

ÁREA I



# Biología

## I

3er. Semestre



Preparatoria Núm. 15

QH315  
B53  
v. 1

ÁR

•

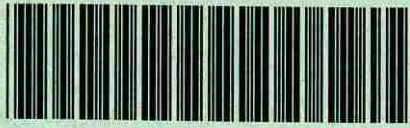
BIOLOGÍA

I

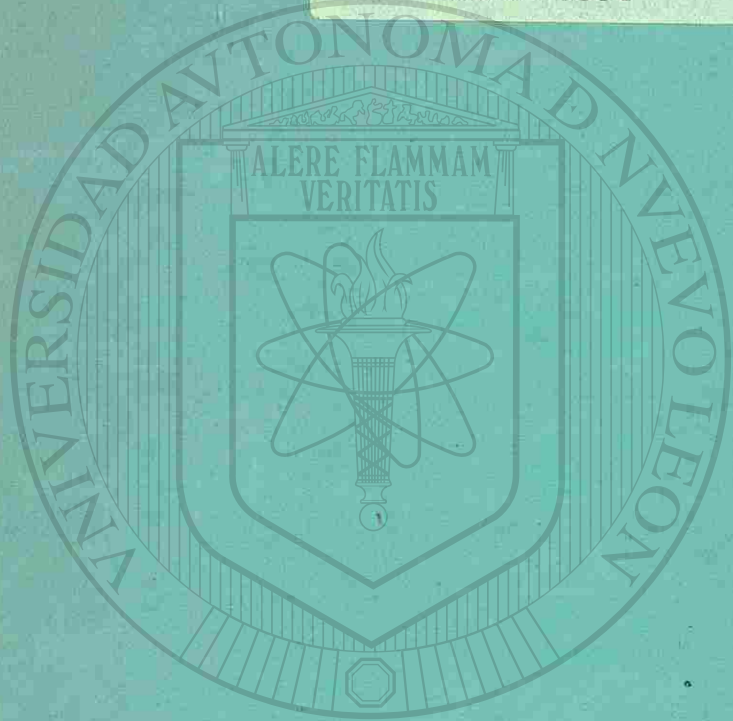
•

3er. Semestre

0112-97060



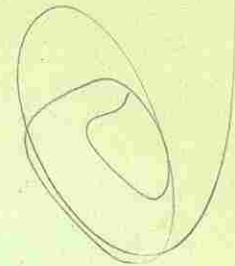
1020115334



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

god

God



Reynol

Reynol

Reynol

Reynol

Reynol

Reynol

Reynol

Reynol

Reynol

Reynol

00051

2500

x 10

250000

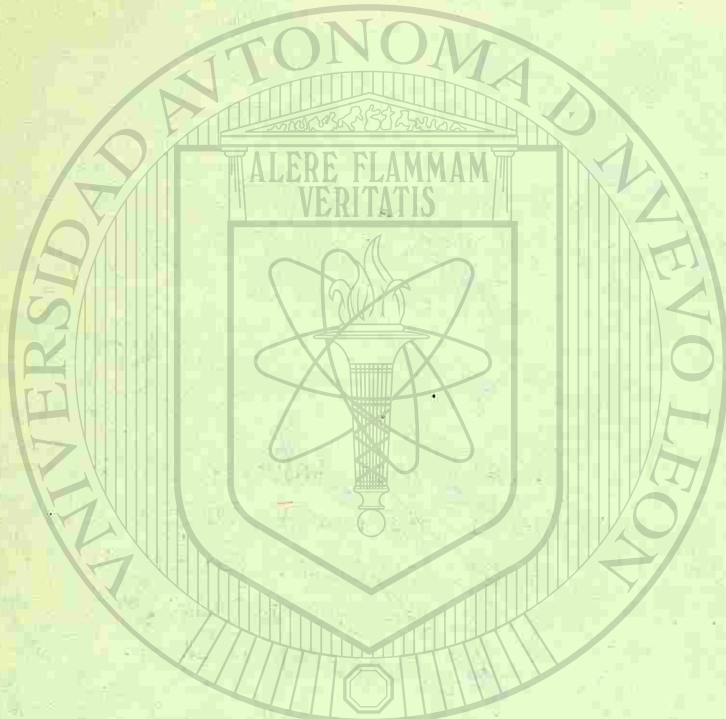
25

x 100

2500



51640  
520  
1.6



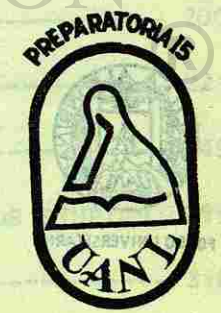
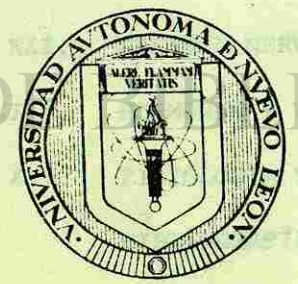
BIOLOGÍA I. CONTENIDO.

1.	LOS SERES VIVOS	COORDINADORES:	
2.	LOS SERES VIVOS		
3.	EL MEDIO AMBIENTE		
4.	LA VIDA		
5.	LA VIDA		
6.	LA VIDA		
7.	LA VIDA		
8.	LA VIDA		
9.	LA VIDA		
10.	LA VIDA		
11.	LA VIDA		
12.	LA VIDA		
13.	LA VIDA		
14.	LA VIDA		
15.	LA VIDA		
16.	LA VIDA		
17.	LA VIDA		
18.	LA VIDA		
19.	LA VIDA		
20.	LA VIDA		

