucosa).
- Liberación de la energía química contenida en los enlaces químicos del combustible.
- Almacenamiento de esa energía en el ATP.
- Producción de CO_2 que se expulsa al medio.
- Necesidad de O_2 para unirse al hidrógeno excedente, formando agua.

La reacción sumaria de la combustión respiratoria de la glucosa sería:



OTRAS MODALIDADES DE RESPIRACION

No todos los organismos obtienen la energía necesaria para sus actividades vitales, por medio de la respiración descrita, es decir, con el concurso del O_2 —*respiración aerobia*—. Hay otros organismos que obtienen la energía degradando los alimentos sin necesidad de O_2 —*respiración anaerobia*—.

Gran número de microorganismos —bacterias— son *anaerobios obligados*, los cuales viven en medios privados de oxígeno; otros microorganismos —levaduras— son *anaerobios facultativos*, los cuales normalmente viven en medios con oxígeno, pero, en su defecto, realizan la respiración anaerobia.

Dentro de la vida anaerobia, las *fermentaciones* representan un ejemplo importante.

FERMENTACIONES

Los procesos fermentativos liberan menor cantidad de energía que la respiración aerobia, debido a que la oxidación del alimento no es tan completa. Por lo tanto, este tipo de respiración es menos rentable.

Las fermentaciones más corrientes son la *alcohólica* y la *láctica*.

La fermentación alcohólica es utilizada en la industria para la elaboración del vino y otras bebidas alcohólicas; se realiza por levaduras del género *Sacharomyces*, que transforman la glucosa de la uva en alcohol etílico y CO₂.

La fermentación láctica se lleva a cabo por ciertas bacterias —lácticas— que transforman la glucosa en ácido láctico; es de interés industrial para la fabricación de yogur.

La respiración aerobia y la anaerobia, aunque son procesos distintos, tienen en común algunas fases de los mismos, hasta que en un momento dado toman caminos diferentes, según las condiciones del medio y los enzimas que actúen.

A este respecto, consideremos cómo incluso los seres aerobios pueden transformar la glucosa en ácido láctico (fermentación láctica), como ocurre en el hombre cuando un músculo realiza un esfuerzo excesivo, y el oxígeno que aporta la sangre no es suficiente, entonces la glucosa fermenta, se produce ácido láctico, que es nocivo, y al acumularse en el músculo, produce «agujetas».

Dentro de las fermentaciones se pueden incluir las *putrefacciones*, que vienen a ser como una fermentación de los prótidos.

METABOLISMO

Hemos visto cómo la energía transportada por los organismos queda incorporada a los compuestos orgánicos en forma de enlaces químicos y cómo los organismos liberan esta energía rompiendo los enlaces químicos de las sustancias orgánicas.

De la energía liberada, una gran parte es utilizada por el ser vivo para formar nuevas moléculas que sustituyan a las que se «desgastan» y para incrementar la masa y peso de los organismos en la edad del crecimiento. Otra parte de esa energía liberada se utiliza para las distintas funciones vitales.

La serie de reacciones bioquímicas que tienen lugar en el interior de las células se denomina *metabolismo*. Dentro del metabolismo conviene distinguir:

- 1.^a ANABOLISMO, construcción o síntesis de grandes moléculas a partir de otras más pequeñas; para el anabolismo se necesita *aporte de energía*. Las moléculas formadas, las utiliza el organismo, en parte, para la formación de nuevas células y órganos.
- 2.^a CATABOLISMO, destrucción de grandes moléculas en otras más pequeñas liberando la energía que tenían almacenada, utilizable para distintos fines.

En todo organismo, y por su metabolismo, hay un trasiego constante de materia y energía. Podemos hablar de un *metabolismo plástico* y de un *metabolismo energético*. El primero coincide en grandes rasgos con el anabolismo; el energético con el catabolismo.

Las sustancias orgánicas que constituyen los alimentos representan el aporte material y energético que los organismos utilizarán en su metabolismo. En general, los glúcidos son energéticos, así como la mayor parte de los lípidos; en cambio, los prótidos son sustancias plásticas por excelencia que forman los sillares de las estructuras vivientes.

UTILIZACION DE LA ENERGIA POR LOS ECOSISTEMAS

1. *Organismos productores, transformadores y reductores.*

El trasiego de energía es necesario en un ecosistema para que todos sus individuos tengan aporte material y energético para llevar a cabo sus funciones vitales.

Todos los seres vivientes de un ecosistema están capacitados para la captación de la energía y su utilización. Pero no todos lo hacen de igual manera (compara un vegetal con un animal). Atendiendo a esto, los organismos de un ecosistema se pueden dividir en tres grupos:

- a) Productores.
- b) Transformadores.
- c) Reductores.

2. *Cadenas y redes alimentarias.*

Cambios materiales:

- De materia inorgánica en materia orgánica (organismos productores).
- De materia orgánica en inorgánica (respiración de todos los seres vivos).
- Concepto de alimento.
- Los distintos organismos de un ecosistema se alimentan unos de otros según las *cadena alimentarias*.
- Eslabones: *productores* → *consumidores de primer orden* → *consumidores de segundo orden* → *de tercer orden*.

3. Pirámides alimentarias.

Proporción numérica entre los que comen y los que son comidos.
— Biomosas.

4. Los ciclos de los elementos.

Consideramos la Tierra como un *ecosistema cerrado*.

Tipos de ecosistemas $\left\{ \begin{array}{l} \text{abierto} \\ \text{cerrado} \end{array} \right.$

- a) Ciclo del C.
- b) Ciclo del N.
- c) Ciclo del P.

NOTA.—Este largo tema puedes prepararlo siguiendo el desarrollo que te exponemos en el presente documento, completando con el texto lo referente a UTILIZACIÓN DE LA ENERGÍA POR LOS ECOSISTEMAS (puntos 1-2-3 y 4).

ACTIVIDADES

- 1.^a Con los conocimientos que has adquirido del estudio del metabolismo (fotosíntesis, respiración, etc.) esquematiza el ciclo biogeoquímico del *oxígeno*.
- 2.^a
 - a) ¿Respiran los vegetales durante el día?
 - b) ¿Respiran los vegetales durante la noche?
 - c) ¿Fotosintetizan los vegetales durante el día?
 - d) ¿Fotosintetizan los vegetales durante la noche?
 - e) ¿En su esencia, respira un pino igual que tú?
- 3.^a ¿Por qué se le llama al ATP vector de energía?

TEMA 11

LA CELULA COMO UNIDAD DE LA VIDA: MORFOLOGIA Y FISIOLOGIA CELULAR

INTRODUCCION

Como hemos visto en el tema nueve, al estudiar los niveles de organización, es en el celular donde se dan las condiciones y circunstancias adecuadas para el desarrollo de todas las funciones vitales. Consideramos, por tanto, como allí decíamos, la célula como *unidad anatómica y fisiológica de los seres vivientes*.

En la Naturaleza existen, no obstante, unas formas muy particulares que, como en el caso de los virus, no reúnen las condiciones y circunstancias celulares. Tienen una organización más simple, subcelular y, sin embargo, hoy en día son considerados como formas elementales de vida.

Todos los seres vivos, a excepción de los subcelulares, están constituidos por una o muchas células. A los primeros, unicelulares, corresponden los Protozoos (animales) y las Protofitas (plantas); a los segundos, pluricelulares, corresponden los Metazoos (animales) y las Metafitas (plantas).

Dicho esto se comprende la gran importancia que tiene el conocimiento de la célula. Su estudio se denomina *Citología*.

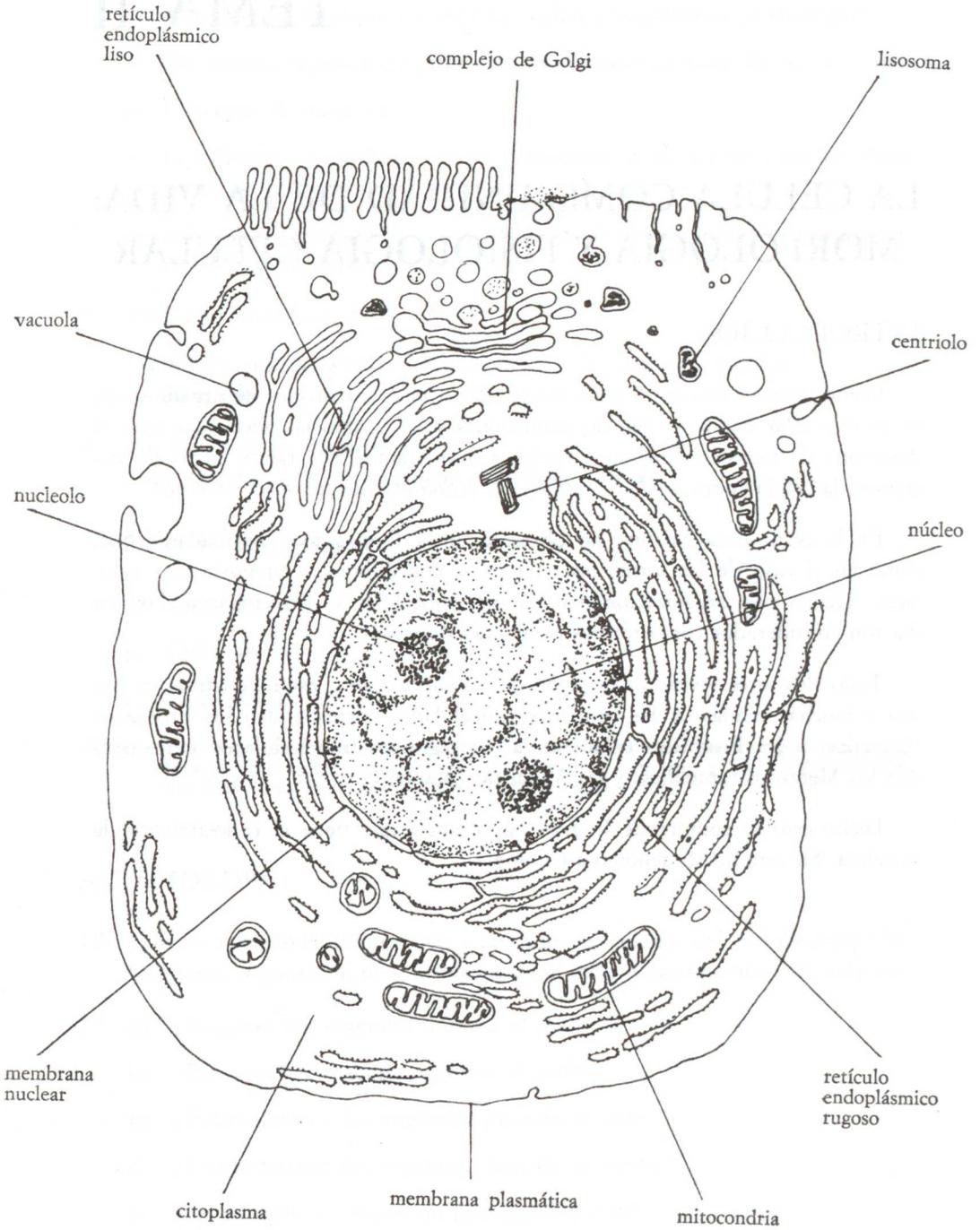


Fig. 1.—Esquema de una célula animal

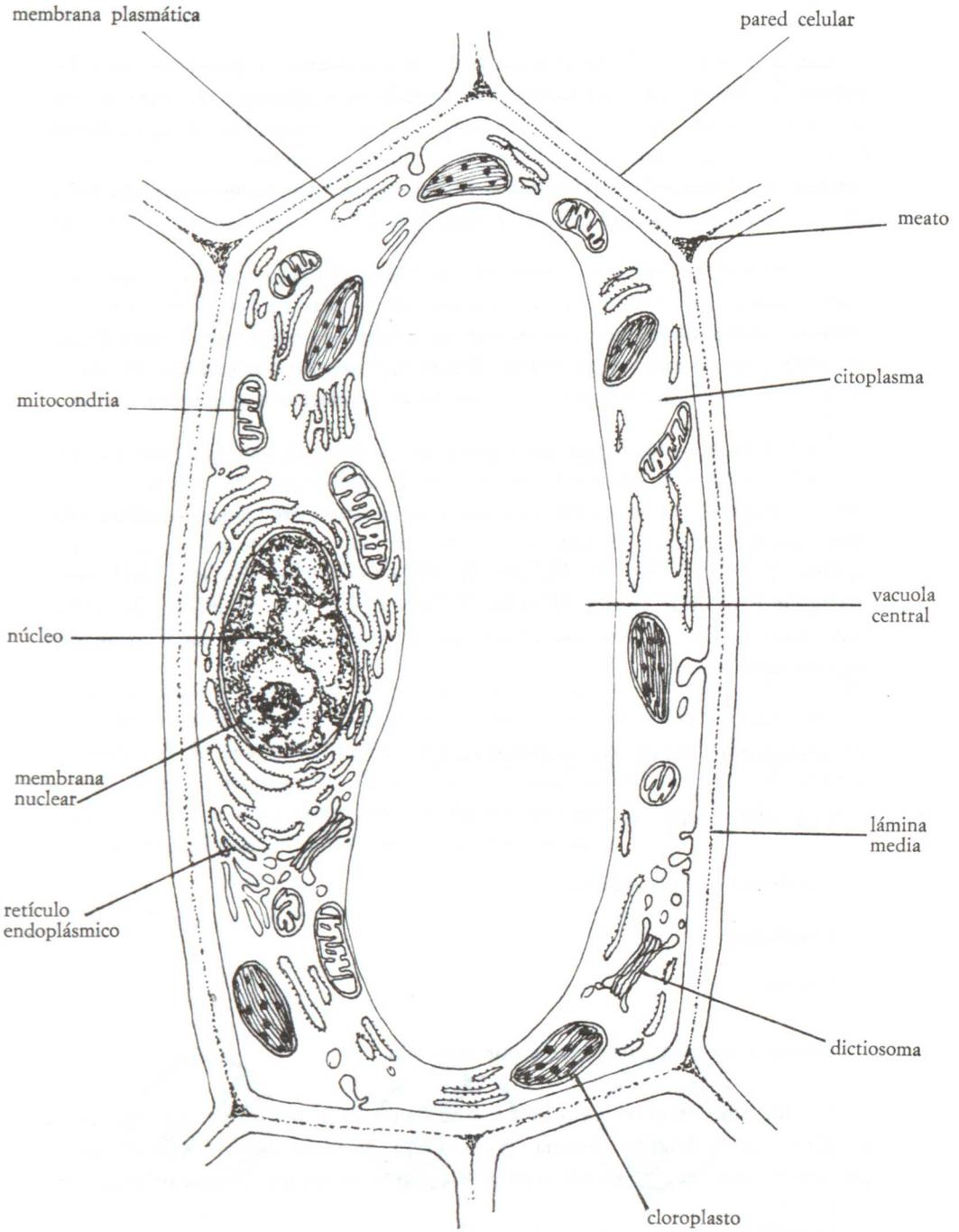


Fig. 2.—Esquema de una célula vegetal

Los comienzos de la Citología datan del siglo XVII, a partir del descubrimiento del microscopio por Galileo. Esto tiene su explicación, ya que las células, en su casi totalidad, no son observables a simple vista. Fue el inglés Robert Hooke el primero que visualizó células al observar, mediante un microscopio, una finísima lámina de corcho (las unidades que él distinguía y que denominó «células», eran en realidad células muertas, vacías).

Posteriormente, otros investigadores aplicaron el microscopio a tejidos vivos y denominaron *protoplasmas* a la sustancia componente de las células. Este protoplasma se consideró como una sustancia homogénea hasta que Robert Brown descubrió que, en cada célula, dentro del protoplasma se diferenciaba un *núcleo*. Desde entonces el protoplasma celular se divide en núcleo y *citoplasma*.

La Citología, aunque por sus comienzos es una ciencia relativamente antigua, por el desarrollo alcanzado puede considerarse como una ciencia joven, ya que sus avances han aparecido paralelamente a las posibilidades instrumentales especialmente ópticas, de ampliación, por un lado, y al desarrollo de la bioquímica, por otro. Hoy en día, con la aplicación del microscopio electrónico, que permite alcanzar cientos de miles de aumentos, y con los aportes de la Biología molecular, se conocen estructuras en las células que hasta hace pocos años eran insospechadas.

A) CONSTITUCION DE LA CELULA

Una célula consta de:

- Membrana citoplasmática.
- Citoplasma.
- Núcleo.

Vamos a estudiar estas partes por separado.

1. MEMBRANA CITOPLASMÁTICA.—Se llama así a una formación exterior de la célula que la delimita. Forma un todo con las otras partes de la célula, lo que quiere decir que no puede separarse como si se tratase de una película.

Químicamente está constituida por lípidos y proteínas (ver principios inmediatos, T. 9) que estructuralmente forman tres bandas: una media de lípidos y las otras dos de proteínas. A esta estructura se la denomina «unidad de mem

brana» y no es exclusiva de la membrana citoplasmática, sino que aparece también en otras partes de la célula.

La membrana citoplasmática está provista de unos poros que contribuyen a que la célula se relacione con el medio que la rodea o con otras células vecinas.

Función.—Podemos considerar varias funciones realizadas por la membrana citoplasmática, tales como:

- limitar y dar forma a la célula;
- nutrición y transporte.—A través de esta membrana entran y salen sustancias, lo que es necesario para la vida de la célula. Las sustancias atraviesan la membrana por mecanismos variados:
 - a) a través de los poros si su tamaño se lo permite;
 - b) por ósmosis, diálisis, etc.;
 - c) por «transporte activo», propio de las estructuras vivientes. Este mecanismo supone un consumo de energía que es suministrada por el ATP celular;
- endocitosis.—Función por la cual en algunas células se incluyen partículas sólidas (fagocitosis) o líquidas (pinocitosis). Este mecanismo consiste en la formación de una invaginación en la membrana, en el fondo de la cual se sitúa la partícula captada. Al cerrarse la invaginación, la sustancia captada queda incluida en el seno del citoplasma, rodeada de una membrana que antes era una porción de la membrana citoplasmática.



Fig. 3.—Esquema de una célula en endocitosis

En las células vegetales además de esta membrana citoplasmática existe una cubierta rígida que contiene fundamentalmente celulosa (la celulosa es un compuesto químico incluido dentro de los glúcidos).

2. CITOPLASMA.—Se llama así a la porción celular comprendida entre la membrana citoplasmática y el núcleo. El citoplasma no es homogéneo, en él se distinguen una serie de *orgánulos*, por lo que se diferencia en:

- citoplasma fundamental o *hialoplasma*,
- orgánulos citoplasmáticos.

Citoplasma fundamental.—Es la sustancia que rellena todos los huecos celulares y donde están incluidos los orgánulos. Químicamente es una disolución coloidal compleja compuesta por agua, sales minerales, glúcidos, proteínas, enzimas, etc. En este citoplasma las proteínas a veces forman unas estructuras filamentosas (fibrilares o microtubulares) y granulares, observables en algunas células.

En ciertas células, como las amebas, se distingue en el citoplasma una zona exterior o *ectoplasma* densa y otra interior o *endoplasma* más fluida. La existencia de estas zonas está relacionada con la formación de prolongaciones —pseudópodos— por medio de los cuales la célula puede desplazarse o capturar sustancias por endocitosis.

Función.—Es el medio de soporte de los orgánulos celulares y de numerosas reacciones metabólicas.

Dentro del citoplasma puede haber desplazamientos de los orgánulos que contiene (movimientos endocitoplasmáticos).

ORGÁNULOS CITOPLASMÁTICOS.—En el citoplasma celular se distinguen los siguientes orgánulos:

- retículo endoplasmático,
- ribosomas,
- dictiosomas (complejo de Colgi),
- vacuolas,
- mitocondrias,
- plastos (en células vegetales),

- lisosomas,
- citocentro (en células animales).

Estudiaremos separadamente cada uno de ellos, cómo están constituidos y cuál es su fisiología (función).

RETÍCULO ENDOPLASMÁTICO.—Se extiende por todo el citoplasma. Consta de un conjunto de membranas que delimitan cavidades o cisternas intercomunicadas.

La membrana del retículo presenta la estructura de la «unidad de membrana».

En una misma célula el retículo puede ofrecer dos variedades:

- retículo endoplasmático liso o agranular.
- retículo endoplasmático rugoso o granular.

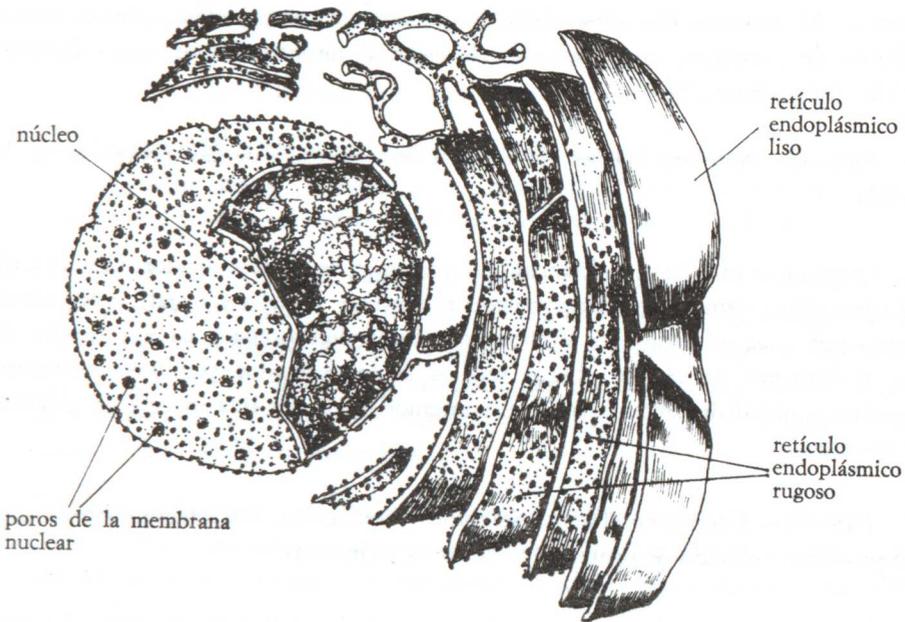


Fig. 4.—Núcleo y retículo endoplasmático

El granular fue llamado así por presentar unos «gránulos». Estos gránulos son los *ribosomas*, que estudiaremos más adelante.

Función.—El retículo endoplasmático tiene una función amplia, consideramos tres aspectos de ella:

— supone un sistema de comunicaciones que permite el transporte de sustancias:

a) a través del citoplasma.

b) del exterior al citoplasma a partir de los poros de la membrana plasmática.

c) del citoplasma al núcleo y viceversa.

— da consistencia a la célula como armazón o esqueleto celular.

— es lugar de almacenamiento de sustancias elaboradas o no por la célula (especialmente en las cisternas).

RIBOSOMAS.—Estos orgánulos, también llamados gránulos de Palade (su descubridor) pueden aparecer unidos al retículo endoplasmático o libres en el citoplasma. El término ribosoma alude a que en su composición química entra, además de proteínas, un compuesto de especial importancia biológica llamado ácido ribonucleico (ARN).

Función.—Son los lugares de fabricación (síntesis) de las proteínas de la célula.

COMPLEJO DE COLGI.—Llamado así en honor de su descubridor, Camilo Colgi (neurólogo italiano, contemporáneo de Santiago Ramón y Cajal), está constituido por unas unidades, los *dictiosomas*. Cada dictiosoma a su vez resulta de un apilamiento de *sáculos*. Estos sáculos están formados por una membrana unitaria (unidad de membrana) y su contenido suele ser una mezcla de glúcidos y prótidos.

Función.—Fundamentalmente secretora y excretora, con elaboración de gluco-proteínas (glúcido + proteína) y de otras sustancias.

VACUOLAS.—Son formaciones existentes en el citoplasma separadas del mismo por una membrana llamada *tonoplasma*. El contenido de las vacuolas, jugo vacuolar o jugo celular, es muy variado, según el tipo de células.

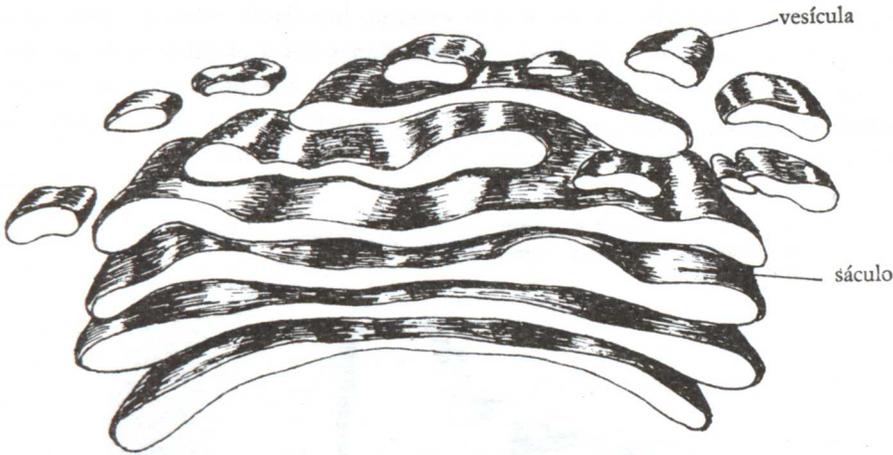


Fig. 5.—Dictiosoma (complejo de Golgi)

Se conocen diferentes clases de vacuolas:

- a) Las vacuolas típicas de las células vegetales. El conjunto de vacuolas de una célula vegetal constituye el *vacuoma*. En las células jóvenes el vacuoma está representado por muchas y pequeñas vacuolas, que durante el curso de la vida de la célula se van haciendo mayores y, al fusionarse unas con otras, disminuye su número. En células adultas suele haber una o dos vacuolas muy desarrolladas que ocupan gran parte del citoplasma.

En el jugo celular de estas vacuolas se almacenan sustancias de reserva, como almidón, grasas, proteínas, etc., pigmentos (como los que dan color a las flores) y otros productos resultantes del metabolismo celular.

- b) Vacuolas de las células animales. Son menos frecuentes que en el reino vegetal y su función no es la misma. Son clásicas las «vacuolas digestivas» y «vacuolas pulsátiles» de los Protozoos. Las primeras actúan como órganos digestivos de la célula y las pulsátiles regulan la cantidad de agua, ya que estando próximas a la superficie, se abren al exterior cada cierto tiempo, eliminando su contenido.
- c) El conjunto formado por vacuolas, retículo endoplasmático y complejo de Golgi forma, para algunos autores, «el sistema vacuolar de la célula», considerado como un sistema de membranas y cavidades extendido por toda ella.

MITOCONDRIAS.—Son orgánulos citoplasmáticos que se encuentran en todas las células, tanto animales como vegetales. Su forma suele ser alargada y su número, en general alto, varía de unas células a otras.

Observada una mitocondria al microscopio electrónico presenta una estructura bastante compleja: una membrana externa, lisa, la *membrana mitocondrial externa*. Otra membrana que emite prolongaciones hacia el interior de la mitocondria, denominada *membrana mitocondrial interna*. Las prolongaciones de esta membrana son las *crestas mitocondriales*. El espacio interior está ocupado por un líquido con abundantes sustancias, la *matriz mitocondrial*.

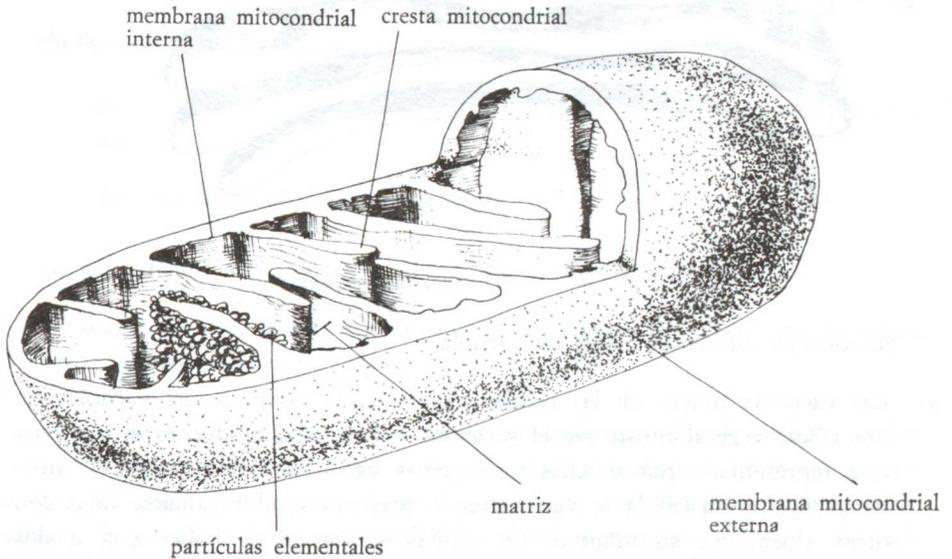


Fig. 6.—Diagrama de una mitocondria

Función.—Las mitocondrias son los centros respiratorios de las células. Es en ellas, por lo tanto, donde tiene lugar la liberación de la energía contenida en los combustibles orgánicos. En el tema nueve hemos estudiado la respiración, vamos a relacionar ahora las diferentes fases de aquel proceso con la estructura mitocondrial:

- a) La primera fase de la respiración (glicolisis) tiene lugar fuera de las mitocondrias, en el seno del hialoplasma.
- b) La segunda fase, ciclo de Krebs, tiene lugar en la matriz mitocondrial.
- c) La tercera fase, cadena respiratoria, se verifica en las crestas mitocondriales.

Las reacciones de las distintas fases de la respiración están encadenadas y requieren gran cantidad de enzimas (biocatalizadores), que se encuentran localizados ordenadamente en la estructura de la mitocondria, para que el proceso respiratorio rinda eficazmente.

Recuerda que la energía liberada de este proceso es atrapada por el sistema ADP — ATP —fosforilación oxidativa— y que esta energía del ATP será utilizada por la célula para todas sus funciones vitales.

PLASTOS.—Son orgánulos citoplasmáticos privativos de las células de los vegetales autótrofos.

Hay varios tipos de plastos, pero los más importantes desde el punto de vista funcional son los *cloroplastos*.

Los cloroplastos se llaman así por contener *clorofila*, sustancia químicamente relacionada con las proteínas; es de color verde y es responsable de que este color se halle tan difundido en el reino vegetal (hojas, tallos jóvenes, etc.).

Los cloroplastos varían en forma, tamaño y número de unos vegetales a otros. Así, en las células de las algas suele haber uno o dos muy grandes y de formas variadísimas (esféricos, estrellados, acintados, etc.), mientras que en las plantas superiores pueden contarse hasta 40 o más por célula, y su forma predominante es esférica u ovoidea.

Al microscopio electrónico se ha visto que los cloroplastos tienen una estructura tan complicada como la de las mitocondrias. Un cloroplasto presenta: una membrana que lo delimita y separa del hialoplasma, *membrana plastidial externa*; otra membrana por debajo de la externa, la *membrana plastidial inter*

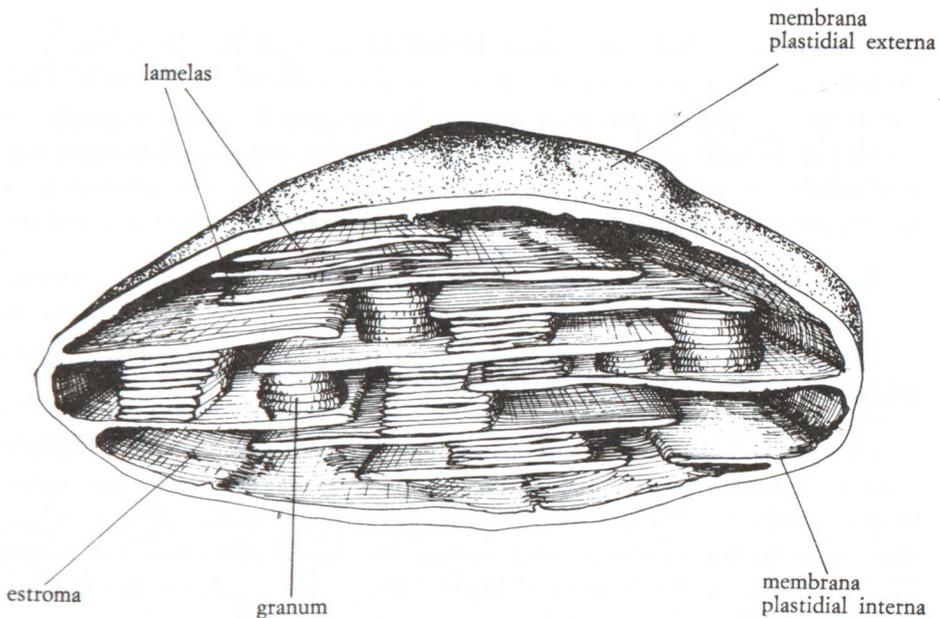


Fig. 7.—Diagrama de un cloroplasto

na. Ambas membranas son lisas. El interior del cloroplasto está ocupado por unas granulaciones o *grana* donde se encuentra localizada la clorofila. El espacio que queda libre entre los grana está ocupado por un líquido con sustancias disueltas, denominado *estroma*, que rellena todos los huecos.

Función.—Los cloroplastos son los centros donde tiene lugar la fotosíntesis (función que ha sido estudiada en el tema 9).

La fase lumínica, es decir, la captación de la energía del sol, tiene lugar en los grana; las reacciones de la fase oscura, en el estroma.

En esta función, lo mismo que en la respiratoria, intervienen numerosísimas enzimas, localizados ordenadamente en la estructura del cloroplasto. Y también aquí hay fijación de energía en el ATP (recuerda la fosforilación fotosintética).

No olvides que en las células vegetales se verifica la función respiratoria en las mitocondrias y la fotosíntesis en los cloroplastos; en cambio, en las células animales y en las de los vegetales sin clorofila, de estas dos funciones solamente realizan la respiratoria.

LISOSOMAS.—Son orgánulos citoplasmáticos de descubrimiento reciente, formados por una membrana que encierra un líquido muy rico en enzimas, cuya función es la de desdoblamiento de grandes moléculas en otras más pequeñas, función que es semejante a una digestión.

CITOCENTRO.—Con este nombre se designó un orgánulo celular visible al microscopio óptico que aparecía con una zona puntiforme en el centro. Gracias al microscopio electrónico se vio que lo que parecía un punto estaba en realidad constituido por un par de cilindros llamados *centriolos* dispuestos perpendicularmente entre sí. Cada uno de estos dos cilindros está constituido, a su vez, por nueve grupos de tres tubitos o microtúbulos.

Este orgánulo es característico de las células animales.

Función.—Los centriolos desempeñan un papel importante en la división celular, como estudiaremos más adelante.

Otra función consiste en que a partir de los centriolos se forman cilios y flagelos, órganos vibrátiles permanentes, propios de muchos organismos unicelulares (Protozoos ciliados), células reproductoras masculinas, algunas células fijas, como las que tapizan nuestra tráquea, etc. Las células libres que poseen cilios o flagelos se desplazan en el líquido donde viven mediante movimientos ondulatorios.

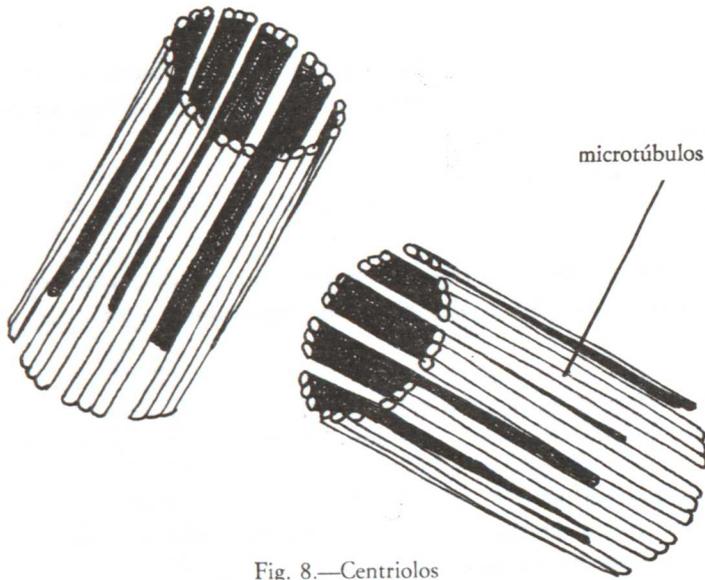


Fig. 8.—Centriolos

En suma, tanto los centriolos como las derivaciones centriolares, desempeñan en la célula una actividad relacionada con los movimientos de la célula, por lo que se les considera centros cinéticos de la misma.

3. NÚCLEO.—Es tal vez el orgánulo más importante para la vida de la célula. Ocupa generalmente posición central, pero también puede encontrarse desplazado.

Forma.—Casi siempre es esférica, pero puede adoptar otras, como elipsoidal, arrosariada, estrellada, etc.

Tamaño.—Varía de unas células a otras, pero es constante para cada tipo de células. Existe una relación entre el tamaño del núcleo y el del citoplasma, expresada por el cociente: $\frac{\text{volumen del núcleo}}{\text{volumen del citoplasma}}$. El valor de este cociente es característico para cada tipo de células, siendo mayor en las células jóvenes que en las adultas.

Número.—Normalmente cada célula tiene un solo núcleo, pero hay muchos ejemplos de células con dos o más, serán células binucleadas o plurinucleadas, respectivamente.

Estructura.—Para estudiar la constitución del núcleo hay que tener en cuenta el estado funcional de la célula, ya que éste experimenta cambios morfológicos y estructurales profundos a lo largo de la vida de la misma. En este sentido vamos a considerar el núcleo bajo dos aspectos, uno cuando se está dividiendo para dar dos núcleos hijos, y otro cuando el núcleo no está en división.

a) *Núcleo en no división*, también llamado impropriamente «núcleo en reposo», pues en este estado es cuando su actividad metabólica es más intensa. Le llamaremos núcleo en *interfase*.

Estructura.—El núcleo está constituido por (ver fig. 4):

- una *membrana nuclear* formada por dos unidades de membrana y con unos poros a través de los cuales el núcleo intercambia sustancias con el citoplasma.
- un *nucleoplasma* o jugo nuclear, que es un líquido viscoso con agua, sales minerales, glúcidos, lípidos, prótidos, enzimas y otras sustancias complejas.
- filamentos de cromatina, constituidos químicamente por proteínas y ADN. Se llaman así porque la cromatina se tiñe fácilmente por determinados colorantes (anilinas básicas, carmín, etc.).
- *nucleolos*, corpúsculos muy visibles dentro del núcleo, en número de uno o varios. Químicamente están constituidos por ARN y se tiñen por colorantes ácidos.

Función.—En este estado, la actividad metabólica del núcleo, como hemos dicho, es intensa. Interviene directamente en los procesos de síntesis de los ácidos nucleicos, dirige la formación de proteínas en los ribosomas, «gobierna», en suma, el metabolismo celular y es el portador de los genes, responsables de los caracteres hereditarios.

b) *Núcleo en división*.—Cuando el núcleo se está dividiendo es cuando se hacen visibles los filamentos cromatínicos y se identifican como *cromosomas*. Naturalmente, los cromosomas están compuestos por proteínas y ADN y es este ácido el portador de los genes o caracteres hereditarios.

La forma, tamaño y número de cromosomas es constante para las células de cada especie.

Forma y estructura.—En general el cromosoma es una forma alargada, que presenta un estrechamiento *primario* denominado *centrómero*. Puede, además, presentar otros estrechamientos secundarios que lo definen morfológicamente y así permiten identificar los distintos cromosomas de una célula. Estructuralmente un cromosoma presenta dos filamentos o *cromonemas*, arrollados helicoidalmente, destacándose en ellos unos espesamientos llamados *cromómeros*.

Tamaño.—Es siempre muy pequeño. Cada uno de los cromosomas que constituyen la dotación de una célula tiene un tamaño característico.