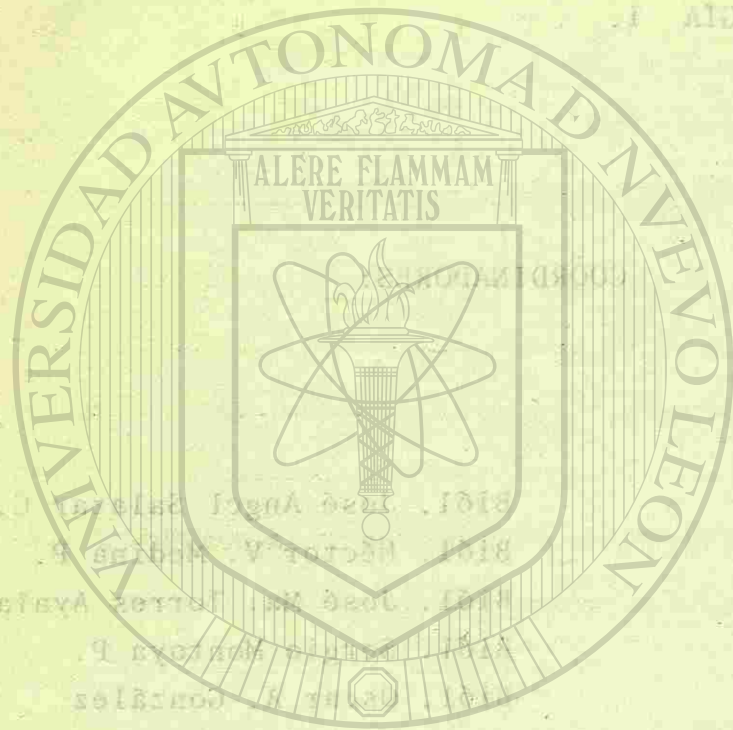
- Biól. José Angel Salazar G.
- Biól. Héctor V. Medina P.
- Biól. José Ma. Torres Ayala
- Biól. Sergio Montoya P.
- Biól. Oscar A. González

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



QH 315  
B53  
V.1



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

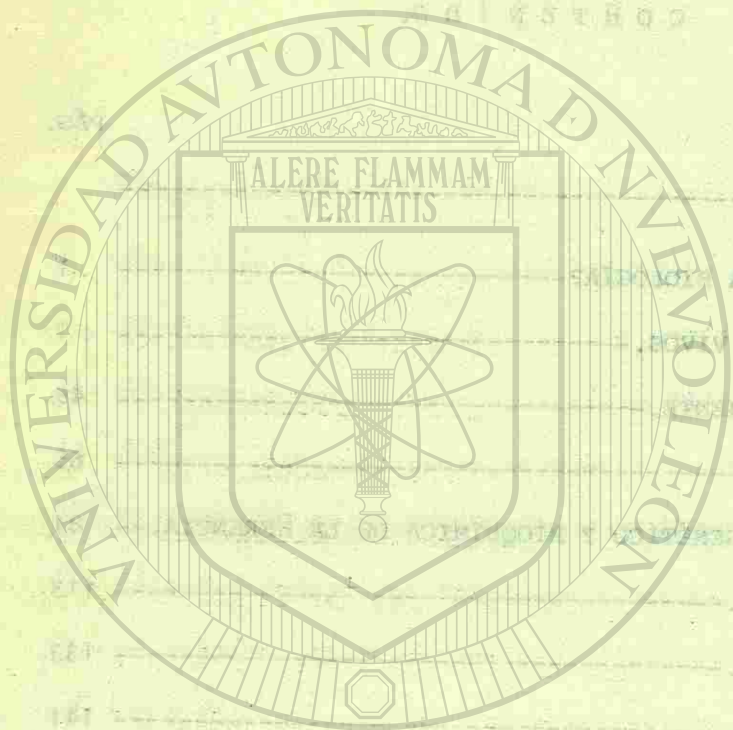


DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



CONTENIDO.

	PÁG.
PRÓLOGO.-----	
CAP.	
I. ¿QUÉ ES LA BIOLOGÍA?-----	1
II. LOS SERES VIVOS.-----	7
III. MEDIO AMBIENTE.-----	49
IV. ENERGÍA.-----	65
V. MATERIAL GENÉTICO Y BIOQUÍMICA DE LA HERENCIA.--	81
VI. EVOLUCIÓN.-----	113
VII. TAXONOMÍA.-----	133
VIII. LOS VIRUS.-----	141
IX. REINOS MONERA Y PROTISTA.-----	161
X. REINO PLANTAE.-----	175
XI. REINO ANIMALÍA.-----	200
XII. SISTEMA NERVIOSO.-----	221
XIII. HORMONAS Y VITAMINAS.-----	245
XIV. FISIOLÓGIA Y REPRODUCCIÓN DE ORGANISMOS SIMPLES.	279
BIBLIOGRAFÍA.-----	316



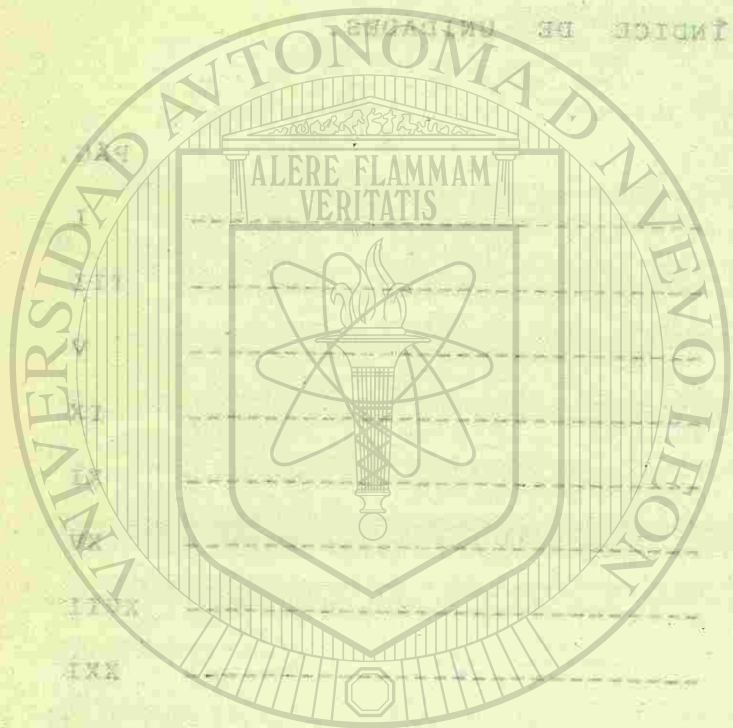
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

ÍNDICE DE UNIDADES.

	PÁG.
UNIDAD I. -----	I
UNIDAD II. -----	III
UNIDAD III. -----	V
UNIDAD IV. -----	IX
UNIDAD V. -----	XI
UNIDAD VI. -----	XV
UNIDAD VII. -----	XVII
UNIDAD VIII. -----	XXI

NOTA: Las unidades de la 9-15 las encontrarás en texto de Biología II de Ciencias Naturales. ®



INDICE DE UNIDADES

I	UNIDAD
II	UNIDAD
III	UNIDAD
IV	UNIDAD
V	UNIDAD
VI	UNIDAD
VII	UNIDAD
VIII	UNIDAD

# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

NOTA: Las unidades de la 3-5 se encuentran en el texto de la asignatura de Ciencias Naturales.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

3er. SEMESTRE.                      ÁREA I.                      UNIDAD I.

## ¿QUE ES LA BIOLOGÍA?

### INTRODUCCIÓN.

La biología es la ciencia que estudia la vida en todas sus formas. Para comprenderla es necesario establecer un método de trabajo e investigación que aclare y demuestre las formas del proceder de la vida en la naturaleza.

### OBJETIVOS.

- 1.- Definir qué es la biología.
- 2.- Explicar por qué es importante estudiar biología.
- 3.- Definir cuando menos diez ramas de la Biología.
- 4.- Describir y explicar la importancia del método científico.
- 5.- Explicar cada una de las propiedades de los seres vivos.

### PROCEDIMIENTO DE APRENDIZAJE.

- 1.- Esta unidad comprende el primer capítulo del presente libro y los primeros siete párrafos del capítulo II.
- 2.- Observa y estudia cuidadosamente cada dibujo, tabla o figura, pues son representaciones gráficas de un conocimiento.

3.- Tu maestro asesor y el coordinador saben las respuestas, pregúntales.

4.- Como autoevaluación contestarás lo que se te pregunta al final de cada párrafo del capítulo, la cual tendrás que mostrarla a tu maestro para que se te acredite; si no logras contestarla satisfactoriamente, deberás repasar de nuevo la unidad.

#### PRERREQUISITO.

Tendrás una sesión de práctica de laboratorio o de audiovisual como refuerzo a tus conocimientos teóricos a la que deberás asistir so pena de perder tu derecho a la evaluación semanal.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE

## CAPÍTULO I.

### ¿QUÉ ES LA BIOLOGÍA?

La biología, conceptuada como la ciencia de la vida, es de las ciencias más antiguas puesto que nació junto con el hombre cuando éste sólo podía sobrevivir en base a sus conocimientos del medio ambiente que les rodeaba. Posteriormente, ya seguro de su superioridad sobre los otros seres del planeta, el hombre establecido en sociedad comienza a desarrollar en otras ramas de la ciencia (física, química, etc.) y el arte. La ciencia que tiene una antigüedad de alrededor de 100 mil años toma cauces insospechados hasta hace unos 300 años iniciándose con Galileo. En este último período, descubrimiento tras invento nos colocó en situaciones de comodidad y ambición que casi nos hace olvidarnos de la biología y si no, al menos desdeñarla. Ahora, en la segunda mitad del siglo XX cuando el hombre ha puesto sus plantas en otros cuerpos celestes, empezamos a darnos cuenta de que algunos aspectos biológicos en este planeta se nos habían olvidado; factores tan importantes como son producir alimento suficiente para la humanidad, la explosión demográfica y la contaminación ambiental, factores que empañan y deslucen nuestra civilización y deterioran nuestra calidad de vida.

#### 1-1 CIENCIAS DE LA BIOLOGÍA.

Los nuevos descubrimientos y las nuevas técnicas para el estudio de la biología dan lugar a la ampliación de la definición de biología, a modo que si antes se definía como la ciencia que estudia los seres vivos, ahora la consideramos como la ciencia de la vida. Es difícil realmente definir la vida, las características de los seres vivos son más sencillas de explicar y éstas las estudiaremos en el capítulo 2.



3.- Tu maestro asesor y el coordinador saben las respuestas, pregúntales.

4.- Como autoevaluación contestarás lo que se te pregunta al final de cada párrafo del capítulo, la cual tendrás que mostrarla a tu maestro para que se te acredite; si no logras contestarla satisfactoriamente, deberás repasar de nuevo la unidad.

#### PRERREQUISITO.

Tendrás una sesión de práctica de laboratorio o de audiovisual como refuerzo a tus conocimientos teóricos a la que deberás asistir so pena de perder tu derecho a la evaluación semanal.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE

## CAPÍTULO I.

### ¿QUÉ ES LA BIOLOGÍA?

La biología, conceptuada como la ciencia de la vida, es de las ciencias más antiguas puesto que nació junto con el hombre cuando éste sólo podía sobrevivir en base a sus conocimientos del medio ambiente que les rodeaba. Posteriormente, ya seguro de su superioridad sobre los otros seres del planeta, el hombre establecido en sociedad comienza a desarrollar en otras ramas de la ciencia (física, química, etc.) y el arte. La ciencia que tiene una antigüedad de alrededor de 100 mil años toma cauces insospechados hasta hace unos 300 años iniciándose con Galileo. En este último período, descubrimiento tras invento nos colocó en situaciones de comodidad y ambición que casi nos hace olvidarnos de la biología y si no, al menos desdeñarla. Ahora, en la segunda mitad del siglo XX cuando el hombre ha puesto sus plantas en otros cuerpos celestes, empezamos a darnos cuenta de que algunos aspectos biológicos en este planeta se nos habían olvidado; factores tan importantes como son producir alimento suficiente para la humanidad, la explosión demográfica y la contaminación ambiental, factores que empañan y deslucen nuestra civilización y deterioran nuestra calidad de vida.

#### 1-1 CIENCIAS DE LA BIOLOGÍA.

Los nuevos descubrimientos y las nuevas técnicas para el estudio de la biología dan lugar a la ampliación de la definición de biología, a modo que si antes se definía como la ciencia que estudia los seres vivos, ahora la consideramos como la ciencia de la vida. Es difícil realmente definir la vida, las características de los seres vivos son más sencillas de explicar y éstas las estudiaremos en el capítulo 2.



Ornitología.



Entomología.



Parasitología.



Ictiología.

El crecimiento y desarrollo de esta ciencia imposibilita que una sola persona pueda ser erudita en toda su extensión, tampoco caben en un solo libro todos los conocimientos biológicos. Esto hace que casi todos los biólogos estén especializados en una rama de la biología; así tenemos *zoólogos* que estudian estructuras y funciones de todos los animales, *botánicos* que estudian lo referente a plantas. La *Zoología* y la *botánica* siguen siendo todavía muy amplias y de éstas se desglosan los *mastozólogos*, que trabajan con mamíferos, *ictiólogos*, con peces, *ornitólogos*, con aves, *micólogos* con hongos, etc. Otras ramas diferentes son la *Anatomía*, que se ocupa de la organización y estructura de los cuerpos, la *fisiología* de su funcionamiento, la *embriología* de su desarrollo, la *patología* de sus enfermedades; según la especialidad que se estudie se dividen en: *Anatomía Humana*, *Anatomía Animal* y *Anatomía Vegetal*; y así también puede ser con la fisiología y la embriología. Otras ramas importantes de la biología son: la *parasitología*, que estudia toda clase de parásitos, *Histología* las propiedades de los tejidos, *Citología* la estructura y función de las células vegetales y animales, la *Genética* estudia la transmisión de los caracteres de padres a hijos, la *Evolución* que investiga la historia de las especies y los mecanismos en que éstas se formaron, la *Taxonomía* que clasifica a las especies de acuerdo a su origen evolutivo y la relativamente nueva ciencia de la *Ecología* que estudia las relaciones recíprocas entre los seres vivos y su medio ambiente.