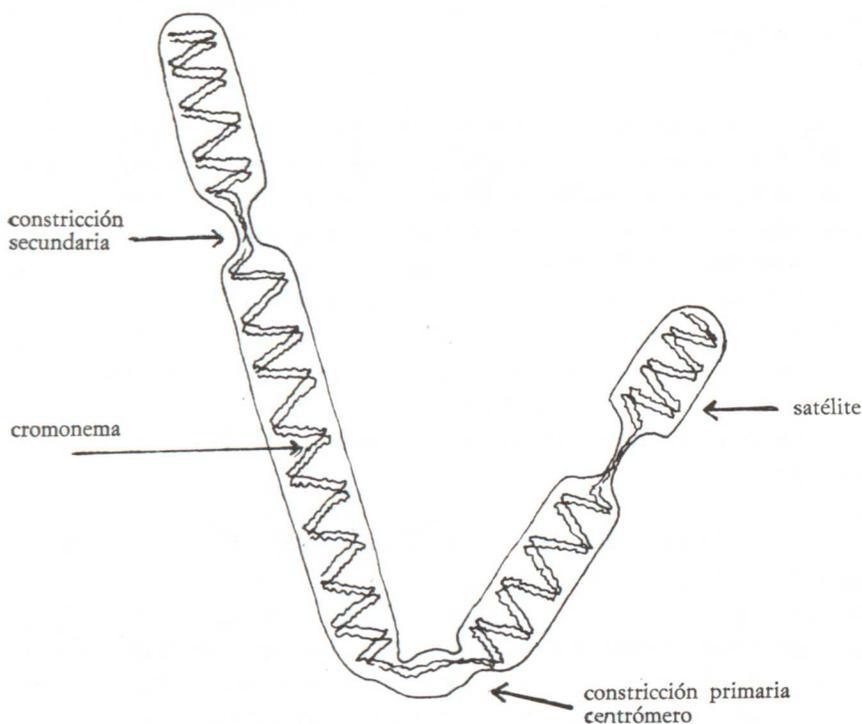


Fig. 9.—Esquema de un cromosoma

Número.—El número de cromosomas de una célula varía de unas especies a otras y permanece constante para las células de la misma especie, como ya hemos dicho. Así, por ejemplo, las células de una lombriz del caballo tienen solamente dos, las de la pequeña mosca de las frutas poseen una dotación cromosómica igual a ocho, la especie humana tiene 46 cromosomas en cada una de sus células. Se da la circunstancia de que este número es siempre *par*, debido a que en cada célula existen dos series de cromosomas que se corresponden. Cada dos cromosomas que se corresponden constituyen una *pareja de cromosomas homólogos*. Así, por ejemplo, en las células de la especie humana habrá 23 parejas de cromosomas homólogos. Al conjunto de parejas de cromosomas homólogos de una célula se le denomina *dotación diploide* y se representa por $2n$. Excepcionalmente, las células reproductoras, gametos, poseen la mitad del número de cromosomas de la especie, es decir, tienen una dotación haploide y se representa por n . Estas células, que son haploides, no tienen cromosomas homólogos, pues sólo tienen uno de los cromosomas de cada pareja. Así, en el ejemplo de la especie humana, los gametos tienen 23 cromosomas.

En síntesis, podemos considerar los cromosomas como formaciones individualizadas de la célula que permanecen constantes en número, tamaño y forma a través de las generaciones.

Fisiología.—División del núcleo o *mitosis*.—Como hemos dicho, los detalles morfológicos, numéricos y estructurales de los cromosomas son observables cuando el núcleo se está dividiendo. El proceso de división del núcleo, en su forma más generalizada, se denomina *mitosis* o *cariocinesis* y es un fenómeno de capital importancia en Biología, ya que mediante la mitosis el núcleo de una célula, célula madre, después de duplicar su material nuclear, se divide en dos núcleos hijos iguales entre sí e iguales al núcleo de la célula madre. Simultáneamente a la mitosis, normalmente, tiene lugar la división del citoplasma.

La mitosis es un proceso continuo, aunque para su estudio se divide en las siguientes fases:

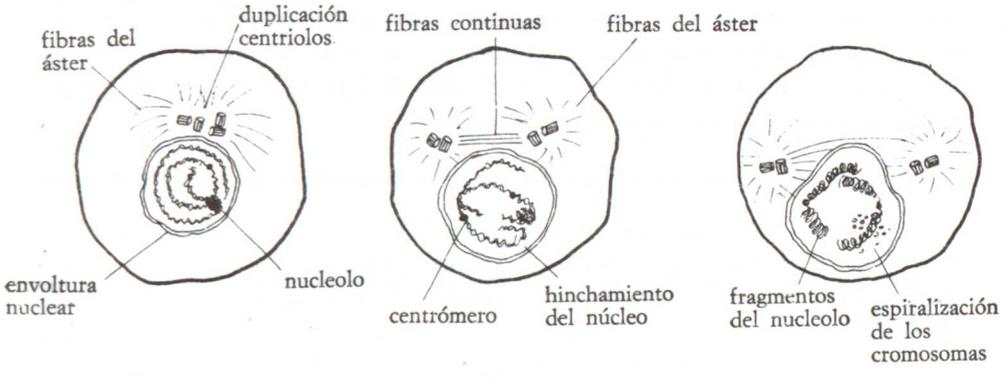
a) *Profase*.—Durante esta fase inicial de la división, dentro del núcleo se observan cambios importantes:

- 1.º se visualizan los cromosomas, se hacen progresivamente más cortos y gruesos por enrollamiento o *espiralización* de los cromonemas. Al final de esta fase cada cromosoma aparece dividido longitudinalmente en dos *cromátidas*, destinadas a ser los futuros cromosomas hijos, que permanecen unidas por el centrómero.
- 2.º la membrana nuclear se fragmenta e incorpora al retículo endoplasmático.
- 3.º el nucleoplasma se mezcla con el hialoplasma.
- 4.º el nucleolo o nucleolos desaparecen por emigración de su ARN a los ribosomas.

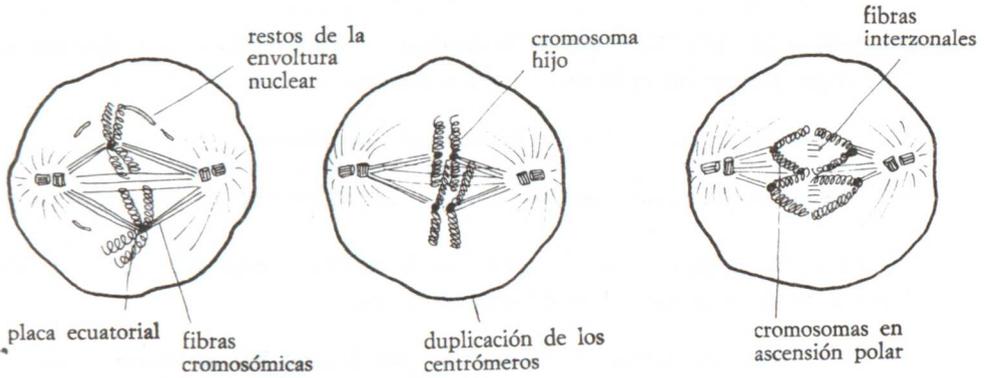
En el citoplasma al mismo tiempo se duplican los centriolos y cada par de ellos se va separando hasta ocupar dos puntos opuestos o polos de la célula. Entre los dos pares de centriolos se desarrolla un haz de fibrillas que da lugar a un aparato que se denomina *huso acromático*.

b) *Metafase*.—Los cromosomas se han ido colocando hasta alcanzar el plano ecuatorial del huso, quedando fijos a las fibrillas del mismo por la zona del centrómero y adoptando forma de V. Este es un buen momento para contar el número de cromosomas de la célula.

ESQUEMAS DE LA MITOSIS

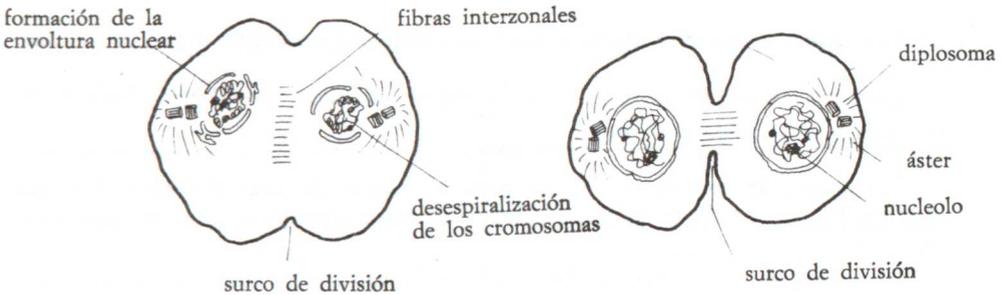


PROFASE



METAFASE

ANAFASE



TELOFASE

Fig. 10.—Esquemas de la mitosis

c) *Anafase*.—Las cromátidas hermanas, es decir, las originadas del mismo cromosoma, se separan por duplicación del centrómero y comienzan una emigración hacia los polos de la célula, de forma que la mitad de las cromátidas convertidas en cromosomas hijos se sitúa, al final de esta fase, en uno de los polos de la célula y la otra mitad en el polo opuesto.

Paulatinamente los filamentos del huso se reabsorben en su mayor parte.

d) *Telofase*.—Esta fase se caracteriza por la reconstrucción de los dos núcleos hijos:

- 1.º los cromosomas van haciéndose menos visibles por desespiralización de sus cromonemas y se apolotonan hasta adquirir el mismo aspecto que tenía el núcleo de la célula madre al iniciarse la mitosis.
- 2.º alrededor de cada grupo de cromosomas se diferencia una membrana nuclear, a expensas del retículo endoplasmático.
- 3.º queda así separado el nucleoplasma del hialoplasma.
- 4.º los cromosomas fabrican ARN, que al acumularse forma los nucleolos.

En líneas generales, por lo tanto, en la telofase tienen lugar cambios análogos a los de la profase, pero en sentido inverso.

La mitosis que acabamos de describir, en la que los centriolos juegan un papel muy importante, es propia de las células animales y de algunas vegetales inferiores. La mayoría de las células vegetales carecen de centriolos, por lo que no pueden formar un verdadero huso acromático. En su lugar se desarrolla un sistema de filamentos a partir de dos zonas condensadas del citoplasma situadas en lugares diametralmente opuestos, denominada *casquetes polares*.

Los demás fenómenos de la mitosis son análogos en ambos tipos de células.

La duración de la mitosis, variable según los casos, puede ser desde unos treinta minutos hasta tres horas.

Terminada la mitosis el núcleo pasa al estado de «no división» llamado también *interfase* porque supone una preparación para una próxima división.

Este período es de mayor duración que la mitosis y, como se ha indicado antes, la actividad metabólica del núcleo en este tiempo es muy importante. Es entonces cuando se duplica el material cromosómico, el ADN de los cromosomas.

Significado de la mitosis

El proceso de la mitosis es uno de los hechos más trascendentales de la vida. Gracias a este mecanismo el número y características de los cromosomas pasan íntegros a través de todas las divisiones celulares. De esta manera el material hereditario (ADN) se mantiene constante.

Normalmente a la división del núcleo sucede la división del citoplasma, formándose a partir de una célula madre dos células hijas idénticas entre sí e idénticas a la célula madre. Hay ocasiones, no obstante, en que a la división del núcleo no le sucede la división del citoplasma, originándose entonces células binucleadas o, si el proceso se repite, células plurinucleadas.

Se conoce otra forma de división nuclear mucho menos frecuente denominada *amitosis* o división directa. Consiste en que el núcleo, sin apenas sufrir cambios ostensibles, se alarga y se estrecha en su parte media, para finalmente escindirse en dos núcleos hijos. El reparto del material nuclear no es rigurosamente ecuacional, como en la mitosis. Este tipo de división queda restringido a células de escasa actividad o de órganos transitorios.

Una forma particular de división nuclear es la que se opera al pasar de un núcleo diploide a núcleos haploides. Se denomina *meiosis* y su estudio lo haremos más adelante.

DISTINTOS TIPOS DE CELULAS

El estudio celular que te hemos descrito corresponde a una «célula ideal», pero en el mundo viviente las células están más o menos diferenciadas para una misión específica y por eso casi nunca responden con exactitud a este modelo, aunque sí en su esencia.

Comparando una célula vegetal con una animal, nos encontramos con las siguientes diferencias:

<i>Célula animal</i>	<i>Célula vegetal</i>
— membrana plasmática	membrana plasmática + pared celular
— citoplasma fundamental	citoplasma fundamental
— retículo endoplasmático	retículo endoplasmático

(Continúa en la pág. siguiente)

<i>Célula animal</i>	<i>Célula vegetal</i>
— ribosomas	ribosomas
— complejo de Golgi	complejo de Golgi
— con o sin vacuolas	con vacuolas típicas (vacuoma)
— mitocondrias	mitocondrias
— sin plastos	con plastos
— lisosomas	lisosomas
— con citocentro	sin citocentro
— con núcleo	con núcleo

o sea, las células vegetales con respecto a las animales se caracterizan por:

- presencia de pared celular.
- presencia de plastos.
- presencia de vacuolas típicas.
- carencia de citocentro.

Como dijimos en el tema 7, los seres vivos responden a una de las siguientes formas de organización celular:

- a) *Procariótica*.
- b) *Eucariótica*.

Organismos procariontes.—Sus células tienen una organización simple, denominada procariótica o protocítica. Constan de membrana citoplasmática y un protoplasma indiferenciado, ya que carecen de la mayoría de los orgánulos, incluso de núcleo, aunque poseen material nuclear que en algunos casos está representado por un único cromosoma. A este tipo de organización pertenecen las bacterias y las algas azules.

Organismos eucariontes.—Sus células tienen una organización más compleja denominada eucariótica o metacítica. Constan de membrana, citoplasma y núcleo

perfectamente diferenciados. A este tipo de organización pertenecen las células de los animales y vegetales, a excepción de los mencionados en el apartado a). Naturalmente es a este tipo de organización celular al que corresponde lo descrito al estudiar la célula en páginas anteriores.

B) FISILOGIA CELULAR

Las funciones propias de la célula como forma viviente son:

- de nutrición.
- de relación.
- de reproducción.

1) *Funciones de nutrición.*—La célula necesita cubrir sus necesidades, energéticas y materiales.

Las células de los vegetales verdes, células autótrofas *fotosintéticas*, toman por separado materia y energía. La materia en forma mineral: CO_2 de la atmósfera, sales minerales y agua; la energía directamente del sol y, como hemos visto, mediante la fotosíntesis, son capaces de transformar estos materiales en compuestos orgánicos.

Las células de ciertas bacterias, células autótrofas *quimiosintéticas*, toman también sustancias minerales para transformarlas en orgánicas, pero no utilizan la energía del sol, sino la que se libera en determinadas reacciones oxidativas de compuestos inorgánicos existentes en el medio, como sulfatos, nitratos, etc.

Finalmente las células de los animales, de los vegetales carentes de *clorofila* y de la mayoría de las bacterias, todas ellas células *heterótrofas*, toman conjuntamente la materia y la energía que necesitan mediante los alimentos.

Las sustancias que toma la célula las recibe del exterior penetrando a través de la membrana por diversos mecanismos de permeabilidad celular:

- a) *difusión.*—Por este mecanismo pasan los iones (Na^+ , Ca^{++} , etc.).
- b) *ósmosis.*—Mecanismo que regula el paso del agua, no de las sustancias disueltas, a través de la membrana.
- c) *transporte activo.*—Mecanismo que permite el paso de sustancias que por simple difusión o por ósmosis no lo harían. Requiere un gasto de energía que lo suministra el ATP.

d) *endocitosis*.—Este mecanismo ha sido estudiado al tratar sobre la función de la membrana. Como allí decíamos, las células engloban partículas sólidas (fagocitosis) o líquidas (pinocitosis). La endocitosis es típica de ciertos protozoos, como la ameba, y de algunas células libres de organismos superiores, como los leucocitos, los cuales incluso llegan a fagocitar a otras células.

Por endocitosis se forman las vacuolas digestivas, llamadas así porque en ellas se produce una digestión de las sustancias englobadas, realizada cuando los lisosomas vierten sus enzimas en dichas vacuolas.

Así pues, por distintos mecanismos llegan a la célula los nutrientes.

Estas sustancias sufren una serie de transformaciones que constituyen el metabolismo celular.

Todo lo referente a metabolismo está suficientemente estudiado en el tema 10.

2) *Funciones de relación*.—Mediante ellas las células se relacionan con el medio. Una célula es capaz de percibir un cambio ambiental —*estímulo*— y elaborar una *respuesta* adecuada. El estímulo puede ser químico, eléctrico, mecánico, etc. y la respuesta puede ser también variada. En unos casos es una reacción química, una secreción, un enquistamiento, etc. y la más común es una orientación o *tropismo*, un movimiento o *taxia* hacia el estímulo (positivo) o alejándose de él (negativo). Estos movimientos pueden ser endocelulares sin desplazamiento de la célula o con desplazamiento, como son los movimientos ameboides o los movimientos vibrátiles producidos por cilios y flagelos.

3) *Funciones de reproducción*.—La reproducción celular comprende la división del núcleo y la división del citoplasma.

La división del núcleo, como hemos visto, puede ser directa o amitosis e indirecta o mitosis.

La división del citoplasma se denomina citocinesis y puede realizarse por uno de los siguientes procedimientos:

- a) *Bipartición*.—Consiste en que la célula madre se divide en dos células hijas aproximadamente iguales. La bipartición es frecuente en bacterias, algunas algas y ciertos protozoos.
- b) *Gemación*.—Consiste en la formación de una protuberancia o *yema* en la superficie de la célula madre a la cual emigra un núcleo hijo (previa división del núcleo de la célula madre). Esta yema se separa de la célula madre y crece hasta alcanzar el tamaño y las características de la misma. Este modo

de división celular es propio de ciertos hongos unicelulares, como las levaduras.

- c) *División múltiple*.—Después de dividirse el núcleo repetidas veces, se forman otras tantas células hijas de menor tamaño, que quedarán en libertad por rotura de la membrana de la célula madre. Esta forma de división es característica de unos Protozoos de la clase *Esporozoos* y que, en este caso particular, se denomina esporulación.

C) SERES UNICELULARES Y SERES PLURICELULARES

Funciones vitales de los seres pluricelulares

De la misma manera que hemos estudiado la fisiología celular, veamos ahora la fisiología de los seres pluricelulares.

En los seres unicelulares, la única célula que forma su cuerpo realiza todas las funciones vitales. No ocurre lo mismo en los pluricelulares, en los cuales hay una división del trabajo y la vida del organismo no debe interpretarse como la suma de la vida de cada una de sus células, sino que es un todo unitario, en el que cada una de sus células desempeña una determinada función.

1) FUNCIÓN DE NUTRICIÓN.

En los pluricelulares la nutrición ofrece diversas formas. Desde los inferiores, que se alimentan por simple difusión, pasando el alimento célula a célula, hasta los que poseen un aparato digestivo complicado, como los mamíferos. Este aparato digestivo tiene como finalidad «preparar» el alimento para que éste pueda pasar a las células.

El metabolismo conjunto de un ser pluricelular resulta del metabolismo de cada una de sus células y tiene la misma finalidad que en los unicelulares: proporcionar al ser vivo materia y energía.

2) FUNCIONES DE RELACIÓN.

Generalmente en un ser pluricelular hay células especializadas para las funciones de relación.

Unas de estas células presentan *sensibilidad* para recibir determinados estímulos; otras son capaces de elaborar la respuesta adecuada. Esta respuesta puede ser una contracción muscular, una secreción, etc.

Las funciones de relación en los organismos más evolucionados adquieren menor o mayor complejidad en los diferentes grupos, y se llevan a cabo por los sistemas nervioso, muscular y glandular.

Las respuestas a los estímulos pueden ser:

- tactismos.—Son los más sencillos, semejantes a los de los seres unicelulares.
- tropismos.—Son movimientos observables en las plantas.

Según la naturaleza del estímulo, pueden ser:

- geotropismos, si es la gravedad.
- fototropismos, si es la luz, etc.

Comportamiento o conducta.—Es la respuesta conjunta de un animal, sobre todo en los más evolucionados. Los estímulos se reciben por receptores especializados: fotorreceptores; sensibles a la luz (manchas oculares, ojos); quimio-receptores: sensibles a cambios químicos (órganos olfativos y gustativos); mecano-receptores: sensibles a cambios en la presión del medio (línea lateral de los peces, oído), etc.

En la respuesta intervienen una serie de mecanismos fisiológicos complicados, por parte del sistema nervioso y hormonal. Esta respuesta puede ser un movimiento, una secreción glandular, etc.

El conjunto de respuestas del individuo constituye lo que se llama *conducta*. Su estudio se denomina Etología.

3) FUNCIONES DE REPRODUCCIÓN.

El ser vivo es como un edificio que termina por gastarse y morir. La vida individual es de corta duración comparada con la vida en sentido amplio. Es necesario que en un momento determinado se asegure la continuidad de la vida. Esta continuidad está encomendada a las funciones de reproducción y es tal vez uno de los hechos que más diferencia a los seres vivos de los inanimados. Su finalidad es la continuidad de la especie, gracias a que un individuo al morir deja una descendencia.