A continuación hacemos un ejercicio para comprender mejor el campo que abarca cada ciencia:

TRABAJO	CIENCIA
Alimentación de búhos y lechuzas.	_____
Los peces del río San Juan.....	_____
Las plagas de ratas que dañan las cosechas.....	_____
El efecto de diversos venenos en coyotes.....	_____



Mycología.



Mastozoología.

TRABAJO.

- Inseminación artificial del ganado vacuno.....
- Nuevas especies híbridas de maíz.....
- Insectos nocivos e insectos perjudiciales.....
- Cultivo de hongos comestibles.....
- Período de gestación del conejo y perro de la pradera.....
- Control de plagas por medio de parásitos.....

CIENCIA.

1-2 EL MÉTODO CIENTÍFICO.

Por principio todas las ciencias tratan de establecer leyes y teorías y no simples generalizadores, por tanto, una preocupación que data desde Galileo (1564-1642) es encontrar el método a seguir para la determinación de esas leyes o teorías que rigen los fenómenos de la naturaleza. De hecho el método científico establecido por Galileo es íntegramente el mismo que se utiliza en la actualidad; la diferencia es por tanto la cantidad de conocimientos de las épocas.

El método científico es realmente sencillo y podemos explicarlo en 4 fases o puntos, siendo la primera la *Observación*, debiendo ésta reforzarse con preguntas que deban ir resolviéndose en el transcurso del método. Con esto queda establecido que debemos tener la idea concreta de lo que queremos investigar para lo cual habrán de hacerse todas las observaciones posibles e intentar conocer todas las interrogantes posibles que tiendan a especificar el problema. El siguiente paso del método es fabricar o establecer una *Hipótesis* la cual intentará dar una solución o resultado temprano de la investigación. Le sigue a la hipótesis la *Experimentación*, la cual deberá ser con experimentos repetidos y testigos. Con los pasos anteriores se obtienen datos su-

ficientes que pueden ser comprobados por cualquier otro científico con idénticos resultados, y finalmente llegar a la declaración de una *Teoría o ley* valedera para el caso investigado.

Imagínate al hombre primitivo que utilizó el método científico para determinar que la lumbre quemaba.

¿Qué observó? \_\_\_\_\_

¿Qué se preguntó? \_\_\_\_\_

¿Cómo experimentó? \_\_\_\_\_

Ahora compáralo con el invento científico moderno que re cuerdes.

¿Qué diferencia existe? \_\_\_\_\_

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DIRECCIÓN GENERAL

3er. SEMESTRE.

ÁREA I.

UNIDAD II.

LOS SERES VIVOS.

#### INTRODUCCIÓN.

Las investigaciones del hombre a través del tiempo con la ayuda de microscopios y técnicas nuevas, han descubierto que la estructura básica de los organismos es la célula; entonces se preguntó: ¿cómo se reproduce? ¿cuáles son sus partes y componentes? ¿qué función tienen? ¿te has preguntado tú lo mismo alguna vez?

#### OBJETIVOS.

- 1.- Definir y describir el metabolismo.
- 2.- Enumerar y describir las principales investigaciones que aportaron nuevas técnicas y aparatos para el estudio de los organismos.
- 3.- Describir y explicar cada una de las estructuras celulares.
- 4.- Explicar la reproducción celular.
- 5.- Explicar las diferencias entre células vegetales y animales.
- 6.- Describir las moléculas de la vida.
- 7.- Definir, explicar y ejemplificar los carbohidratos y su importancia en los sistemas vivientes.
- 8.- Definir, describir y ejemplificar función, estructura e importancia de las proteínas.

9.- Definir y explicar los siguientes conceptos:

- |                     |                        |
|---------------------|------------------------|
| 1.- Anabolismo.     | 9.- Disacárido.        |
| 2.- Catabolismo.    | 10.- Aminoácidos.      |
| 3.- Lípido.         | 11.- Enlace peptídico. |
| 4.- Microtomo.      | 12.- Hemoglobina.      |
| 5.- Microbiología.  | 13.- Ácidos nucleicos. |
| 6.- Teoría celular. | 14.- Bioenergética.    |
| 7.- Carbohidrato.   | 15.- Turgencia.        |
| 8.- Monosacárido.   |                        |

PROCEDIMIENTO DE APRENDIZAJE.

- 1.- Para poder contestar los objetivos, deberás revisar desde el punto 2-8 hasta el final del presente capítulo.
- 2.- Observa y estudia cuidadosamente cada dibujo, tabla o figura pues son representaciones gráficas de un conocimiento.
- 3.- Tu maestro asesor y el coordinador saben las respuestas, pregúntales.
- 4.- Como autoevaluación resolverás lo que se te pregunta al final de cada punto del presente capítulo, la cual tendrás que mostrar a tu maestro para que se te acredite.

PRERREQUISITO.

Tendrás una sesión de prácticas de laboratorio o de audiovisual como refuerzo a los conocimientos teóricos a la que deberás asistir so pena de perder tu derecho a la evaluación semanal.

CAPÍTULO II

LOS SERES VIVOS

INTRODUCCIÓN:

Para diferenciar "algo" que posee vida de lo que carece de ello debemos considerar una serie de propiedades biológicas y químicas que nos marquen la cualidad buscada, alguna vez te has preguntado, ¿Cuántos objetos, entes, que se encuentran a tu alrededor tienen o tuvieron vida? ¿Cuántos no? Enlistalos, escríbelos y clasificalos, reúne a dos compañeros y discutan los razonamientos utilizados.

Las características de los seres vivos son:

Organización, metabolismo, movimiento, irritabilidad, crecimiento, reproducción y adaptación y que la línea que se para a los seres vivos de los no vivos es bastante tenue, y si llamamos a cosas como los virus seres vivos o no vivos es cuestión de definición. Los virus exhiben algunas de estas características, pero no todas. Aun los objetos no vivos pueden mostrar uno u otra de estas propiedades. Los cristales en soluciones saturadas pueden "crecer", un trocito de sodio metálico se desplaza rápidamente sobre la superficie del agua y una gota de aceite que flota sobre una mezcla de glicerol y alcohol puede emitir pseudópodos y desplazarse como una ameba.

2.1.- ORGANIZACIÓN ESPECÍFICA.

Cada tipo de organismo se identifica por su aspecto y forma características. Los adultos de cada especie tienen su propio tamaño, en tanto las cosas sin vida generalmente presentan formas y tamaños muy variables. Los seres vivos no son

9.- Definir y explicar los siguientes conceptos:

- |                     |                        |
|---------------------|------------------------|
| 1.- Anabolismo.     | 9.- Disacárido.        |
| 2.- Catabolismo.    | 10.- Aminoácidos.      |
| 3.- Lípido.         | 11.- Enlace peptídico. |
| 4.- Microtomo.      | 12.- Hemoglobina.      |
| 5.- Microbiología.  | 13.- Ácidos nucleicos. |
| 6.- Teoría celular. | 14.- Bioenergética.    |
| 7.- Carbohidrato.   | 15.- Turgencia.        |
| 8.- Monosacárido.   |                        |

PROCEDIMIENTO DE APRENDIZAJE.

- 1.- Para poder contestar los objetivos, deberás revisar desde el punto 2-8 hasta el final del presente capítulo.
- 2.- Observa y estudia cuidadosamente cada dibujo, tabla o figura pues son representaciones gráficas de un conocimiento.
- 3.- Tu maestro asesor y el coordinador saben las respuestas, pregúntales.
- 4.- Como autoevaluación resolverás lo que se te pregunta al final de cada punto del presente capítulo, la cual tendrás que mostrar a tu maestro para que se te acredite.

PRERREQUISITO.

Tendrás una sesión de prácticas de laboratorio o de audiovisual como refuerzo a los conocimientos teóricos a la que deberás asistir so pena de perder tu derecho a la evaluación semanal.

CAPÍTULO II

LOS SERES VIVOS

INTRODUCCIÓN:

Para diferenciar "algo" que posee vida de lo que carece de ello debemos considerar una serie de propiedades biológicas y químicas que nos marquen la cualidad buscada, alguna vez te has preguntado, ¿Cuántos objetos, entes, que se encuentran a tu alrededor tienen o tuvieron vida? ¿Cuántos no? Enlistalos, escríbelos y clasificalos, reúne a dos compañeros y discutan los razonamientos utilizados.

Las características de los seres vivos son:

Organización, metabolismo, movimiento, irritabilidad, crecimiento, reproducción y adaptación y que la línea que se para a los seres vivos de los no vivos es bastante tenue, y si llamamos a cosas como los virus seres vivos o no vivos es cuestión de definición. Los virus exhiben algunas de estas características, pero no todas. Aun los objetos no vivos pueden mostrar uno u otra de estas propiedades. Los cristales en soluciones saturadas pueden "crecer", un trocito de sodio metálico se desplaza rápidamente sobre la superficie del agua y una gota de aceite que flota sobre una mezcla de glicerol y alcohol puede emitir pseudópodos y desplazarse como una ameba.

2.1.- ORGANIZACIÓN ESPECÍFICA.

Cada tipo de organismo se identifica por su aspecto y forma características. Los adultos de cada especie tienen su propio tamaño, en tanto las cosas sin vida generalmente presentan formas y tamaños muy variables. Los seres vivos no son

homogéneos, sino formados por diferentes partes, cada una con funciones específicas; por ejemplo, se caracterizan por su organización específica compleja. La unidad estructural y funcional de vegetales y animales es la célula, fragmento de vida más sencillo que puede vivir con independencia. Los procesos de todo el organismo son la suma de las funciones coordinadas de sus células constitutivas. Estas unidades celulares varían considerablemente en tamaño, forma y función. Algunos de los animales y plantas más pequeños tienen cuerpos de una sola célula; el cuerpo de un hombre o un roble, en contraste está formado por incontables miles de millones de células unidas.

La célula misma tiene organización específica pues todas tienen tamaño y forma característicos, por los cuales pueden ser reconocidos. La célula posee membrana plasmática que aísla la sustancia viva del medio, y un núcleo, parte especializada de la célula, separada del resto por la membrana nuclear. Como veremos más adelante, el núcleo desempeña papel fundamental en la regulación de las actividades celulares. Los cuerpos de vegetales y animales superiores están organizados en formaciones de complejidad creciente; las células se disponen en tejidos, los tejidos en órganos y los órganos en sistemas.

## 2-2. METABOLISMO.

La suma de las actividades químicas de la célula que permiten su crecimiento, conservación y reparación, recibe el nombre de metabolismo. Todas las células cambian constantemente por adquisición de nuevas sustancias, a las que modifican químicamente por mecanismos diversos, por formación de materiales celulares nuevos y por transformación de la energía potencial representada por las grandes moléculas de carbohidratos, grasas y proteínas en energía cinética y calor, al desdoblarse estas sustancias en otras más sencillas. La corriente de energía sin fin que se produce dentro de una célula, de una célula a otra y de un organismo a otro es la esencia de la vida, uno de los atributos único y característico de los seres vivos. Algunas clases de células-bacterias, por ejemplo, tienen índices metabólicos muy altos. Otras clases, como las

semillas y las esporas, poseen un índice de metabolismo apenas perceptible. Aun en una especie o persona particular, los índices metabólicos pueden variar según factores como edad, sexo, salud general, cantidad de secreción endocrina y gestación. El estudio de las transformaciones de la energía en los organismos vivos se denomina bioenergética.

Los fenómenos metabólicos pueden ser anabólicos o catabólicos. El término anabolía designa las reacciones químicas que permiten cambiar sustancias sencillas para formar otras complejas, lo que significa almacenamiento de energía, y producción de nuevos materiales celulares y crecimiento. Catabolía quiere decir desdoblamiento de sustancias complejas, con liberación de energía y desgaste de materiales celulares. Ambos fenómenos ocurren continuamente y presentan relaciones mutuas muy complejas y difíciles de distinguir. Los compuestos complejos pueden ser desdoblados y sus componentes vueltos a combinar de otra manera, para formar sustancias diferentes. Las transformaciones mutuas de carbohidratos, proteínas y grasas, que en cada momento tienen lugar en las células humanas, son ejemplos de catabolía y anabolía. Puesto que casi todos los fenómenos anabólicos requieren energía deben acompañarse de ciertas reacciones catabólicas que suministren la necesaria para las reacciones de construcción de nuevas moléculas.