Como hemos visto, en los seres unicelulares, participa todo el individuo en la función reproductora. En cambio en los seres pluricelulares la función reproductora es realizada por unas células especializadas llamadas *células germinales*. El resto de células del organismo que constituye la mayor parte del mismo y que no intervienen en esta función son las *células somáticas*.

Tipos de reproducción

Reproducción asexual.—Es la forma más sencilla y tiene lugar a partir de un solo individuo, en el cual una o varias células son capaces de multiplicarse

y formar nuevos individuos hijos. Esta forma de reproducción es propia de seres inferiores vegetales y animales.

La reproducción asexual ofrece las siguientes modalidades:

1. *Multiplicación vegetativa.*

Está muy extendida entre los vegetales, se hace por yemas. Una yema es un conjunto de células no especializadas para la reproducción que se dividen indefinidamente. Por ejemplo, un esqueje es capaz de formar una nueva planta, porque es portador de una o varias yemas.

— En los animales también se da este tipo de reproducción y puede hacerse por: *gemación* y por *escisión*, que consiste en la partición del organismo materno en dos o más fragmentos, cada uno de los cuales «regenera» un nuevo individuo, como ocurre en las lombrices de tierra, estrellas de mar, etc.

2. Reproducción por *esporas* es una forma de reproducción extremadamente extendida en el reino vegetal: algas, hongos, musgos y helechos. Las esporas son células reproductoras asexuales que se forman en unos órganos denominados esporangios. Una espora, al quedar en libertad, germina, desarrollándose para dar un nuevo individuo.

— En los animales pluricelulares no se conoce este tipo de reproducción.

Reproducción sexual.—Se lleva a cabo por unas células germinales especializadas, denominadas *gametos*. Los gametos son células haploides, es decir, con n cromosomas. Normalmente un gameto no puede germinar por sí solo, necesita el complemento de otro gameto. La unión de dos gametos se denomina *fecundación*, y da lugar a una célula singular llamada célula huevo o *zigoto*. El desarrollo del cigoto originaba un nuevo individuo. Los dos gametos que intervienen en la fecundación proceden de dos individuos diferentes, uno paterno y otro materno.

Significado de la fecundación.—La reproducción sexual no solamente asegura la continuidad de la vida, sino que además lleva consigo la transmisión de los caracteres hereditarios. Por la fecundación se reúnen en el cigoto n cromosomas de origen materno contenidos en el gameto femenino y n cromosomas de origen paterno, contenidos en el gameto masculino. Como los cromosomas son los portadores de los caracteres hereditarios en el cigoto se reúnen los caracteres paternos y maternos.

Gametogénesis

La formación de los gametos en los animales recibe el nombre de *gametogénesis*.

La gametogénesis tiene lugar en los animales en unos órganos especializados denominados *gónadas*. Las gónadas masculinas o testículos son propias de individuos del sexo masculino y en su interior se forman los gametos masculinos o *espermatozoides*. Las gónadas femeninas son propias de las hembras, se denominan ovarios y elaboran los gametos femeninos u *óvulos*. Hay especies de animales que poseen en el mismo individuo ambas clases de gónadas y, por consiguiente, de gametos, son individuos hermafroditas, como la tenia, el percebe y otros.

Hemos dicho que los gametos son células haploides, ¿cómo es posible esto si proceden de células diploides? Es posible gracias a que en el proceso de su formación —gametogénesis— tiene lugar un fenómeno denominado *meiosis*.

La meiosis consta de dos divisiones mitóticas celulares: La primera mitosis miótica tiene carácter reduccional, pues de una célula madre de $2n$ cromosomas se forman dos células hijas con n cromosomas cada una; la segunda mitosis meiótica es de carácter ecuacional y de una célula madre haploide se forman dos células hijas haploides.

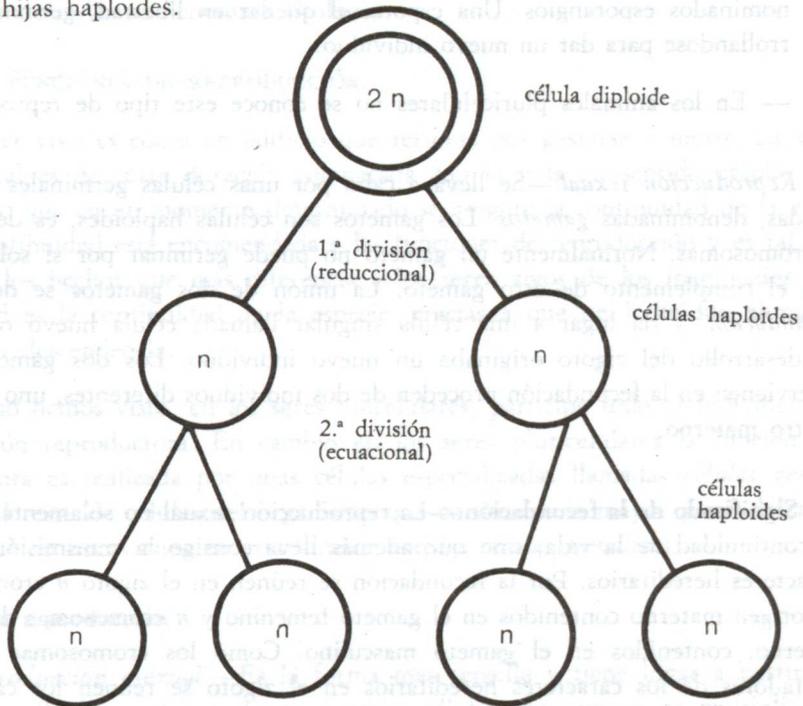


Fig. 11.—Esquema de la meiosis

La meiosis es, por tanto, un fenómeno que consta de dos divisiones consecutivas del núcleo con una sola duplicación del ADN y, por tanto, de los cromosomas.

En consecuencia, de una célula madre diploide se forman cuatro células haploides.

La meiosis es «necesaria» para todos los individuos con reproducción sexual, para regular el número de cromosomas de la especie. Si no existiera la meiosis, los gametos tendrían $2n$ cromosomas y, en consecuencia, el cigoto tendría $4n$ cromosomas, y así sucesivamente de una a otra generación el número de cromosomas iría aumentando en progresión geométrica.

Los dos fenómenos clave que regulan el número de cromosomas en el ciclo biológico de un ser vivo con reproducción sexual son, por lo tanto, la meiosis y la fecundación.

En líneas generales, la meiosis se realiza del mismo modo en todos los organismos, pero varía de unos a otros en cuanto al momento de su realización.

Desde la fecundación hasta la meiosis, las células poseen $2n$ cromosomas. Una vez realizada la fecundación, la vida del ser transcurre por una fase diploide o *diplofase* ($2n$ cromosomas). En el momento en que se verifica la meiosis hay una reducción del número de cromosomas y la vida del ser continúa en una fase haploide o *haplofase*, es decir, sus células tienen n cromosomas. La duración de una y otra fase dependerá de lo distantes que estén en el tiempo la fecundación y la meiosis. Según esto, los organismos pueden ser: haplontes, diplontes y diplohaplontes.

Organismos haplontes

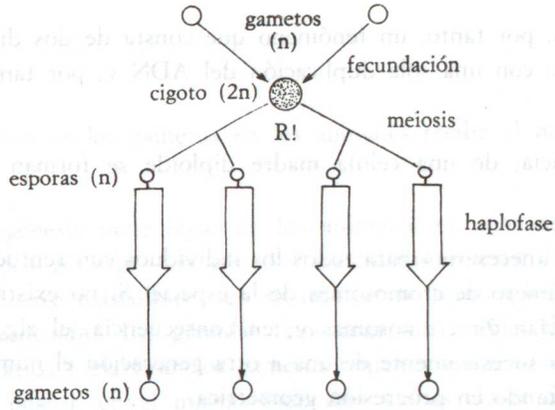
— Con haplofase larga y diplofase corta.

En éstos, la meiosis tiene lugar inmediatamente después de la fecundación, la fase diploide queda reducida al cigoto; en cambio, la fase haploide se prolonga durante toda la vida del ser. Al formarse los gametos no habrá necesidad de meiosis, porque las células que los originan son ya haploides. Son organismos haplontes ciertas algas y hongos y algunos protozoos.

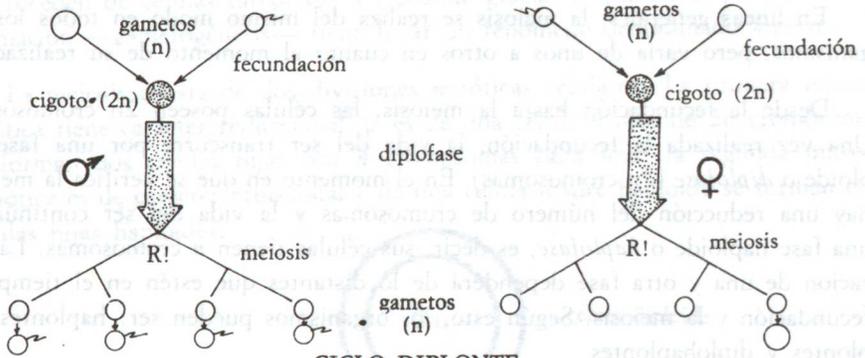
Organismos diplontes

— Tienen diplofase larga y haplofase corta.

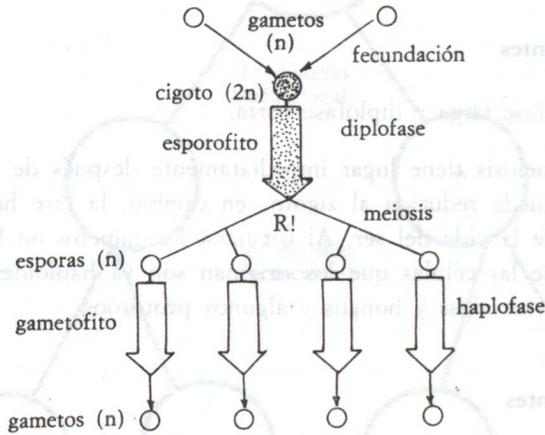
En ellos la meiosis tiene lugar inmediatamente antes de la fecundación, al



CICLO HAPLONTE



CICLO DIPLONTE



CICLO DIPLO-HAPLONTE

Fig. 12.—Esquemas de los ciclos de los organismos haplontes, diplontes y diplohaplontes

formarse los gametos. Por tanto, el cigoto origina una fase diploide que se extiende durante toda la vida del ser. Las únicas células haploides son los gametos. Son organismos diplontes todos los metazoos, incluida la especie humana y algunos protozoos.

Organismos diplohaplontes

- Tienen la diplofase y la haplofase de duración semejante en los casos típicos.

En ellos la meiosis tiene lugar mucho después de la fecundación y mucho antes de la formación de los gametos, en un momento intermedio. Desde la fecundación hasta la meiosis la vida del ser transcurre en diplofase y desde la meiosis, que se opera al formarse las esporas, hasta la fecundación pasa por una haplofase. Aquí la meiosis es intermedia. Son organismos diplohaplontes casi todos los del reino vegetal: la mayoría de las algas y hongos, todos los musgos, helechos y plantas superiores.

Como vemos, los organismos haplontes son más primitivos, y pudieron dar lugar, por evolución, a los diplohaplontes, a partir de los cuales, por reducción de la fase haploide, se pudo llegar a los diplontes, cuyo ciclo corresponde a las formas más evolucionadas.

En los seres pluricelulares, sea cual fuere el ciclo biológico, las fases de la vida de cada individuo son:

- cigoto,
- desarrollo embrionario,
- nacimiento,
- estado larvatorio (o sin él),
- período infantil,
- período juvenil-adulto, con la adquisición de la capacidad reproductora,
- período senil, con la pérdida de la capacidad reproductora, y
- muerte.

ACTIVIDADES

1. ¿Dónde se encuentran las estructuras llamadas crestas?

En:

- a) los cloroplastos,
- b) los ribosomas,
- c) el complejo de Golgi,
- d) las mitocondrias,
- e) los cromosomas.

Subraya la respuesta adecuada.

2. En los orgánulos celulares citados tienen lugar las siguientes funciones:

- a') síntesis de proteínas,
- b') fotosíntesis,
- c') liberación de energía (respiración),
- d') duplicación del ADN,
- e') función secretora-excretora.

Relaciona cada función con el orgánulo correspondiente.

3. Los cromosomas se llaman así:

- a) por ser amarillos,
- b) por su pequeño tamaño,
- c) porque tienen gran afinidad por ciertos colorantes,
- d) por contener cromo,
- e) por contener clorofila.

¿Cuál de estas afirmaciones es válida?

4. Indica el significado de las siglas siguientes:

- a) ADN,
- b) ARN,
- c) ATP,
- d) ADP.

5. La clorofila es el pigmento contenido en:

- a) los glóbulos rojos,
- b) las bacterias,
- c) las hojas de las plantas,
- d) la cromatina.

Indica con una x la respuesta verdadera.

6. Mediante la mitosis el número de cromosomas de la célula madre se mantiene en las células hijas. ¿Por qué?

- a) porque hay un hinchamiento funcional del núcleo,
- b) porque se duplica el ADN en la interfase,
- c) porque la célula asimila gran cantidad de alimentos.

Señala con una x la respuesta cierta.

7. Las esporas tienen la significación de:

- a) gametos femeninos,
- b) cigotos,
- c) gametos masculinos.
- d) células reproductoras asexuales.

¿Cuál de estas afirmaciones es la verdadera?

8. Fecundación quiere decir:

- a) formación de gametos,

- b) fenómeno de la meiosis,
- c) unión de dos gametos,
- d) división del cigoto.

¿Cuál de estas contestaciones es la verdadera?

9. a) ¿cuántos cromosomas tienen los óvulos humanos?
- b) ¿cuántos cromosomas tienen los espermatozoides humanos?
- c) ¿cuántos cromosomas tiene una célula del epitelio intestinal humano?
- d) ¿cuántos cromosomas tiene un cigoto humano?

TEMA 12 A)

MORFOLOGIA Y FISILOGIA ANIMAL — INVERTEBRADOS

INTRODUCCION

Entramos en otro capítulo de las Ciencias de la Naturaleza, el del mundo animal, cuyas características fundamentales, que lo diferencian del reino vegetal, son:

- su nutrición es heterótrofa,
- sus células carecen de membrana celular de celulosa,
- sus células carecen de cloroplastos,
- tienen, en general, gran capacidad de desplazamiento,
- emiten respuestas rápidas a los estímulos.

Estas diferencias son muy acusadas entre los vegetales y animales superiores, lo que permite su fácil distinción, pero no ocurre lo mismo cuando nos enfrentamos con organismos poco evolucionados que, a veces, presentan características de ambos reinos, lo cual hace difícil el establecer una separación tajante entre vegetales y animales.

La diversidad entre los organismos del reino animal es inmensa tanto por su forma y estructura como por la manera de realizar sus funciones vitales. Pero, a pesar de esta diversidad, como ya se indicó en otro lugar, existe una gran uniformidad en su composición química, en la estructura de sus células y en su metabolismo.

CLASIFICACION ANIMAL

El criterio seguido está basado en el grado de evolución de los animales. Así, en primer lugar, el reino animal se divide en dos subreinos: el de los Pro-

tozoos, unicelulares, y el de los Metazoos, pluricelulares, ya que en general se acepta que los Metazoos se originaron a partir de los Protozoos.

PROTOZOOS.—La característica común a los seres que se incluyen en este grupo es la de estar constituidas por una sola célula. Se establecen cuatro grupos según su modo de locomoción, nutrición y reproducción:

- a) *Flagelados*.
- b) *Rizópodos*.
- c) *Esporozoos*.
- d) *Ciliados*.

Estudia en tu libro las características y ejemplos de cada grupo.

METAZOOS.—Estos animales pluricelulares, a veces constituidos por miles de millones de células, proceden generalmente de la multiplicación de una célula huevo o cigoto, la cual mediante un proceso denominado *ontogénesis*, dará lugar a un nuevo individuo. La ontogénesis o desarrollo embrionario tiene lugar por mitosis sucesivas a partir del cigoto y puede presentar diferencias en los distintos grupos de animales, pero, a grandes rasgos, sus primeras fases son semejantes.

Primeras fases de la ontogénesis

La célula huevo se divide en dos células llamadas *blastómeros*, cada una de las cuales se divide en otras dos, y así sucesivamente hasta formar una masa de células pequeñas denominada *mórula*.

En el centro de la *mórula* se origina una cavidad, *cavidad de segmentación*, aumentando al mismo tiempo el tamaño de la *mórula*, que adquiere entonces el aspecto de una esfera hueca limitada por una sola capa de células. A esta fase embrionaria se la denomina *blástula*.

A continuación sobreviene la gastrulación, que consiste en el hundimiento de la mitad de la *blástula* dentro de la otra mitad para dar lugar a la *gástrula*, la cual quedará así constituida por dos capas de células alrededor de una cavidad en comunicación con el exterior. La capa de célula externa de la *gástrula* es el *ectodermo*, la interna el *endodermo*, formándose posteriormente una tercera etapa entre ambas, llamada *mesodermo*. La cavidad delimitada por la doble capa de células es el arquenterón y el orificio de comunicación de esta cavidad con el exterior es la boca o *blastoporo*.

En esta fase el embrión tiene, por lo tanto, *tres hojas embrionarias*. Para algunos animales (esponjas y celentéreos) el desarrollo embrionario termina aquí, es decir, su organismo no alcanza mayor complejidad. En el resto de los metazoos en el arquenterón o intestino primitivo se abre un nuevo orificio en el extremo opuesto, con lo que se inicia el desarrollo de un tubo digestivo con una comunicación de entrada (*boca*) y otro de salida (*ano*).

En los metazoos inferiores el blastoporo será la boca del animal y el orificio opuesto el ano; no ocurre lo mismo en los Equinodermos y Cordados, en los cuales el blastoporo será el ano y el orificio opuesto la boca.

A partir de las tres hojas embrionarias se van a diferenciar todos los tejidos, órganos, aparatos y sistemas del animal. El estudio detallado de todo el desarrollo embrionario es muy complejo, nos limitaremos a indicar la derivación de las tres hojas embrionarias en los vertebrados.

a) A partir del endodermo se originarán:

— tubo digestivo y glándulas anejas.

b) A partir del ectodermo se originarán:

— piel,

— órganos de los sentidos,

— sistema nervioso.

c) A partir del mesodermo:

— todos los demás.

NOTA.—Para estudiar el desarrollo embrionario debes fijarte bien en los esquemas y dibujos del libro

ESPONGIARIOS y CELENTÉREOS.—El estudio de estos dos grupos de Metazoos sencillos y primitivos puedes hacerlo por tu libro de texto, con arreglo al siguiente guión:

— Esponjas:

morfología de su cuerpo: poros inhalantes, ósculo, canales, coanocitos,

esqueleto: espículas,

reproducción: asexual (tienen gran poder de regeneración) y sexual.

— Celentéreos o cnidarios:

morfología y estructura: ectodermo, endodermo, mesoglea:

- cavidad gastrovascular,

- orificio gastrovascular,

- tentáculos,

- cnidoblastos,

formas biológicas de los cnidarios: pólipos y medusas,

reproducción: alternante (sexual y asexual).

mención de los pólipos coloniales: esqueleto calizo (recordad las calizas madreporicas estudiadas en Geología).

PLATELMINTOS.—Son animales de simetría bilateral, cuerpo alargado, aplastado y blando. Carecen de ano. La mayoría son hermafroditas.

Se dividen en tres clases:

a) *Turbelarios* (planarias).—Tipo de epidermis. Modo de alimentación. Reproducción.

b) *Trematodos*.—Citar algún ejemplo de trematodos parásitos.

c) *Cestodos*.—Estudia las tenias o solitarias y su ciclo biológico.

NEMATODOS.—Son animales cilíndricos que viven libres en el agua o en la tierra, algunos son parásitos. Tienen tubo digestivo con boca y ano. Reproducción sexual, la mayoría son unisexuales.

Ejemplos:

— *Ascaris* o lombrices intestinales: su importancia como parásitos del hombre.

— *Oxyurus* o lombrices blancas: su importancia como parásitos del hombre.

— *Trichinella* (triquina): su ciclo biológico.

ANÉLIDOS.—Se incluyen en este grupo animales alargados, de cuerpo blando, constituido por una serie de «anillos» equivalentes desde el punto de vista morfológico. Tienen simetría bilateral.