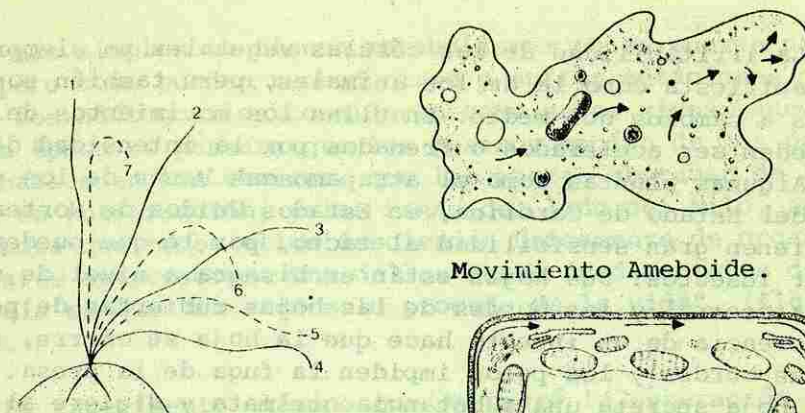
Se encuentran fases de anabolía y catabolía en el metabolismo de vegetales y animales. Sin embargo, los primeros (con ciertas excepciones) pueden producir sus propios compuestos orgánicos a partir de sustancias inorgánicas de suelo y aire; los animales, en cambio, deben alimentarse de plantas. Podemos decir simplemente que las células vegetales son mejores químicas que los animales.

### 2-3. MOVIMIENTO.

La tercera característica de los seres vivos es su posibilidad de desplazarse. El movimiento de muchos animales no requiere comentario, ondulan, reptan, nadan, corren o vuelan. El movimiento de los vegetales es mucho más lento, menos fácil de observar, pero indudablemente existe. Algunos animales (esponjas, corales, ostras, ciertos parásitos) no cambian de lugar, pero están provistos de cilios o flagelos que agitan el ambiente vecino y en esta forma atraen alimentos y otras sustancias necesarias a la vida. El movimiento puede ser resultado de contracción muscular, agitación de proyecciones celulares microscópicas parecidas a pelos llamados cilios o flagelos, o de expansión y retracción lentas de una masa de sustancia celular (movimiento amiboideo). El movimiento de flujo de la materia viva en las células de las hojas vegetales se denomina ciclosis. (fig. 2-1).

### 2-4. IRRITABILIDAD.

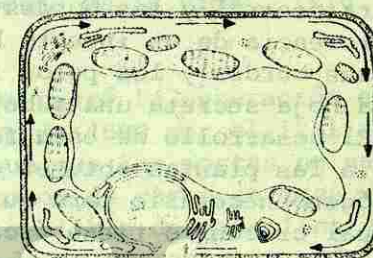
Los seres vivos son irritables, por lo que responden a estímulos y cambios físicos o químicos de su medio inmediato. Los estímulos que pueden producir una respuesta en casi todas las plantas y animales son cambios de color, intensidad o dirección de la luz, variación de temperatura, presión o sonido y cambios de color, intensidad o dirección de la luz, variación de temperatura, presión o sonidos y cambios de la composición química de la tierra, el agua o el aire a su alrededor. En el hombre y otros animales superiores, algunas células del cuerpo están muy especializadas y responden a ciertos tipos de estímulos: los bastones y conos de la retina responden a la luz, algunas células de la nariz y los botones gustativos de la lengua a estímulos químicos y las células especiales de la piel a cambios de temperatura o presión. En animales inferiores y plantas pueden faltar estas células especializadas, pero el organismo entero responde entonces a los estímulos. Los unicelulares responden al calor o frío, a algunas sustancias químicas, o a la luz y al contacto de una microaguja, acercándose o alejándose.



Movimiento Ameoide.

Pulsaciones de un flagelo.

Fig. 2-1 Varios tipos de Movimientos celulares.



Ciclosis.



Fig. 2-2 El experimento clásico de Redi, refutó la teoría de la generación espontánea. Demostró que las larvas salían únicamente de los huevos dejados por las moscas sobre la carne y el pescado en descomposición.

Cuando se evitaba que las moscas se posaran en la carne y el pescado tapando un frasco, y dejando otro frasco destapado (como testigo) comprobó que las larvas y gusanos sólo se producían en el frasco destapado.



La irritabilidad de las células vegetales no siempre es tan manifiesta como la de los animales, pero también son sensibles a cambios del medio. En ellas los movimientos de flujo pueden ser acelerados o frenados por la intensidad de la luz. Algunas plantas como el atrapamoscas Venus de los pantanos del Estado de Carolina, en Estados Unidos de Norteamérica, tienen gran sensibilidad al tacto, por lo que pueden atrapar insectos. Sus hojas están en bisagra a nivel de su nervadura central y los bordes de las hojas cubiertas de pelos; la presencia de un insecto hace que la hoja se cierre, se juntan sus bordes y los pelos impiden la fuga de la presa. Luego la hoja secreta una substancia que mata y digiere al insecto. El desarrollo de esta facultad es una adaptación que permite a las plantas obtener de la presa que "comen" parte del nitrógeno necesario para su alimentación, pues el suelo en el cual crecen lo tiene escaso.

#### 2-5. CRECIMIENTO.

El crecimiento, que es el aumento de masa celular, puede producirse por el tamaño de la célula puede deberse a simple ingestión de agua, pero este aumento de volumen no suele considerarse como crecimiento. El término crecimiento sólo debe aplicarse a los casos en que aumenta la cantidad de substancia viva en el organismo, media por el nitrógeno de las proteínas. Puede ser uniforme o mayor en unas partes, de modo que las proporciones del cuerpo cambian durante el crecimiento. Algunos organismos (por ejemplo, casi todos los árboles) crecen hasta su muerte. Muchos animales tienen un período de crecimiento definido que termina cuando se alcanza un tamaño característico, el del adulto. Uno de los aspectos notables de los fenómenos de crecimiento es que cada órgano sigue funcionando durante el mismo.

#### 2-6. REPRODUCCIÓN.

Si hay alguna característica que pueda considerarse sine qua non de la vida, es la de reproducirse. Como veremos los

virus más simples no tienen metabolismo; no se mueven ni crecen, pero como pueden reproducirse y sufrir mutaciones casi todos los biólogos los consideran como seres vivos. Aunque en una época se pensara que los gusanos nacían de los pelos de caballos en los charcos, que las moscas brotaban de la carne en putrefacción, y las ranas del lodo del Nilo, sabemos ahora que todos ellos descienden únicamente de organismos similares antecesores. Una de las bases fundamentales de la biología es que "la vida solo procede de la vida". (fig. -- 2-2).

El experimento clásico que descartó la generación espontánea fue llevado a cabo alrededor de 1680 por el italiano Francesco Redi. Demostró como sigue que las moscas no nacían de la carne putrefacta; colocó trozos de carne en tres recipientes, uno abierto, el segundo cubierto de gasa fina y el tercero de pergamino. Los tres pedazos de carne se pudrieron pero solo aparecieron larvas en la carne del recipiente abierto. Se encontraron algunas larvas sobre la gasa del segundo recipiente, pero no en la carne; en la carne cubierta de pergamino, no había larvas. En esta forma Redi demostró que las larvas nacían de huevos puestos por moscas atraídas por el olor de dicha carne. Otras observaciones demostraron que las larvas se transformaban en moscas, que a su vez ponían más huevos, Louis Pasteur, unos 200 años más tarde, demostró que las bacterias no nacen por generación espontánea, sino que proceden de bacterias preexistentes. Los virus filtrables submicroscópicos no nacen de material no vírico por generación espontánea; la multiplicación de los virus exige la presencia de otros virus antecedentes.

El fenómeno de la reproducción puede ser muy sencillo, como si un individuo se divide en dos, pero en muchos animales y vegetales requiere la producción de espermatozoides y óvulos especializados que se unen para formar el huevo fertilizado o cigoto, de donde se desarrolla el nuevo organismo. La reproducción de algunos parásitos comprende formas muy diferentes; cada una da lugar a la siguiente hasta que se completa el ciclo y aparece el adulto.

## 2-7. ADAPTACION.

La propiedad de una planta o animal para adaptarse a su medio es la característica que le permite resistir a los cambios del medio. Cada especie particular puede adaptarse en un medio que le convenga a modificarse para resistir mejor el medio en que se encuentra. La adaptación puede comprender cambios inmediatos que dependen de la irritabilidad de las células o de las respuestas de los sistemas enzimáticos a inductores o represores, o ser el resultado de fenómenos de selección y mutación a largo plazo. Es evidente que un organismo aislado no puede adaptarse a todos los medios posibles, por lo que habrá lugares donde no pueda sobrevivir. La lista de factores que limitan la distribución de una especie es casi infinita: agua, luz, temperatura, alimento, rapaces, competidores, parásitos y otros muchos.

## 2-8. MATERIA Y ENERGÍA.

Para tener idea de la materia viva y de lo que puede hacer, debemos considerar no solo los aspectos microscópicos de la vida, fáciles de observar, y los que nos revela el microscopio, sino las estructuras moleculares mucho más allá del alcance de instrumentos ópticos. Esto requiere también la comprensión de algunos principios fundamentales de física y química.

El universo está formado por dos componentes fundamentales la *materia* y la *energía* que en ciertas condiciones pueden transformarse una en otra. Esto queda expresado por la famosa ecuación de Einstein:  $E = mc^2$ , donde E= la energía, m= la masa y c= la velocidad de la luz, una constante. Esta ecuación funda la base teórica de la transformación de materia de energía, como la que acontece en la bomba atómica o un reactor nuclear. Sin embargo, en el mundo ordinario, materia y energía son distintas; la primera ocupa espacio y tiene peso, en tanto la segunda puede producir un cambio o un movimiento en la materia ( lo que se considera trabajo). La energía puede

adoptar la forma de calor, luz, electricidad, movimiento o energía química.

Explica cada una de las siete diferentes propiedades de los seres vivos.

- 1.- \_\_\_\_\_
- 2.- \_\_\_\_\_
- 3.- \_\_\_\_\_
- 4.- \_\_\_\_\_
- 5.- \_\_\_\_\_
- 6.- \_\_\_\_\_
- 7.- \_\_\_\_\_

## 2-9 ANTECEDENTES HISTÓRICOS.

Fue en Inglaterra, en 1831, cuando Roberto Brown obtuvo el honor de ser el primero en reconocer que casi todos los tipos de células tienen un *núcleo*. Para ser más precisos, otros investigadores habían visto el núcleo de las células, pero ninguno de ellos había hecho la generalización de que la mayoría de ellas contienen un núcleo. ¿Cómo calificar a Roberto Brown? Recuerde que la calidad de un científico estaba en el hecho de encontrar un orden, en un grupo de semejanzas, de datos no relacionados.

Otro gran investigador, en el campo de la investigación celular, fue Matthias J. Schleiden. Aunque Schleiden principió su vida profesional como abogado en Alemania, después estudió medicina y botánica, llegando a ser, con el tiempo, profesor de botánica en la Universidad de Jena y tuvo especial interés por la anatomía de las plantas. En la colaboración con el zoólogo alemán Theodore Schwann extendió y amplió la idea de que todos los organismos están compuestos por células. En una de sus investigaciones, Schleiden amplió las observaciones, de Robert Brown respecto al núcleo celular, con la idea de descubrir el papel que desempeña en el de

sarrollo de la nueva célula. Más tarde, formuló una idea que resultó errónea; la nueva célula procedía de un brote del núcleo celular.

#### 2-10. LAS CELULAS PUEDEN SER ORGANISMOS INDIVIDUALES.

En su libro de texto de anatomía, que escribió en 1845, el biólogo alemán Karl von Siebold, mencionó sus dos grandes contribuciones a la biología. La contribución más importante fue el establecimiento formal de que existía un gran número de microorganismos que se podían considerar como organismos independientes, cuyos cuerpos estaban constituidos por una sola célula. Otra contribución fue un estudio de las células delimitadas por una estructura muy fina, como un cabello, llamada *cilio*. Algunas células ciliadas son organismos independientes y otras forman parte de un organismo multicelular. - Siebold observó en ambos tipos de células ciliadas, una estructura básica. Estos organismos unicelulares presentan cilios - que, generalmente, son móviles, es decir, capaces de moverse. El movimiento pulsativo de los cilios les permite moverse en el agua. Estos cilios también barren las partículas alimenticias en los surcos que están a un lado del organismo.