— segmentación: segmentos o metámeros,

- sedas y parápodos,
- tubo digestivo,
- sistema circulatorio: vaso dorsal, vaso ventral, vasos parietales,
- sistema excretor: nefridios,
- sistema nervioso: ganglios y nervios. Estudio detallado del sistema nervioso de estos animales,
- cefalización en los anélidos: órganos de los sentidos,
- reproducción,
- clasificación de los anélidos:
 - a) *Oligoquetos* (algún ejemplo).
 - b) *Poliquetos* (algún ejemplo).
 - c) *Hirudíneos* (algún ejemplo).

MOLUSCOS.—Son animales de cuerpo blando no segmentado, con simetría bilateral y provistos en su mayoría de una concha caliza.

- organización de su cuerpo: manto, concha, pie,
- simetría y torsión,
- aparato digestivo,
- sistema nervioso,
- división de los moluscos en clases:
 - a) *Anfineuros*.
 - b) *Escafópodos*.
 - c) *Gasterópodos*.
 - d) *Lamelibránquios*.
 - e) *Cefalópodos*.

Estudia las características de cada clase, tipo de concha, etc., y ejemplos más importantes de cada grupo.

EQUINODERMOS.—Son animales marinos con simetría radial en estado adulto. Son los invertebrados más próximos, desde el punto de vista evolutivo, a los vertebrados.

- su posición zoológica,
- simetría en los equinodermos,
- caracteres generales:
 - sistema nervioso,
 - respiración,
 - reproducción,
 - estudio especial del aparato ambulacral,

— división de los equinodermos en clases:

- a) *Crinoideos*.
- b) *Asteroideos*.
- c) *Ofiuroideos*.
- d) *Equinoideos*,
- e) *Holoturoideos*.

Estudia las características y ejemplos más notables de cada clase.

ARTRÓPODOS.—Es el grupo más numeroso del reino animal, tanto en especies como en individuos. Habitan en toda clase de medios. Son animales claramente segmentados y provistos de una cubierta quitinosa. Poseen apéndices articulados.

- importancia de los Artrópodos,
- caracteres generales:
 - exoesqueleto, mudas,
 - metamorfosis,
 - regiones del cuerpo,
 - apéndices,
 - sistema nervioso y órganos de los sentidos,
 - aparato digestivo,
 - sistema respiratorio,
 - sistema circulatorio,
 - sistema excretor,
 - reproducción,

— división de los Artrópodos en clases:

- a) *Onicóforos.*
- b) *Trilobites.*
- c) *Arácnidos.*
- d) *Crustáceos.*
- e) *Miriápodos.*
- f) *Insectos.*

Estudia las características, división y ejemplos de los distintos órdenes de cada clase.

ACTIVIDADES

Dada la amplitud y complejidad que presenta el estudio de los animales invertebrados te recomendamos que confecciones una ficha con el resumen de las características y clasificación de cada uno de los grupos establecidos. Algunos grupos, como el de los artrópodos, requerirá varias fichas. El escribir los resúmenes te servirá para fijar ideas y relacionar unos grupos con otros.

TEMA 12 B)

MORFOLOGIA Y FISIOLOGIA ANIMAL

— CORDADOS

INTRODUCCION

Los Cordados constituyen el tronco o filo más evolucionado del reino animal.

Se admite que dadas las relaciones entre el desarrollo embrionario de los cordados y los equinodermos, estos dos grupos de animales pudieron tener antecesores comunes, hoy desaparecidos, los cuales dieron origen a los moluscos y éstos, a su vez, a los cordados.

En algún momento de su desarrollo los cordados, presentan tres características estructurales importantes:

- notocorda,
- cordón nervioso dorsal hueco,
- hendiduras branquiales.

1.º *Notocorda*.—Estructura de sostén situada detrás del intestino y en posición dorsal. Esta estructura en los cordados superiores (vertebrados) es sustituida por la columna vertebral.

2.º *Un cordón nervioso dorsal*.—Este cordón es hueco y se extiende a lo largo del cuerpo, en contacto con la notocorda, la cual le sirve de apoyo y protección. Este eje nervioso alcanza gran desarrollo en su parte anterior, constituyendo el encéfalo. De la notocorda salen ramificaciones laterales, los nervios.

3.º *Hendiduras branquiales*.—Que son estructuras derivadas de la faringe, donde se sitúan las branquias de los cordados acuáticos; los cordados terrestres, de respiración aérea, solamente las presentan durante el desarrollo embrionario y nunca llegan a ser funcionales, porque la respiración de estos animales es pulmonar.

Además de estas características propias de los cordados presentan otras, tales como:

- sistemas esquelético, muscular y nervioso, muy desarrollados, lo cual implica grandes necesidades metabólicas,
- gran desarrollo del aparato digestivo y excretor,
- gran desarrollo del aparato circulatorio, con un corazón en posición ventral y una red de vasos sanguíneos, que constituyen un circuito cerrado,
- gran desarrollo del aparato respiratorio, derivado de la parte anterior del tubo digestivo, en forma de branquias o de pulmones,
- el cuerpo de los cordados tiene *metamerización*, aunque ésta, a veces, sólo se manifiesta en los adultos,
- simetría bilateral,
- cuerpo dividido en partes: cabeza, tronco y cola,
- la cola es posterior al ano, postanal,
- extremidades, en los cordados superiores o vertebrados, en número de dos pares provistas de esqueleto interno y musculatura muy desarrollada. Estas extremidades pueden ser de tipo aleta (*pterigio*) o de tipo mano (*quiridio*).

CLASIFICACION DE LOS CORDADOS.—Se clasifican en dos subtroncos:

Procordados.

Vertebrados.

1. LOS PROCORDADOS no tienen vértebras. Se dividen en:
 - a) *urocordados*, con notocorda completa en la fase larvaria y reducida a la cola en el adulto,
 - b) *cefalocordados*, con notocorda completa durante toda la vida.

Estudia por tu texto las características de los procordados y los ejemplos típicos (Ascidias y Anfioxus).

2. VERTEBRADOS.—Su característica más sobresaliente es la presencia de columna vertebral, formada por vértebras articuladas, de tejido cartilaginoso u óseo. La parte anterior de la columna vertebral se transforma en el cráneo, caja

ósea que sirve de protección al *encéfalo*, órgano del sistema nervioso que alcanza gran volumen y complejidad en estos animales.

— cuerpo cubierto por tegumentos o piel, diferenciada en dos capas, la *epidermis* exterior y la *dermis* interior. Derivadas de la piel presentan unas formaciones protectoras, como glándulas, escamas, plumas, pelos, uñas, pezuñas, cuernos, etc.,

— órganos reproductores, relacionados con el aparato excretor y ambos independientes del aparato digestivo.

Clasificación de los vertebrados.—Como hay diferentes criterios, te recomendamos sigas la clasificación que aparece en tu libro.

Haz un cuadro que resuma todas las clases de vertebrados, las divisiones que incluye cada clase, las características más marcadas y los ejemplos más comunes.

ACTIVIDADES

1. ¿Qué vertebrados pertenecen a la clase *ciclóstomos*?
 - a) ¿por qué se llaman agnatos?
 - b) ¿tienen extremidades?
 - c) ¿cuántas cavidades tiene el corazón de estos animales?
2. Con el nombre de peces se suelen designar formas acuáticas, fusiformes, con respiración por branquias, corazón con una aurícula y un ventrículo y otra serie de caracteres... Enumera cuatro de ellos.

— ¿podrías indicar las diferencias que hay, aparte de su tamaño, entre un tiburón y una sardina?
3.
 - a) ¿qué vertebrados son los primeros que se emanciparon del agua para vivir en la tierra permanentemente?
 - b) la rana es un anfibio que respira por pulmones, ¿cómo respira su larva?
 - c) ¿cómo es la piel de los anfibios?
 - d) ¿qué quiere decir quiridio? Dibuja el quiridio de una rana,
 - e) ¿qué significa la metamorfosis de los anfibios?

- f) ¿cómo se llaman los anfibios que conservan la cola después de la metamorfosis?, ¿cómo los que la pierden?
4. Los reptiles son animales terrestres, salvo raras excepciones. Esto ha supuesto que su fecundación sea interna. Por otra parte, los huevos se desarrollan fuera de la madre, lo cual implica la aparición de membranas que protegen el embrión de la desecación:
- a) ¿qué membranas son éstas?
 - b) ¿cómo se llaman los animales que ponen huevos?
 - c) el vitelo está localizado en la yema del huevo. ¿Qué papel desempeña?
 - d) pon un ejemplo de un saurio, de un ofidio, de un quelonio y de un cocodriliano.
5. a) indica las características específicas de las aves,
b) ¿son las aves animales homeotermos?
c) además de las alas, ¿qué otros dispositivos facilitan el vuelo de las aves?
6. Los mamíferos son animales vivíparos.
- a) ¿qué significa esto?
 - b) ¿qué misión tiene el cordón umbilical?
 - c) ¿en cuántas partes se divide el encéfalo de los mamíferos?
 - d) ¿qué es el diafragma?
 - e) ¿en qué características se basa la clasificación de los mamíferos que sigue tu libro?

TEMA 13 A)

MORFOLOGIA Y FISILOGIA VEGETAL — TALOFITAS

INTRODUCCION

Una vez conocido el mundo animal pasamos a estudiar el mundo vegetal.

Las características fundamentales de los seres vegetales son las siguientes:

- nutrición autótrofa (excepto los hongos).
- presencia en sus células de una membrana externa de celulosa, a veces impregnada de otras sustancias.
- presencia de cloroplastos en sus células conteniendo clorofila y otros pigmentos de diversos colores: amarillo, rojo, pardo, etc.
- sin capacidad de desplazamiento, en general.
- respuestas a los estímulos lentas y limitadas.

La importancia de los vegetales en la biosfera es enorme, ya que:

- por su capacidad fotosintética purifican el aire, al tomar CO_2 y desprender O_2 .
- por la misma razón, son «productores primarios» que captan la energía lumínica y la hacen utilizable, en forma de energía químico-ligada, a todas las formas vivientes. Constituyen, por lo tanto, la base de las pirámides alimentarias.
- en el aspecto evolutivo, ya que se supone que las primeras estructuras vivientes, fueron microorganismos vegetales sencillos.

Al igual que en el reino animal encontramos en el vegetal una gran diversidad de formas, tamaños y grado de complejidad. Ahora bien, igual que en aquél

encontramos una uniformidad en su composición química, en su estructura celular y en su metabolismo.

CLASIFICACIÓN VEGETAL.—Establecemos una primera división entre los vegetales, basándonos en la presencia o ausencia de tejidos (recuerda que un tejido es un conjunto de células especializadas para un determinado trabajo). Según este carácter hay dos grandes grupos:

- Talofitas, sin tejidos, su aparato vegetativo se llama *talo*.
- Cormofitas, con tejidos, su aparato vegetativo se llama *cormo*.

TALOFITAS.—Dentro de este grupo se incluyen: las algas, los hongos y los líquenes.

ALGAS.—Se definen como talofitas con clorofila y, por lo tanto, autótrofas.

Su talo puede ser unicelular o pluricelular.

Algunas son microscópicas, otras de varios centímetros o hasta de varios metros. Viven en el agua del mar o en agua dulce.

Su reproducción es muy variada: desde la simple bipartición, pasando por la reproducción por esporas hasta la reproducción sexual. Es frecuente la reproducción alternante.

Por su ciclo biológico algunas son haplontes, pocas diplontes y la mayoría son diplohaplontes.

Se acostumbra a clasificar las algas atendiendo a los pigmentos que contienen sus células:

1. *Algas pardas.*—En este grupo la clorofila está enmascarada por pigmentos pardo-amarillentos. Se incluyen dos *clases*:

a) diatomeas.

b) feofíceas.

2. *Algas verdes.*—En este grupo la clorofila no suele estar enmascarada por otros pigmentos. Comprenden tres *clases*:

a) flageladas.

b) conjugadas.

c) clorofíceas.

3. *Algas rojas*.—En este grupo la clorofila está enmascarada por un pigmento rojo. Incluye una sola *clase*:

- a) rodófitas.

HONGOS.—Se definen como talofitas sin clorofila, siendo, por lo tanto, heterótrofos. Su talo puede ser unicelular o pluricelular. Algunos son microscópicos y otros alcanzan varios centímetros.

Su forma de vida es variada, pueden ser acuáticos o terrestres y, por ser heterótrofos, necesitan tomar alimentos orgánicos, por lo que son parásitos, saprofitos o simbióticos.

El talo de los hongos está constituido por unos filamentos denominados *hifas* cuyo conjunto forma el *micelio*. Las hifas pueden agregarse entre sí formando falsos tejidos.

La forma de reproducción más frecuente es por esporas. Estas esporas toman nombres particulares según el lugar y modo de formación:

- a) *conidiosporas*, que se disponen unas a continuación de otras en el extremo de ciertas hifas.
- b) *zoosporas*, esporas con flagelos, propias de hongos acuáticos que son las formas de hongos más sencillas y primitivas.
- c) *ascosporas* y *basidiosporas*, formadas a partir de un cigoto originado por vía sexual.

Cualquier spora desprendida del esporangio puede germinar al caer en un medio adecuado (con humedad, etc.) y originar nuevos micelios.

La mayoría de los hongos son haplontes, su ciclo biológico es complicado.

Los hongos se clasifican, atendiendo a la forma de su micelio y a su modo de reproducción, en dos grandes grupos:

- a) clase ficomicetos.
- b) clase eumicetos: ascomicetos y basidiomicetos.

LÍQUENES.—Son asociaciones simbióticas de algas con hongos. Su talo está formado por células verdes o *gonidios* (alga) e *hifas*, que protegen a los gonidios. Las hifas son los filamentos del hongo.

Gracias a esta asociación, los líquenes pueden habitar zonas extremadas tanto en humedad y temperatura, como en nutrientes, condiciones éstas que no podrían soportar ni el alga ni el hongo por separado. Pueden vivir en troncos, paredes e, incluso, rocas de las altas montañas.

Completa este tema por el libro, siguiendo el guión precedente.

TEMA 13 B)

MORFOLOGIA Y FISILOGIA CELULAR – CORMOFITAS

INTRODUCCION

El cormo, aparato vegetativo de las cormofitas, está constituido por tejidos.

La agrupación de tejidos forma órganos. Estos órganos son:

Unos *vegetativos*:

- raíz.
- tallo.
- hojas.

Otros *reproductores*:

- flores.

Dentro de las cormofitas, el grupo de las arquegoniadas, que comprende los musgos y los helechos, carecen de flores y en algunas fases de su vida el aparato vegetativo es un talo.

TEJIDOS DE LAS CORMOFITAS

Los principales tipos de tejidos son:

- a) meristemos.
- b) parénquimas.
- c) tegumentarios.

d) conductores.

e) de sostén.

ORGANOS DE LAS CORMOFITAS:

1. La raíz:

— morfología.

— estructura primaria.

— estructura secundaria.

— clases de raíces.

2. El tallo:

— morfología, yemas.

— estructura primaria.

— estructura secundaria.

— clases de tallos.

3. Las hojas:

— morfología.

— estructura.

— clase de hojas.

— transformaciones de hojas.

CLASIFICACION DE LAS CORMOFITAS

Por el modo de reproducción, las cormofitas se dividen en dos grandes grupos:

— Arquegoniadas.

— Fanerógamas.

A) ARQUEGONIADAS.—Su nombre alude a que el aparato reproductor femenino es el *arquegonio*, el cual por evolución dará el aparato reproductor femenino de las fanerógamas.

Las arquegoniadas comprenden dos *clases*, que tienen una reproducción alternante análoga:

- a) *briofitas* (musgos).
- b) *pteridofitas* (helechos).

B) **FANERÓGAMAS.**—Su nombre alude a que el aparato reproductor es vistoso y está localizado en las flores. Este aparato reproductor está constituido por *carpelos*, en los cuales se originan los gametos femeninos, y por estambres, donde se forman los gametos masculinos. Después de fecundado el gameto femenino se origina la semilla.

Este grupo comprende dos *clases*:

- a) gimnospermas.
- b) angiospermas (monocotiledóneas y dicotiledóneas).

LA REPRODUCCIÓN EN LAS CORMOFITAS

1. Arquegoniadas:

- constitución del arquegonio.
- constitución del anteridio.

2. Reproducción alternante:

- en las briofitas.
- en las pteridofitas.

FANERÓGAMAS: CICLO BIOLÓGICO Y REPRODUCCIÓN

1. *Gimnospermas*:

- óvulo de las coníferas.
- grano de polen de las coníferas.
- cono femenino.
- flor masculina.
- fecundación.
- semilla.

2. Angiospermas:

- flor: gineceo, androceo, periantio.
- tipos de flores.
- inflorescencias.
- polinización.
- fecundación.
- la semilla: sus partes.
- el fruto: sus partes.
- clases de frutos.

Desarrolla este tema por el libro siguiendo el guión, y observa detenidamente todas las ilustraciones.

ACTIVIDADES

1. ¿Cómo podrías conseguir moho de pan? Realiza esta experiencia.
2. Arranca una planta herbácea completa y dibuja su raíz, tallo, hojas y flores.
 - Anota las características morfológicas de cada uno de sus órganos y deduce el tipo de raíz, tallo, hojas y flor que tiene.
3. Escribe a la derecha de la lista siguiente lo que te sugieren los siguientes términos:
 - a) Patata.
 - b) Cebolla.
 - c) Tomate.
 - d) Drupa.
 - e) Cotiledón.
 - f) Zanahoria.

4. Pon a germinar tres semillas de tres dicotiledóneas distintas (ejemplo: guisante, judía, garbanzo, etc.). Compara los procesos de germinación.
5. Recolecta al menos veinte hojas de plantas diferentes, observa sus caracteres y ordénalas por la forma del limbo, por su borde y por su nerviación.
6. Si en tu localidad puedes encontrar helechos, coge un fronde. Fíjate si tiene soros.

EL MUNDO DE LOS MICROBIOS — INMUNOLOGÍA —

INTRODUCCIÓN

El mundo de los microbios es un mundo fascinante y diverso. En él se encuentran organismos que son capaces de sobrevivir en condiciones extremas de temperatura, pH y salinidad. Algunos de ellos son capaces de sobrevivir en condiciones de alta presión, como en las profundidades del océano. Otros son capaces de sobrevivir en condiciones de alta radiación, como en el espacio exterior. Este mundo de microbios es el resultado de millones de años de evolución y adaptación a diferentes ambientes. En este capítulo se abordarán algunos de los aspectos más interesantes de este mundo microbiano.

1. EL MUNDO DE LOS MICROBIOS

1.1. EL MUNDO DE LOS MICROBIOS

1.2. EL MUNDO DE LOS MICROBIOS

1.3. EL MUNDO DE LOS MICROBIOS

1.4. EL MUNDO DE LOS MICROBIOS

1.5. EL MUNDO DE LOS MICROBIOS

1.6. EL MUNDO DE LOS MICROBIOS

1.7. EL MUNDO DE LOS MICROBIOS

1.8. EL MUNDO DE LOS MICROBIOS

EL MUNDO DE LOS MICROBIOS — INMUNOLOGÍA —

El mundo de los microbios es un mundo fascinante y diverso. En él se encuentran organismos que son capaces de sobrevivir en condiciones extremas de temperatura, pH y salinidad. Algunos de ellos son capaces de sobrevivir en condiciones de alta presión, como en las profundidades del océano. Otros son capaces de sobrevivir en condiciones de alta radiación, como en el espacio exterior. Este mundo de microbios es el resultado de millones de años de evolución y adaptación a diferentes ambientes. En este capítulo se abordarán algunos de los aspectos más interesantes de este mundo microbiano.

TEMA 14

EL MUNDO DE LOS MICROBIOS — INMUNOLOGIA

INTRODUCCION

En el mundo de los microbios se reúnen muchas formas distintas de vida, las cuales tienen como carácter común un tamaño reducido, lo que hace que no puedan ser observados a simple vista, sino mediante un microscopio óptico o electrónico. Por este carácter se denominan genéricamente *microorganismos* o *microbios*. Su organización es celular —eucariótica o procariótica— en unos casos, y subcelular, en otros. Citaremos algunos ejemplos:

Con organización eucariótica:

- algunos protozoos.
- hongos microscópicos (levaduras, mohos).

Con organización procariótica:

- algas azules o cianofíceas.
- bacterias.

Con organización subcelular:

- virus.

Consideraremos ahora cada grupo por separado.

A) MICROBIOS CON ORGANIZACION EUCARIOTICA

1. PROTOZOOS.—Al estudiar este grupo en Zoología vimos cómo, a pesar de ser unicelulares, presentan, en general, estructuras bastante complejas. Algunos protozoos son de gran tamaño, por lo que sólo se consideran microbios algunas de las especies más pequeñas, entre las que citaremos las amebas, cau-

santes de la disentería tropical; el plasmodio, del paludismo; el tripanosoma, de la enfermedad del sueño, etc.

2. HONGOS MICROSCÓPICOS.—El grupo de los hongos ha sido estudiado en Botánica. Nos referiremos aquí únicamente a las formas microscópicas más conocidas:

a) Los *mohos* que se desarrollan sobre sustancias orgánicas como, por ejemplo, el moho del pan. Observado uno de estos mohos al microscopio se ve que consta de unos filamentos plurinucleados (plasmodios) denominados *bifas*, cuyo conjunto constituye el aparato vegetativo o *micelio*, de tipo talo (recuerda que las algas y los hongos son talofitas).

b) Las *levaduras* también son hongos microscópicos y son unicelulares. Tienen gran interés industrial por ser capaces de provocar «fermentaciones» sobre diversos productos orgánicos o sustratos. Entre las levaduras más comunes podemos citar *Sacharomices cerevisae*, utilizada en la fabricación de la cerveza por fermentación del azúcar de malta en alcohol. Otras especies producen la fermentación del mosto en la fabricación de vinos, otras intervienen en la fabricación del pan, etc.

c) Los denominados *mohos verdes*, como el género *Penicillium*, que aparece con frecuencia en los frutos cítricos. Se trata de hongos microscópicos del grupo Ascomicetos, los cuales, en el curso de su metabolismo, producen sustancias químicas, a veces de gran interés, como la penicilina y otros antibióticos.

B) MICROBIOS CON ORGANIZACION PROCARIOTICA O PROTOCITICA

1. ALGAS AZULES.—También llamadas cianofíceas, son algas microscópicas unicelulares que, a veces, aparecen asociadas formando filamentos. Aunque no tienen cloroplastos son vegetales autótrofos por poseer clorofila, pigmento que aparece enmascarado por otro azul (ficocianina). Estas algas viven libres en las aguas o lugares muy húmedos y nunca como parásitos. Su mayor interés radica en su organización procariótica.

2. BACTERIAS.—Constituyen otro grupo de microorganismos procarióticos, incluido generalmente en el reino vegetal. La mayoría de las bacterias son heterótrofas, por carecer de clorofila, pero también existen, aunque en número reducido, bacterias autótrofas (recuerda las bacterias fotosintéticas y quimiosintéticas). Las bacterias son los microorganismos más difundidos en la Naturaleza y tienen gran importancia en microbiología, por incluir muchas formas parásitas y saprofitas.

En la célula bacteriana, como ya se ha dicho, hay una membrana plasmática y, además, una pared celular exterior que la envuelve y que condiciona la forma de la bacteria. Si las bacterias son esféricas, se denominan *cocos*; si son alargadas, *bacilos*; si espiraladas, *espirilos*, y si tienen forma de coma, *vibriones*. Estas formas pueden presentarse aisladas o en grupos: diplococos, estreptococos y estafilococos, según se agrupen: cocos de dos en dos, cocos alineados en rosario o en racimos, respectivamente.

En el interior de la membrana bacteriana se encuentra un protoplasma sin núcleo diferenciado y sin la mayoría de los orgánulos autónomos. Poseen ADN localizado en la cromatina que aparece dispersa en el protoplasma o concentrada en un único cromosoma circular.

Gran número de bacterias poseen flagelos de estructura sumamente sencilla, no comparable con la de los cilios o flagelos de las células eucarióticas.

Las bacterias tienen la facultad de soportar las condiciones adversas formando «esporas de resistencia». Esto, unido a su pequeño tamaño, rapidez de reproducción y adaptabilidad a todos los medios —agua, aire, suelo, organismos vivos y muertos, etc.—, hace que su difusión sea prácticamente universal.

Unas bacterias son consideradas como perjudiciales para el hombre, y otras como útiles. Entre las primeras figuran las formas parásitas tanto del hombre como de los animales y plantas, siendo muchas de ellas causantes de enfermedades. Ejemplos de éstas son las causantes de tuberculosis, cólera, tosferina, difteria, tétanos, meningitis meningocócica, etc.

Sin embargo, es importante señalar que la mayoría de las bacterias son beneficiosas para el conjunto del mundo viviente, algunas incluso indispensables, como son las que producen la descomposición de las sustancias orgánicas de los cadáveres, hasta llegar a la total mineralización de la materia viva (ver ciclos de los elementos). Las bacterias del suelo, bacterias nitrificantes, transforman el amoníaco en nitratos asimilables por las plantas verdes. Otro ejemplo de bacterias útiles nos lo proporcionan las que, viviendo en simbiosis con las leguminosas en las raíces de estas plantas, son capaces de asimilar el nitrógeno atmosférico.

C) MICROBIOS CON ORGANIZACION SUBCELULAR

VIRUS.—Los virus constituyen la forma más elemental de vida. Por sus pequeñas dimensiones, solamente pueden ser observados mediante un microscopio electrónico. Un virus es, en síntesis, una masa de ADN o ARN (nunca estos dos ácidos conjuntamente) envuelta por una capa de proteínas. Por carecer de protoplasma y orgánulos correspondientes, son necesariamente parásitos de otros seres vivos: hombre, otros animales, plantas e incluso bacterias.

Ejemplos de enfermedades causadas por virus en el *hombre*: poliomielitis, gripe, catarro, meningitis vírica, sarampión, viruela, etc.

Ejemplos de enfermedades causadas por virus en *animales*: peste aviar, peste porcina, glosopeda del ganado vacuno, etc.

Ejemplos de virus que atacan *plantas*:

— virus del mosaico del tabaco (primer virus conocido).

— virus X de la patata.

Los virus parásitos de las bacterias se denominan bacteriófagos o *fagos*.

DEFENSA DEL HOMBRE ANTE LOS MICROBIOS PATÓGENOS

No todos los microorganismos que viven en el hombre son causantes de enfermedades. Así, los que constituyen la flora intestinal provocan fermentaciones en los restos de alimentos no digeridos, dando lugar a sustancias químicas, como determinadas vitaminas, que pueden ser entonces asimiladas por el hombre.

En la cavidad bucal existe una flora normalmente inofensiva, que vive de los restos de comida, aunque también puede ser causante de caries dentales.

Las enfermedades producidas por microbios se denominan «enfermedades infecciosas».

Concepto de infección.—Con este nombre se designa la entrada de microorganismos patógenos en el cuerpo de un animal. Ello da lugar a unas alteraciones en diferentes órganos o en su funcionamiento, que son características de las enfermedades infecciosas.

El poder patógeno de un microorganismo depende de su virulencia, la cual viene determinada por la producción de toxinas o venenos específicos.

El contagio de las enfermedades infecciosas.—Un individuo afectado por una enfermedad infecciosa elimina normalmente gran cantidad de microorganismos patógenos o sus gérmenes a través de la orina, heces, saliva, etc.

Los microorganismos así liberados pueden ingresar en un cuerpo sano, propagándose así la enfermedad por *contagio*. El contagio puede ser *directo* cuando el agente patógeno pasa del individuo enfermo al individuo sano por contacto; o bien *indirecto*, por medio de vehículos *pasivos*, tales como utensilios, ropa, alimentos ingeridos, etc., o por medio de vehículos *activos*, generalmente insec-

tos, que transmiten el germen del individuo enfermo al sano (ejemplos de éstos son el caso de transmisión del germen del paludismo por el mosquito *Anopheles* y el de la enfermedad del sueño por la mosca *tsé-tsé*).

Defensa del organismo sano ante la llegada de los microbios.—El organismo ofrece una resistencia natural frente a los agentes infecciosos para evitar su entrada y posterior invasión. Esta resistencia se hace patente, en primer lugar, en la piel, que actúa a modo de barrera. También las mucosas que revisten la cavidad bucal, faringe, conductos respiratorios, vagina, etc., actúan impidiendo la entrada de microbios al interior del organismo.

Si, a pesar de estas barreras naturales, ciertos microorganismos patógenos logran penetrar en el interior de un individuo sano, éste ofrece otras resistencias o defensas internas que se encuentran localizadas en los líquidos orgánicos (sangre, linfa, plasma, etc.) y que responden a dos tipos:

a) glóbulos blancos o *leucocitos* que, mediante el fenómeno de la fagocitosis, capturan con sus seudópodos los gérmenes patógenos destruyéndolos en las vacuolas digestivas.

b) sustancias químicas denominadas *globulinas*, que son proteínas contenidas en el suero sanguíneo y otros líquidos orgánicos, y que actúan como *anticuerpos* neutralizando o anulando la acción de las toxinas elaboradas por los microbios patógenos. Los anticuerpos existen de modo natural en los organismos, pero su producción se ve incrementada cuando penetran agentes extraños.

INMUNIDAD

La inmunidad es un estado biológico de resistencia que presentan los organismos frente a las enfermedades infecciosas. La inmunidad es característica de las especies y de los individuos, de tal manera que un microorganismo dado puede producir enfermedad en una determinada especie y no en otras o, incluso, afectar a unos individuos y no a todos, dentro de la misma especie.

Así, por ejemplo, el caballo es inmune para la difteria, que es una enfermedad del hombre, aunque muchas personas son inmunes a ella.

Tipos de inmunidad:

a) *Inmunidad natural o congénita*, la que poseen para determinadas enfermedades algunas especies, razas o individuos desde su nacimiento. Por ejemplo, el hombre no puede padecer peste porcina ni peste aviar; es inmune a estas enfermedades. La causa de este tipo de inmunidad puede ser genética, bioquímica o fisiológica.

b) *Inmunidad adquirida*, la que no posee el individuo desde su nacimiento, sino que la adquiere en un momento dado de su vida a causa de la formación de anticuerpos.

Inmunidad adquirida de forma natural.—Un individuo afectado de una enfermedad y curado de la misma, mantiene los anticuerpos fabricados durante un cierto tiempo, variable según los casos. Así, por ejemplo, el sarampión o la tosferina dejan inmune para toda su vida al individuo que la padeció y, sin embargo, el tifus deja inmune al sujeto que sufrió esta enfermedad durante un tiempo relativamente corto, pudiendo posteriormente adquirir la misma enfermedad.

Inmunidad adquirida de forma artificial.—Esta forma de inmunidad se adquiere provocando en el organismo la formación de anticuerpos mediante la introducción de sustancias químicas. Puede ser:

activa, mediante vacunación

pasiva, mediante sueroterapia.

La vacunación consiste en inocular en el organismo sano los propios *gérmenes* productores de la enfermedad. Las vacunas deben estar convenientemente preparadas en el sentido de disminuir o anular el poder patógeno de los microorganismos que contiene, pero manteniendo su facultad de estimular la producción de anticuerpos específicos.

La sueroterapia consiste en introducir en el organismo sano anticuerpos ya fabricados por otro animal. La acción del suero será más rápida, pero menos duradera que la de la vacuna.

EXTENSIÓN GEOGRÁFICA DE LAS ENFERMEDADES INFECCIOSAS

Por tener este tipo de enfermedades carácter contagioso, se pueden propagar de unos individuos a otros dentro de una colectividad. El contagio podrá afectar, en mayor o menor grado, a los diferentes grupos de una población, según sean las condiciones ambientales. Atendiendo al número de individuos afectados y a la extensión geográfica que abarcan, se pueden distinguir tres formas:

Epidemia.—Cuando la enfermedad se presenta bruscamente y se propaga con rapidez entre los individuos de una población (por ejemplo, una epidemia de gripe).

Pandemia.—Cuando se presenta en la mayor parte de las poblaciones de todo el mundo (por ejemplo, la tuberculosis, fiebre de Malta, etc.).

Endemia.—Cuando se presenta de una manera permanente en una zona, comarca o país sin visos de desaparecer (por ejemplo, el cólera en la India, el paludismo en las zonas pantanosas, etc.).

PREVENCIÓN Y LUCHA ANTE LAS ENFERMEDADES INFECCIOSAS

Las medidas adoptadas para evitar o combatir las enfermedades infecciosas pueden ser tomadas a nivel individual o colectivo. Estas medidas pueden ser, a su vez, preventivas o curativas.

Medidas preventivas o profilácticas.—Muchas de estas medidas son comunes a todas las enfermedades, como la higiene o aislamiento de enfermos contagiosos; otras veces son medidas generales pero para una enfermedad particular, como las vacunaciones, etc., y demás medidas que competen a organismos encargados de velar por la salud pública. La aplicación de estas medidas sanitarias tienen una gran trascendencia social.

Medidas curativas.—Estas medidas tienen que ser adecuadas para cada enfermedad particular y consisten en la utilización de medicamentos antimicrobianos capaces de destruir los gérmenes patógenos.

El tratamiento de una enfermedad por estas sustancias químicas constituye la «quimioterapia». Los medicamentos utilizados pueden ser de dos tipos:

Antibióticos, como la penicilina, estreptomina, terramicina, etc., y

Sulfamidas.

No debemos concluir este tema sin mencionar la gran importancia que científicos como Luis Pasteur, Roberto Koch, Eduardo Jenner y Alejandro Fleming, entre otros, tuvieron en el descubrimiento de microorganismos patógenos y en la erradicación de numerosas enfermedades infecciosas.

ACTIVIDADES

1. ¿Qué es un microbio?
2. a) La tuberculosis es una enfermedad infecciosa producida por
- b) La poliomielitis es una enfermedad infecciosa producida por
- c) La tiña es una enfermedad infecciosa producida por
- d) La disentería tropical es una enfermedad producida por

3. ¿Por qué puede infectarse una herida?

4. ¿Qué diferencia hay entre bacterias y virus en cuanto a su modo de cultivo?

Medidas preventivas de profilaxis — Medidas de estas medidas son como: esterilización de las heridas, uso de antisépticos, etc. y demás medidas que competen a organismos encargados de velar por la salud pública. La aplicación de estas medidas sanitarias tienen una gran trascendencia social.

Medidas curativas — Estas medidas tienen que ser adecuadas para cada enfermedad particular y consisten en la aplicación de medicamentos apropiados. El tratamiento de enfermedades por microorganismos patógenos y la administración de medicamentos utilizados para el tratamiento de las enfermedades.

Medidas de control — Estas medidas consisten en la aplicación de medidas de control de las enfermedades por microorganismos patógenos y la administración de medicamentos utilizados para el tratamiento de las enfermedades.

Medidas de diagnóstico — Estas medidas consisten en la aplicación de medidas de diagnóstico de las enfermedades por microorganismos patógenos y la administración de medicamentos utilizados para el tratamiento de las enfermedades.

Medidas de prevención — Estas medidas consisten en la aplicación de medidas de prevención de las enfermedades por microorganismos patógenos y la administración de medicamentos utilizados para el tratamiento de las enfermedades.

Medidas de control de la contaminación — Estas medidas consisten en la aplicación de medidas de control de la contaminación de las enfermedades por microorganismos patógenos y la administración de medicamentos utilizados para el tratamiento de las enfermedades.

Medidas de control de la contaminación del agua — Estas medidas consisten en la aplicación de medidas de control de la contaminación del agua de las enfermedades por microorganismos patógenos y la administración de medicamentos utilizados para el tratamiento de las enfermedades.

Medidas de control de la contaminación del aire — Estas medidas consisten en la aplicación de medidas de control de la contaminación del aire de las enfermedades por microorganismos patógenos y la administración de medicamentos utilizados para el tratamiento de las enfermedades.

TEMA 15

LA HERENCIA BIOLÓGICA — GENÉTICA HUMANA

INTRODUCCION

Es un hecho de todos sabido que los hijos se parecen a sus padres, ya que todo ser vivo recibe de sus progenitores la capacidad de desarrollar una serie de caracteres morfológicos, fisiológicos y de comportamiento que le hacen semejante a ellos y que constituyen su *herencia biológica*.

La ciencia que estudia e intenta explicar los mecanismos y circunstancias que rigen la transmisión de caracteres hereditarios de generación en generación se denomina **Genética**.

El fenómeno de la herencia interesó desde la antigüedad a los hombres de ciencia, quienes trataron de resolver las leyes que lo rigen. El primero que obtuvo resultados importantes fue Mendel, al cual se le considera, por ello, como el fundador de la ciencia que nos ocupa. Después de Mendel se han sucedido numerosas experiencias por otros científicos que han ido incrementando los conocimientos acerca de la herencia. No obstante, una comprensión científica y completa de la misma sólo se podría alcanzar a partir del conocimiento de los hechos básicos biológicos, especialmente los referentes a la reproducción. Los avances en citología y biología molecular aplicados a la herencia han permitido sentar las bases de la Genética actual.

MENDELISMO

El gran mérito de Gregorio Mendel consistió en saber estudiar cómo se transmitían, por separado, los caracteres de generación en generación. Realizó una serie de experiencias en plantas que él cultivaba cruzando variedades y estudiando, en principio, uno o varios caracteres bien acusados (como el color de las flores, forma de las semillas, etc.). Analizaba los resultados y les daba expresión matemática, estableciendo unas proporciones. Su método de trabajo, que se conoce con el nombre de *mendelismo*, ha sido seguido por otros autores en muchas plantas y animales.

El mendelismo, en síntesis, consiste en:

1.º Se cruzan dos individuos pertenecientes a dos variedades de la misma especie, razas puras, que se diferencian en un carácter: por ejemplo, en el color de las flores. Estos dos individuos progenitores constituyen la *generación parental* P.

2.º De la germinación de las semillas obtenidas del cruce anterior se obtiene una serie de individuos que constituyen la *primera generación filial* o F_1 . Se analizan los resultados.

3.º Se repite el cruzamiento entre dos individuos de la F_1 , obteniéndose así la *segunda generación filial* o F_2 .

4.º Procediendo de manera análoga se obtiene la F_3 , y así sucesivamente puede seguirse, a lo largo de varias generaciones, la transmisión de los caracteres cuyos mecanismos de herencia se quiere estudiar.

Sometiendo los resultados obtenidos a una elaboración lógica y tratando de explicarlos científicamente, Mendel imaginó la existencia de unos «factores hereditarios».

Los resultados de las experiencias de Mendel fueron publicados en una revista científica, pero permanecieron ignorados durante mucho tiempo, hasta que a principios de este siglo, tres botánicos independientemente, los redescubrieron y pasaron a ser considerados como los fundamentos de la genética moderna.

En los trabajos de Mendel no se consigna el número de leyes, más bien reglas o principios, que rigen la herencia. Algunos autores consideran dos y otros, tres.

LEYES DE MENDEL:

1.º *Ley de la uniformidad de los caracteres en los híbridos de la primera generación filial:*

a) Experiencias mendelianas con el guisante (*Pisum sativa*).—Al cruzar dos variedades, *razas puras*, una con semillas lisas y la otra con semillas rugosas, se obtiene una F_1 , en la que todos los individuos presentan semillas lisas. Estos individuos de la F_1 son *híbridos*. ¿Por qué? Porque resultan de la unión de dos gametos representados por los granos de polen de la variedad lisa con los pistilos de la variedad rugosa, o viceversa.

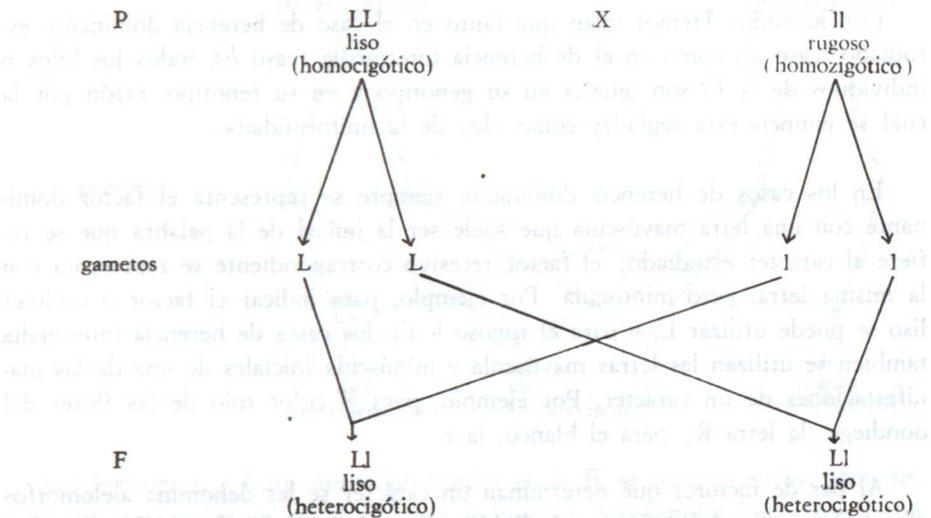
Este carácter liso que se manifiesta en las semillas de la F_1 no presenta diferencias externas con el correspondiente en el progenitor de la generación P, que exhibe el mismo carácter.

Sin embargo, la generación P de semillas lisas es raza pura por haberse originado a partir de dos gametos que portaban ambos el factor determinante del carácter liso (LL). Los individuos de la F₁, en cambio, proceden, como hemos dicho, de un gameto conteniendo el factor liso (L) y de otro gameto con el factor rugoso (l). Este factor *l* no se manifiesta porque en el curso de su desarrollo la planta no ha realizado dicho factor, el cual permanece oculto como si estuviese enmascarado por el L. A este tipo de herencia se le llama *dominante*.

El factor dominante, en el caso estudiado, es el liso L; el factor l, carácter rugoso, es el *recesivo*.

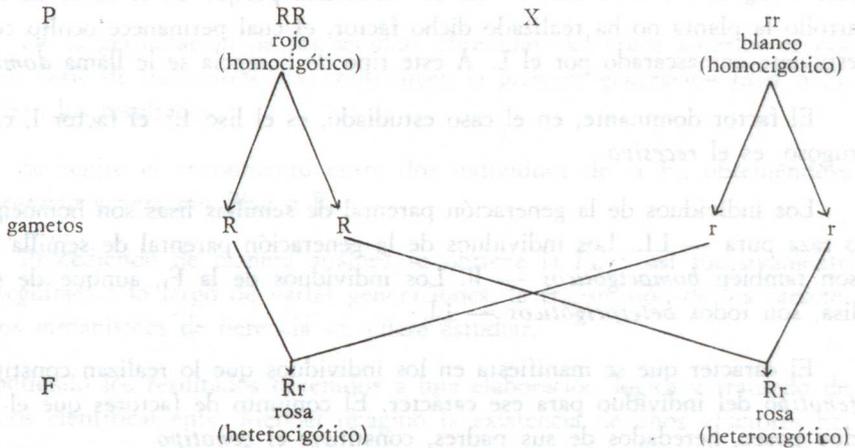
Los individuos de la generación parental de semillas lisas son homocigóticos o raza pura — LL. Los individuos de la generación parental de semilla rugosa son también *homocigóticos* — ll. Los individuos de la F₁, aunque de semilla lisa, son todos *heterocigóticos* — Ll.

El carácter que se manifiesta en los individuos que lo realizan constituye el *fenotipo* del individuo para ese carácter. El conjunto de factores que el individuo posee, heredados de sus padres, constituye el *genotipo*.



b) Experiencias mendelianas con el dondiego de noche (*Mirabilis jalapa*). Al cruzar dos variedades, razas puras, una de flores rojas y la otra de flores blancas, se obtiene una generación filial F₁ caracterizada porque todos sus individuos presentan un fenotipo rosa. ¿A qué es debido esto? Si representamos al factor determinante del color rojo por R y el del blanco por r, el genotipo de los individuos de la generación P será RR y rr, respectivamente. El genotipo de los individuos de la F₁ será Rr, por ser híbridos o heterocigóticos.

El fenotipo que se manifiesta en la F_1 no es ni el rojo ni el blanco de los progenitores, sino el rosa, como hemos dicho. Se trata de un caso de *herencia intermedia*, es decir, sin dominancia de un factor sobre el otro.



Concluyendo: Hemos visto que tanto en el caso de herencia dominante estudiado (caso *a*), como en el de herencia intermedia (caso *b*), todos los hijos o individuos de la F_1 son iguales en su genotipo y en su fenotipo, razón por la cual se enuncia esta regla-ley como «ley de la uniformidad»...

En los casos de herencia dominante siempre se representa el factor dominante con una letra mayúscula que suele ser la inicial de la palabra que se refiere al carácter estudiado; el factor recesivo correspondiente se representa con la misma letra, pero minúscula. Por ejemplo, para indicar el factor o carácter liso se puede utilizar L, y para el rugoso l. En los casos de herencia intermedia también se utilizan las letras mayúscula y minúscula iniciales de una de las manifestaciones de un carácter. Por ejemplo, para el color rojo de las flores del dondiego, la letra R; para el blanco, la r.

Al par de factores que determinan un carácter se les denomina alelomorfos o, simplemente, *alelos*. En un individuo homocigótico los dos alelos determinantes de un carácter son iguales; en un individuo heterocigótico serán distintos.

2.º Ley de Mendel, *ley de la disyunción de los alelos en los individuos de la segunda generación filial* o *ley de la pureza de los gametos*.

a) Del cruce entre dos individuos de la F_1 de *Pisum sativa*, obtenidos bien por autopolinización, posible por ser las ~~flores~~ flores del guisante hermafroditas, o por polinización cruzada, se obtienen unas semillas que, por germinación, darán lu-

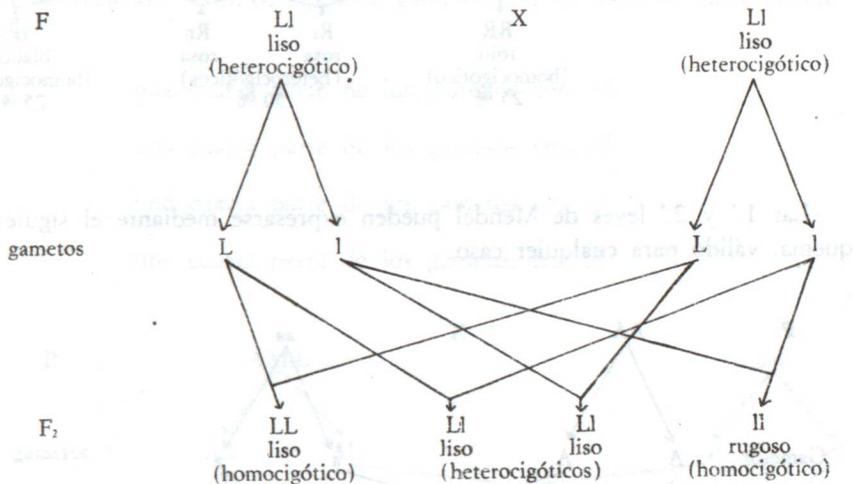
gar a unos individuos que constituyen la F_2 y que presentan en su fenotipo, unos el carácter liso, y otros el rugoso, en la siguiente proporción:

75 por 100: carácter liso.

25 por 100: carácter rugoso.

Estos resultados tienen su explicación en que en la gametogénesis de los individuos de la F_1 ha habido una separación o *disyunción* de los alelos L y l , de forma que la mitad de los gametos poseen el factor L y la otra mitad el l . Al unirse los gametos, en la fecundación, existen las siguientes posibilidades:

- que un gameto con L se una a otro con L
- que un gameto con L se una a otro con l
- que un gameto con l se una a otro con L
- que un gameto con l se una a otro con l .



Los factores L y l que aparecían unidos en la F_1 se separan en los gametos, y de ahí que aparezcan en la F_2 unos individuos con semilla lisa y otros con rugosa, según las cuatro posibilidades de unión que se pueden dar. Genotípicamente, todos los individuos que exhiben el carácter rugoso son homocigóticos ll , por ser éste un carácter recesivo. De los individuos con semilla lisa, unos son homocigóticos LL y otros heterocigóticos Ll .

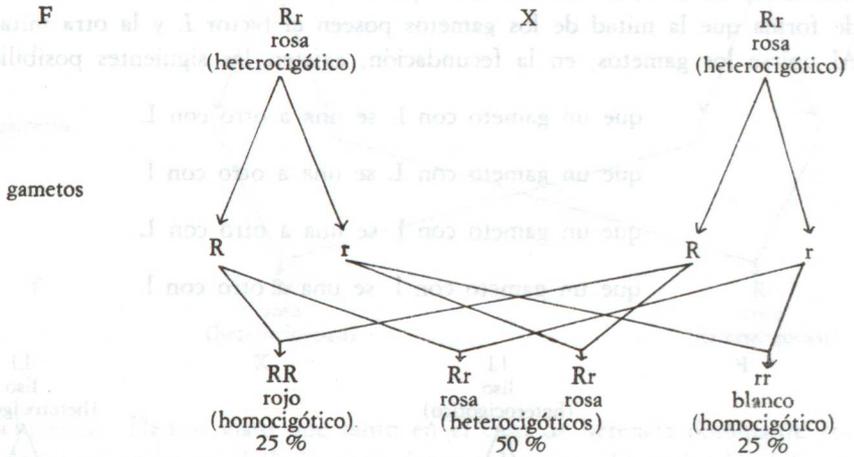
b) Aplicando el mismo razonamiento al caso de los dondiegos y teniendo en cuenta que se trata de una herencia intermedia, se llegará a los siguientes resultados para los individuos de la F_2 :

25 por 100 de dondiegos serán de flores rojas: RR

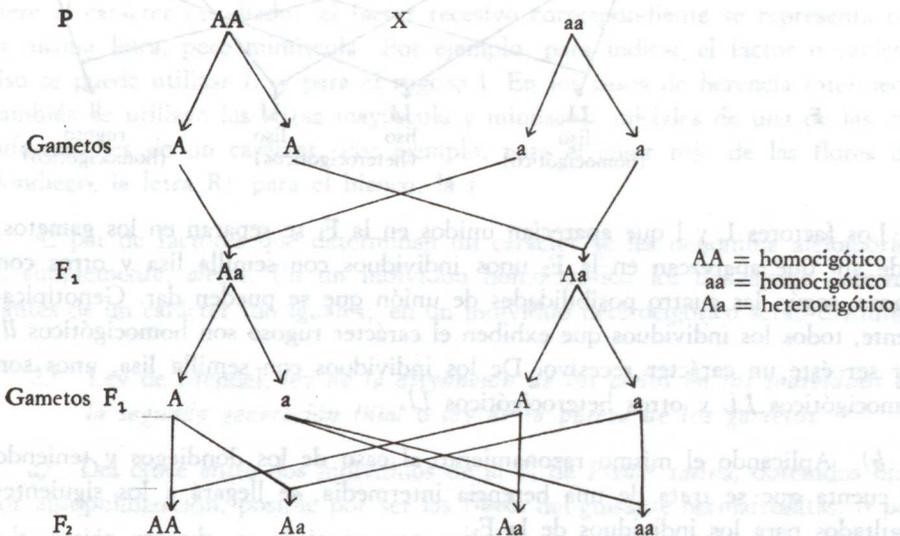
50 por 100 de dondiegos serán de flores rosas: Rr

25 por 100 de dondiegos serán de flores blancas: rr

con arreglo al siguiente esquema:



Las 1.ª y 2.ª leyes de Mendel pueden expresarse mediante el siguiente esquema, válido para cualquier caso:



ya que el mecanismo de transmisión de los genes es el mismo para la herencia dominante y para la intermedia. La única diferencia estriba en la realización de los genes, es decir, en el fenotipo.

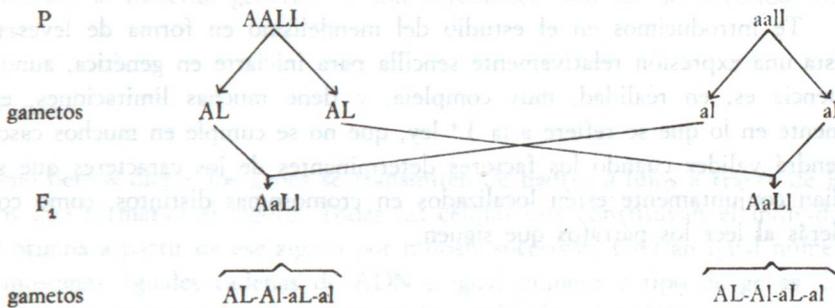
3.º Ley de Mendel, *ley de la independencia de los caracteres.*

Mendel, al estudiar cómo se transmitían hereditariamente dos o más caracteres, dedujo que éstos lo hacían independientemente unos de otros. Para entender la 3.º ley vamos a referirnos a un caso concreto, fijándonos en dos caracteres. Como generación parental P tomamos dos variedades, razas puras para los dos caracteres estudiados, de guisante: una con semillas amarillas y de superficie lisa, AA LL, y la otra con semillas verdes y de superficie rugosa, aa ll.

Del cruce de estas dos variedades se obtiene una F₁ uniforme genotípica y fenotípicamente (1.º ley), con semillas de color amarillo y superficie lisa, Aa Ll, porque el carácter amarillo, al igual que el liso, es dominante. Estos individuos de la F₁ son dihíbridos, doblemente heterocigóticos.

Al formarse los gametos en los individuos de la F₁ se operará la disyunción (2.º ley), apareciendo distintos tipos de gametos con un alelo de cada carácter estudiado:

- una cuarta parte de los gametos con AL
- una cuarta parte de los gametos con Al
- una cuarta parte de los gametos con aL
- una cuarta parte de los gametos con al



Considerando que cada uno de los gametos masculinos puede unirse con cualquiera de los femeninos, las posibilidades de combinación serán 16, tal como resumimos en el siguiente cuadro:

gametos → ↓	AL	Al	aL	al
AL	AALL	AALl	AaLL	AaLl
Al	AALl	AAll	AaLl	Aaall
aL	AaLL	AaLl	aaLL	aaLl
al	AaLl	Aaall	aaLl	aaall

Fecundaciones posibles entre los gametos de la F_1 para obtener la F_2

De estas 16 posibles combinaciones cigóticas se desarrollan plantas que constituyen la F_2 , con cuatro fenotipos distintos, según unas proporciones:

9 de cada 16: amarillo liso

3 de cada 16: amarillo rugoso

3 de cada 16: verde liso

1 de cada 16: verde rugoso

Observando el cuadro verás que sólo los genotipos que aparecen en la diagonal principal son homocigóticos para los dos caracteres estudiados; los demás son heterocigóticos, al menos para uno de los caracteres.

Te introducimos en el estudio del mendelismo en forma de leyes por ser ésta una expresión relativamente sencilla para iniciarte en genética, aunque esta ciencia es, en realidad, muy compleja, y tiene muchas limitaciones, especialmente en lo que se refiere a la 3.ª ley, que no se cumple en muchos casos. Sólo tendrá validez cuando los factores determinantes de los caracteres que se estudian conjuntamente estén localizados en cromosomas distintos, como comprenderás al leer los párrafos que siguen.

BASE CITOLÓGICA DE LA HERENCIA

Una comprensión completa de los mecanismos de la herencia sólo se logra después de un conocimiento citológico y bioquímico de los mismos. Mendel, en sus trabajos, habla de factores y caracteres, pero la naturaleza y localización de estos factores han sido descubiertos posteriormente.

A estos factores se les denomina *genes* y se sabe que, estando localizados en los cromosomas, son fracciones de ADN. En cada cromosoma se localiza una serie muy numerosa de genes, puesto que el número de caracteres y, por tanto, de genes que definen a un individuo es de millones, y, en cambio, el número de cromosomas de las células de ese individuo es muy limitado. Así, por ejemplo, todos los caracteres hereditarios del *Pisum sativa* han de estar representados por los correspondientes genes en los cromosomas de las células, y el número de cromosomas de todas las células del mencionado guisante, exceptuando los gametos, es de 14. Los gametos tienen 7 cromosomas.

Los dos alelos que definen un carácter ocupan el mismo lugar en cromosomas homólogos. Por ejemplo, en el caso estudiado del guisante, si el genotipo de un individuo de la F_1 es Ll , un alelo L estará localizado en un cromosoma, y el l en el cromosoma homólogo. Al verificarse la gametogénesis en los individuos de la F_1 al separarse en la *meiosis* los cromosomas homólogos, también lo harán los alelos L y l que aparecerán en gametos diferentes.

Teniendo en cuenta que los padres aportan únicamente los gametos para la formación de los hijos, el proceso reproductor implica la transferencia obligada de una información biológica que estará localizada en los gametos que formarán el cigoto (así, y como ya habíamos dicho al estudiar la célula, en el núcleo de los gametos y del cigoto, no solamente radica el control de la actividad celular, sino también el depósito de los factores hereditarios, precisamente en los cromosomas, en su ADN). El cigoto reunirá las «instrucciones» para que en el curso de su desarrollo embrionario pueda realizar las características de la especie y el parecido de sus progenitores. No obstante, en esta realización según el material heredado existen variaciones. Unas variaciones son debidas a factores ambientales como temperatura, luz, alimentación, etc., y no son heredables; otras afectan al material genético, y son heredables, son las denominadas mutaciones.

MUTACIONES

Como hemos dicho, los genes se transmiten de padres a hijos a través de los gametos que formarán el cigoto. Todas las células que constituyan el individuo que se origina a partir de ese cigoto por mitosis sucesivas, tendrán igual número de cromosomas, iguales cadenas de ADN e igual número y tipo de genes. Sin embargo, a veces aparecen «errores» en las moléculas de ADN o en los cromosomas, que hacen que el genotipo se modifique y, en consecuencia, también el fenotipo. Estas alteraciones bruscas que se mantienen en las generaciones siguientes se denominan *mutaciones*. Las mutaciones son, pues, cambios bruscos del fenotipo, que son heredables porque obedecen a una modificación en el genotipo.

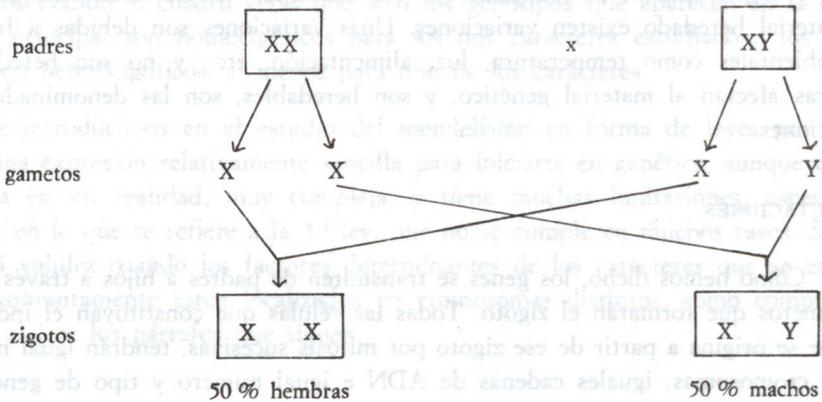
El estudio de las mutaciones es interesante como base para comprender el fenómeno de la evolución.

DETERMINISMO DEL SEXO

En la dotación cromosómica de una especie diploide ($2n$) existen, como ya sabes, n parejas de cromosomas homólogos. Pues bien, se ha visto que una de estas parejas de cromosomas es distinta, según se trate de individuos de sexo masculino o del femenino. Esta pareja de cromosomas, denominados *heterocromosomas* o cromosomas sexuales y que se suelen representar por X e Y, es la determinante del sexo del individuo. El resto de los cromosomas se denominan *autosomas*.

En un gran número de especies animales, entre las que se incluye el hombre, la pareja de cromosomas sexuales en las hembras está constituida por dos cromosomas iguales: XX; en los machos, en cambio, los dos cromosomas sexuales difieren en forma y tamaño: XY, siendo el X igual al de las hembras. Así, por ejemplo, en la especie humana la mujer posee en sus células 22 parejas de autosomas, y la pareja de heterocromosomas XX, y en las células del hombre se encuentran también 22 parejas de autosomas y la pareja de heterocromosomas XY.

El sexo de un individuo tiene carácter hereditario por depender, como hemos dicho, de los heterocromosomas que contiene en sus células. El mecanismo de la herencia en el sistema XX - XY mencionado, se puede representar mediante el siguiente esquema:



Como podemos apreciar, el 50 por 100 de los cigotos son, en teoría, determinantes de hembras y el otro 50 por 100 de machos.

Fíjate cómo la hembra sólo puede formar gametos con cromosomas X y, en cambio, el macho puede formar tantos espermatozoides con X como con Y.

El verdadero determinante del sexo será el gameto masculino, ya que según lleve cromosoma X o cromosoma Y dará lugar, al unirse con un gameto femenino, a una hembra (XX) o a un macho (XY).

HERENCIA LIGADA AL SEXO

Los cromosomas sexuales X e Y, además de ser los determinantes del sexo, son portadores de una serie de genes que pasarán a los hijos. Los caracteres que dependen de estos genes se transmitirán a la descendencia con arreglo a los mecanismos de la herencia del sexo. Así, los caracteres cuyos genes estén en el cromosoma Y aparecerán únicamente en los machos. Por otra parte, los caracteres cuyos genes radiquen en el cromosoma X aparecerán también en los machos, mientras que en las hembras su manifestación dependerá de si son dominantes o recesivos.

LA HERENCIA EN LA ESPECIE HUMANA

Desde el descubrimiento de las leyes de Mendel han sido numerosas las investigaciones llevadas a cabo para poder deducir cómo se transmiten los caracteres de generación en generación, tanto en plantas como en animales. En ambos casos la aplicación de los principios de Mendel ha supuesto una ayuda positiva para la mejora de las razas por medio de una selección artificial.

A través de los estudios realizados en el comportamiento de los caracteres heredables en el hombre —ya que en este caso no se pueden hacer experiencias directas— se ha llegado a la conclusión de que no solamente tienen carácter hereditario los rasgos morfológicos, como el color del pelo, de los ojos, de la piel, etcétera, sino también otros tales como caracteres psíquicos, grupos sanguíneos, ciertas enfermedades, deformaciones, etc.

Como en el caso de los animales y vegetales, algunos de los caracteres heredables en el hombre son dominantes, otros son recesivos y algunos intermedios.

Citaremos algunos de ellos.

Caracteres intrascendentes:

<i>Dominantes</i>	<i>recesivos</i>
— cabello oscuro	rubio
— cabello rizado	liso

- ojos oscuros claros
- ojos grandes pequeños
- ojos oblicuos no oblicuos
- piel oscura clara
- piel con pigmentación homogénea lunares
- orificios nasales anchos estrechos
- pestañas largas cortas
- labios gruesos finos

Caracteres patológicos y anomalías:

- | <i>Dominantes</i> | <i>recesivos</i> |
|---|--------------------|
| — miopía | visión normal |
| — visión normal para los colores | daltonismo |
| — polidactilia (más de 5 dedos) | núm. normal |
| — sindactilia (dedos unidos) | normales |
| — pigmentación normal | albinismo |
| — jaqueca | normal |
| — oído normal | sordomudez |
| — normal | epilepsia |
| — hipertensión | normal |
| — diabetes hereditaria | normal |
| — normal | deficiencia mental |
| — normal | hemofilia |

Entre los caracteres mencionados figuran algunos, como la hemofilia y el daltonismo, ligados al sexo, por estar sus genes localizados en el cromosoma X.

Los grupos sanguíneos merecen mención especial, pues su transmisión reviste ciertas particularidades.

Existen 4 grupos sanguíneos fundamentales en el hombre:

- grupo A, cuyo genotipo es AA o AO;
- grupo B, cuyo genotipo es BB o BO;
- grupo AB, cuyo genotipo es AB;
- grupo O, cuyo genotipo es OO.

Los alelos A y B son dominantes respecto al O; por tanto, los individuos del grupo O son necesariamente homocigóticos. En cambio, los de los grupos A y B pueden ser homocigóticos AA y BB o heterocigóticos AO y BO, respectivamente.

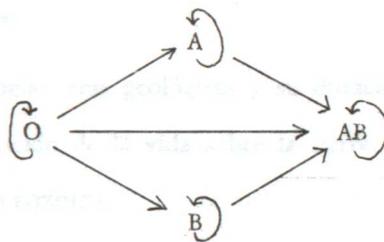
Los del grupo AB son necesariamente heterocigóticos.

A título de curiosidad, te indicamos —ya que su explicación se sale de este tema— las limitaciones que se tienen en cuenta en la donación-recepción de sangre entre los individuos:

- los del grupo A pueden recibir del A y del O;
- los del grupo B pueden recibir del B y del O;
- los del grupo AB pueden recibir del A, B, AB y O;
- los del grupo O pueden recibir del O.

Los del grupo O son *donantes universales*.

Los del grupo AB son *receptores universales*.



Esquema de la donación posible siguiendo la dirección que marcan las flechas.

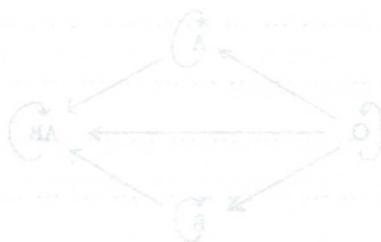
ACTIVIDADES

1) Define por escrito los siguientes términos usuales en genética:

- Alelos.

- Genotipo.
- Homocigótico.
- Heterocromosomas.
- F_2 .

- 2) Un hombre y una mujer, ambos de pelo oscuro, tuvieron un hijo de pelo rubio. ¿Qué genotipo tienen los padres y el hijo?
- 3) Un matrimonio tuvo cuatro hijos, de los cuales tres tenían visión normal y uno miope. Sabiendo que los padres tenían visión normal, deducir el genotipo de:
 - a) De los padres.
 - b) De los hijos.



LA HISTORIA DE LA VIDA PALEONTOLOGÍA

INTRODUCCION

En este tema trataremos de conocer la historia de la vida. Desde la aparición de las primeras formas vivientes en la Tierra hasta nuestros días ha tenido lugar una *evolución* progresiva tanto en la flora como en la fauna. Para conocer la evolución que han sufrido las plantas y los animales se dispone de restos y otros testimonios que éstos han dejado en los *estratos*. Los restos de los seres vivos que quedaron en dichos estratos se denominan *fósiles*, y la ciencia que se ocupa de su estudio, **PALEONTOLOGÍA**.

GUIÓN PARA EL ESTUDIO DE ESTE TEMA:

- Concepto de fósil y fosilización. Moldes.
- Valor científico de los fósiles.
- Fósiles característicos.

El tiempo en Geología: eras geológicas y su duración.

- ERA ARCAICA: Aparición de la vida sobre la tierra.
- ERA PRIMARIA O PALEOZOICA.

Períodos que comprende:

- Cámbrico.
- Ordovícico.
- Silúrico.
- Devónico.

— Carbonífero.

— Pérmico.

Paleogeografía: Continentes Noratlántico, Chinosiberiano y Gondwana.

La vida en el mar y la conquista del medio aéreo.

Estudio especial de la vegetación del carbonífero.

Los primeros vertebrados.

Fósiles característicos.

— ERA SECUNDARIA O MESOZOICA.

Períodos que comprende:

— Triásico.

— Jurásico.

— Cretácico.

Paleogeografía.

La vida en el mar: desarrollo de los cefalópodos.

La flora del mesozoico.

Aparición de aves y mamíferos.

Fósiles característicos.

— ERA TERCIARIA O CENOZOICA.

Períodos que comprende:

— Paleógeno (eoceno, oligoceno).

— Neógeno (mioceno, plioceno).

Paleogeografía:

La vida en el mar.

Los mamíferos y las aves del terciario.

Fósiles característicos.

— ERA CUATERNARIA O NEOZOICA.

Períodos que comprende:

— Pleistoceno (época glacial).

— Holoceno (época actual).

Las glaciaciones y su influencia en la flora y fauna.

Fósiles característicos.

ACTIVIDADES

- 1) Sería muy interesante que observaras fósiles naturales o modelos y que llegaras a diferenciarlos.
- 2) Compara los rasgos de los fósiles que hayas observado con los animales actuales que has estudiado en Zoología.
- 3) Confecciona un cuadro donde resumas las eras geológicas con sus períodos y fósiles característicos.

TEMA 17

LA EVOLUCION. EL ORIGEN DEL HOMBRE.

INTRODUCCION

En temas anteriores nos hemos referido ya a la evolución. Es un hecho generalmente admitido que los seres vivos descienden de otros anteriores mediante cambios anatómicos y fisiológicos. La naturaleza y los mecanismos por los cuales se han producido estos cambios son objeto de distintos criterios e hipótesis. La especie humana, como los demás seres vivos existentes en la actualidad, habrá tenido también un origen evolutivo.

Este tema versará sobre la evolución como fenómeno general y sobre la aparición del hombre en la Tierra.

GUIÓN PARA EL ESTUDIO DE ESTE TEMA

A) EVOLUCIÓN.—La evolución como hecho biológico:

Pruebas paleontológicas.

Pruebas biológicas.

Mecanismos de la evolución.

Adaptación: teoría de Lamarck.

Selección natural: teoría de Darwin.

Mutaciones: teoría neodarwinista.

B) EL ORIGEN DEL HOMBRE:

Primates del terciario (Eoceno): sus caracteres.

Diversificación de los primates del terciario: Homínidos.

Australopitecus y Pitecantropus.

Homo sapiens.

Estudia este tema por tu libro de texto limitándote a las cuestiones que plantea el guión.

Teniendo en cuenta la proximidad de las pruebas finales, hemos tratado de resumirte al máximo los últimos temas de este documento con objeto de que adquieras de ellos unas nociones generales.

Si posteriormente a las pruebas dispones de tiempo, te aconsejamos amplíes estos temas por lo que tienen de interés para tu formación cultural.

INTRODUCCION

Los temas anteriores nos habían referido ya a la evolución. Es un hecho por naturaleza evidente que los seres vivos obedecen de otros animales mediante los cambios anatómicos y fisiológicos. Las estadísticas y los mecanismos por los cuales se han producido estos cambios son objeto de distintos criterios e hipótesis. La especie humana, como los demás seres vivos existentes en la actualidad, habrá estado también su origen evolutivo.

Este tema versará sobre la evolución como fenómeno general y sobre la evolución del hombre en la Tierra.

TEMAS PARA EL EXAMEN DE ESTE TEMA

A) EVOLUCION—La evolución como hecho biológico.

Pruebas paleontológicas.

Pruebas biológicas.

Mecanismos de la evolución.

Adaptación: teoría de Lamarck.

Selección natural: teoría de Darwin.

Mutacionismo: teoría neodarwinista.

B) EL ORIGEN DEL HOMBRE.

Pruebas del racismo (Esores): sus caracteres.

Diversificación de los primates del territorio: Hominoides.

Antropoides y Puroctenopus.

Soluciones a las actividades recomendadas

TEMA 1

1.º Por geometría debes conocer las fórmulas necesarias para calcular la superficie ($S = 4\pi r^2$) y el volumen ($v = 4/3\pi r^3$). Aplícalas y obtendrás la solución correcta.

Densidad = masa/volumen. Aplicando los datos que posees a esta fórmula obtendrás el resultado buscado.

2.º Con el valor de la superficie total que has hallado no tienes más que multiplicarlo por 1/4.

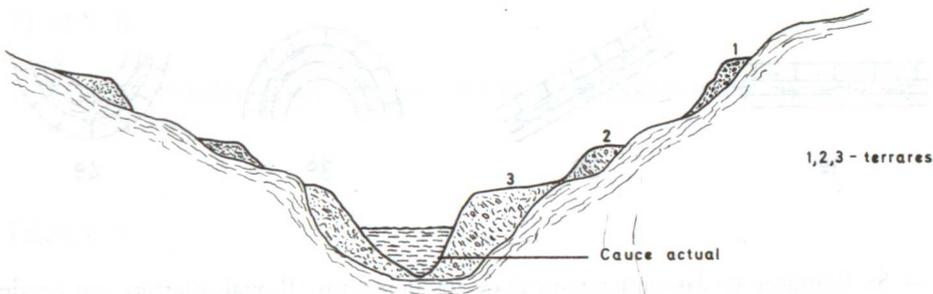
TEMA 2

— Como ya te indicábamos, debes comprobar con el libro los resultados que has obtenido.

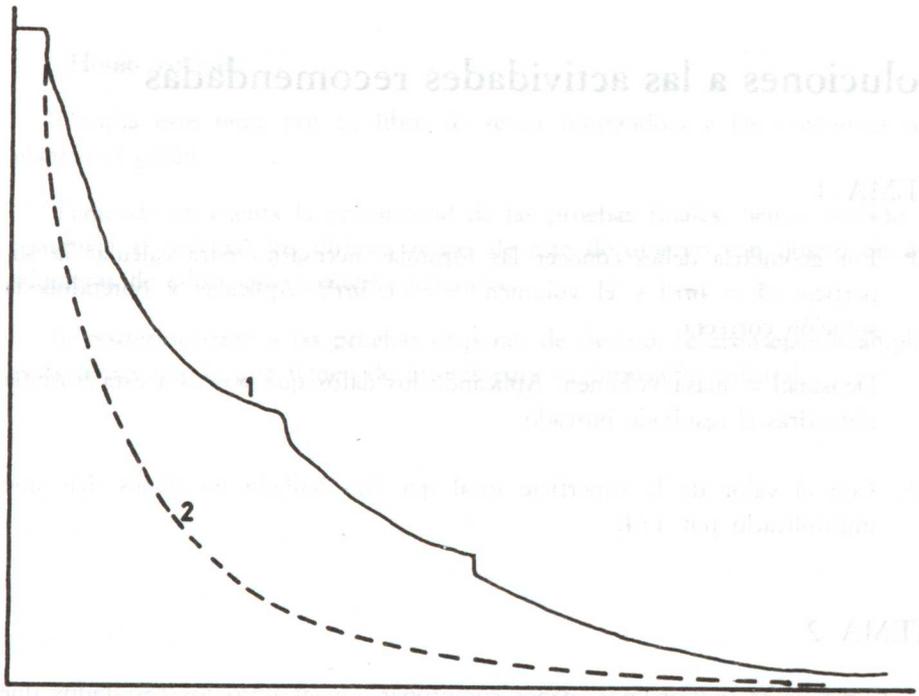
— Con respecto a la actividad propuesta al final del tema, de identificación de minerales, te sugerimos que compares tus muestras con las de la colección del centro al que estás adscrito.

TEMA 3-A

— Las dunas pueden fijarse mediante empalizadas o plantaciones que impidan su avance.



— Perfil transversal de un río y su evolución.



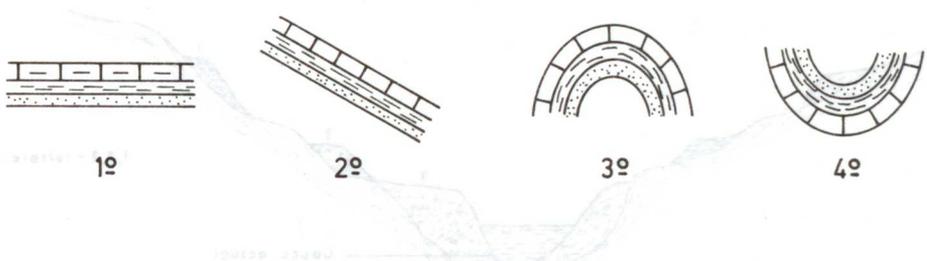
— Perfil longitudinal de un río y su evolución.

(1, perfil longitudinal; 2, perfil de equilibrio).

TEMA 3-B

— Compara las observaciones que has escrito con los datos de tu libro.

TEMA 4-A



— Sí, fijándote en las características de los depósitos (fluvial, marino, etc.) y de los fósiles, si los contienen.

- Una falla inversa con el plano casi horizontal, dándose el caso de que los estratos más antiguos descansan sobre los más modernos (cabalgamiento).
- La distribución geográfica de sismos y volcanes a escala universal la puedes encontrar esquematizada en el libro. En cuanto a España, son zonas de sismicidad media el valle del Guadalquivir, la Bética, valle del Ebro, zona costera catalana y Canarias.
- Las actividades de la página 39 las puedes confrontar con tu libro de texto.

TEMAS 5 y 6

- No podemos facilitarte soluciones a las actividades de estos temas porque son particulares para cada alumno, según la región donde vive.

TEMA 7

- 1.º Consiste en dos palabras, la primera con mayúscula, que indica el género, y la segunda con minúscula, que indica la especie. A esta nomenclatura se la denomina binomial. Por ejemplo, el nombre científico del perro es *Canis familiaris*.
- 2.º Perteneció al mismo reino, tronco, subtronco, clase, orden, familia y género. Es de distinta especie.
- 3.º Carlos Linneo fue un gran botánico, nació en Suecia en 1707 y vivió casi todo el siglo XVIII. Fue el primer científico que publicó una clasificación natural de los vegetales.

TEMA 8

- Estas actividades tienen carácter muy local, no podemos por lo tanto darte el resultado.

TEMA 9

- 1.º a) monógamas,
b) polígamas.

2.^a endoparásitos: b, c, d y g,
ectoparásitos: los restantes.

3.^a Asociación simbiótica.

Simbiosis es una asociación de dos seres con beneficio mutuo. Parasitismo, en cambio, es una asociación de dos seres donde uno se beneficia y el otro sale perjudicado.

4.^a En que responden a las características de una colonia, es decir, con división del trabajo fisiológico entre los individuos componentes de la misma.

TEMA 10

1. En el libro tienes varias ilustraciones con este ciclo.

2. a) sí; b) sí; c) sí; d) no; e) sí.

3. Porque la transporta desde los lugares de origen a los de consumo.

TEMA 11

1.
— en d).

2.
— b) con a').

— a) con b').

— d) con c').

— e) con d').

— c) con e').

3.
— c).

4.
— a) ácido desoxirribonucleico.

- b) ácido ribonucleico.
- c) adenosín-trifosfato.
- d) adenosín-difosfato.

5.

— c).

6.

— b).

7.

— d).

8.

— c).

9.

— a) 23. — b) 23. — c) 46. — d) 46.

TEMA 12-B

1. Las lampreas.

- a) por carecer de mandíbulas,
- b) no,
- c) dos, una aurícula y un ventrículo.

2. *Tiburón:*

- esqueleto cartilaginoso,
- dentículos dérmicos,
- hendiduras branquiales,
- cola heterocerca,
- boca inferior.

Sardina:

- esqueleto óseo,
- escamas dérmicas,
- opérculo que protege las branquias.
- cola homocerca,
- boca terminal,
- línea lateral,
- vejiga natatoria.

3.
 - a) los anfibios,
 - b) por branquias,
 - c) desnuda con glándulas mucosas,
 - d) extremidad tipo mano. Tienes un dibujo en el libro,
 - e) serie de cambios que experimentan durante el crecimiento, desde el estado larvario al adulto,
 - f) urodelos y anuros, respectivamente.
4.
 - a) amnios y alantoides,
 - b) ovíparos,
 - c) de nutrir el embrión,
 - d) lagartija, serpiente, tortuga y cocodrilo.
5.
 - a) compruébalo en el libro,
 - b) sí,
 - c) huesos pneumáticos, sacos aéreos pulmonares, musculatura pectoral fuerte.
6.
 - a) que el desarrollo embrionario tiene lugar en el interior del cuerpo de la madre,
 - b) de comunicar el embrión con la madre,
 - c) cerebro, cerebelo y bulbo raquídeo,
 - d) tabique muscular que separa el tórax del abdomen,
 - e) por sus características anatómicas, por su modo de reproducción, por sus extremidades, locomoción, dentición y otros rasgos evolutivos.

TEMA 13—B

1. Colocando un trozo de pan húmedo dentro de un recipiente (un vaso, por ejemplo) y dejándolo cubierto durante unos días en un lugar oscuro no demasiado frío.

2. Esta actividad no tiene una respuesta concreta, ya que depende del tipo de planta que hayas arrancado.

3. a) Tubérculo.

b) Bulbo.

c) Fruto en baya.

d) Tipo de fruto carnoso. Ejemplo: melocotón, cereza.

e) Cada una de las futuras primeras hojas que constituyen el embrión de la fanerógama. El o los cotiledones proporcionan el alimento necesario para la germinación de la semilla.

f) Raíz napiforme.

4, 5, 6. Estas actividades son experiencias a analizar por ti mismo.

Consulta el libro en caso necesario.

TEMA 14

1. Es un microorganismo, y como tal, únicamente visible con ayuda del microscopio.

2. a) por la bacteria *bacilo de Koch*;

b) por el *virus de la polio*;

c) por *hongos*;

d) por la *Entamoeba coli*.

3. Porque al romperse la barrera defensiva que es la piel, queda abierta una puerta de entrada a los gérmenes patógenos.

4. Las bacterias se pueden cultivar en el laboratorio en medios nutritivos. Los virus, en cambio, solamente se pueden cultivar en el interior de células vivas (embriones de pollo, tejidos vivos, etc.).

TEMA 15

1. Lo puedes comprobar tú mismo consultando el texto y el documento III.

2. Padres Aa-Aa.

Hijo aa.

3. a) Aa - Aa.

b) AA, Aa, Aa - miope.

aa - visión normal.

TEMA 16

Los resultados de actividades de este tema (1, 2 y 3) deberás comprobarlas tú mismo con la ayuda del libro de texto.



Ministerio de Educación y Ciencia
Servicio de Publicaciones