Los investigadores buscaban un mejor conocimiento de la estructura celular para resolver varios problemas. El primero fue el de tener que enfrentarse con el tamaño tan pequeño de la mayoría de las células. En realidad son demasiado pequeñas para poderlas estudiar a simple vista. Por eso eran necesarios aparatos de aumento para verlas. Otro problema al que se enfrentaron los investigadores fue el de la preparación del material para observarlo fácilmente, la mayoría de los especímenes se matan, se fijan (o preservan) y se cortan en películas muy finas, y todavía otro problema, determinar si la especie que se observa es idéntica al espécimen cuando está vivo. Es decir ¿La especie que estamos viendo es el resultado de los cambios que ha sufrido durante la fijación, - teñido y corte?

A principios de 1800. Los investigadores, trabajando con equipo rudimentario y con técnicas de preparación primitivas observaron las células y aprendieron varios hechos básicos. Desde entonces, el hombre ha ido ampliando sus conocimientos sobre la estructura celular. Cada uno de los nuevos descubrimientos ha surgido de uno o más perfeccionamientos logrados en la tecnología de la investigación a nivel celular.

Si se mira a través de una lupa o de una lente de aumento barata, se notarán defectos en el objeto observado. Por decir algo, es muy frecuente ver el objeto en colores más vivos de los que realmente tiene. Este defecto, que fue común en las primeras lentes, recibe el nombre de *aberración cromática*. Los técnicos aprendieron a corregir este defecto utilizando una combinación de cristal de varios tipos en la fabricación de las lentes.

Otro defecto muy común de las lentes baratas es la producción de imágenes distorsionadas. Este defecto ocurre debido a que los rayos de luz, al pasar por el centro de la lente, no coinciden con el mismo foco de los rayos que pasan -- próximos a los bordes. Esta *aberración esférica* se ha podido corregir en los instrumentos finos con el uso de lentes que se pulen y curvan de manera especial.

Otro perfeccionamiento técnico importante en el microscopio fotónico, se efectuó en 1873. En ese año Ernst Abbe -- descubrió un sistema de lentes, muy práctico, en el cual se podía enfocar toda la luz hacia el objeto que estaba en la platina. Esta investigación, recibió el nombre de condensador de Abbe. Este control de la luz vino a mejorar gradualmente la visión. (Fig. 2-3).

A mediados de 1800, la industria química alemana descubrió varios colorantes. A partir de 1870, los biólogos comenzaron a experimentar con esos colorantes para ver si eran aceptados por las partes constituyentes de la célula. Entre esos colorantes se vio que unos eran aceptados por el núcleo de las células y otros servían para otras estructuras.

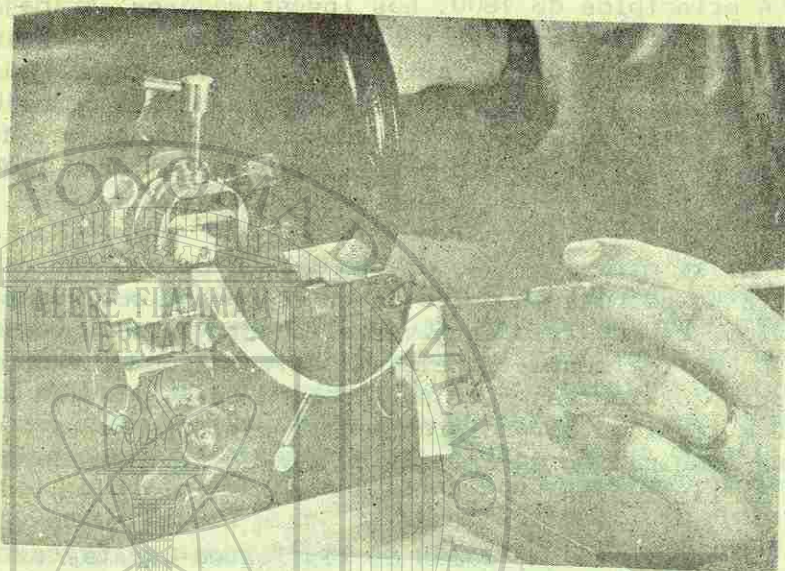


Fig. 2-4 En lugar de obtener un gran número de cortes separados, el micrótomo puede cortar el tejido en una cinta continua. El tejido que se está cortando corresponde a la mancha oscura montada en el centro del cubo de parafina. La hoja de corte, es la parte brillante y oblicua en la que descansa la cinta. Los microscopistas pondrán una parte de esta cinta sobre un porta-objetos para teñirla y fijarla.



Fig. 2-3 Primer microscopio compuesto.

Al principio, cuando hubo necesidad de cortar los tejidos en capas muy finas, se usaron navajas de afeitar o bisturíes. Robert Hooke todavía recordaba que usó su navaja -- para hacer los cortes del corcho. Como era de esperar, hubo necesidad de perfeccionar los instrumentos de corte. Si ha visto un rebanador de carne en una salchichonería, comprenderá cómo los biólogos resolvieron su problema. Inventaron un *micrótomo*, instrumento de corte muy fino, para la preparación de los especímenes. Al girar un tornillo sube o baja -- una cuchilla y se obtienen los cortes. Con los micrótomos se logran secciones más uniformes y un gran ahorro de tiempo. (fig. 2-4).

En la segunda mitad del siglo pasado, dos descubrimientos notables estimularon la ampliación de la investigación a nivel celular. Uno de los hombres más destacados de ese movimiento fue Louis Pasteur, químico francés, cuyos trabajos lo llevaron al estudio de los microorganismos. Durante sus investigaciones sobre el proceso de la fermentación alcohólica, observó sus "fermentos" al microscopio. Encontró que -- había un gran número de microorganismos, ¿podrían estos microbios ser los responsables de la fermentación? Empezó a experimentar y llegó a la conclusión de que así era. Después, encontró otros tipos de microorganismos en la sangre de los animales enfermos. ¿podrían ser estos microbios los responsables de esas enfermedades? Otra vez, los experimentos de Pasteur indicaron que sí eran los causantes de esos males.

Los estudios de Pasteur, acerca de los microorganismos, tuvieron dos importantes repercusiones en la investigación celular: una de ellas fue la de probar que algunos microorganismos son los agentes causantes de muchos procesos útiles y que otros, en cambio, eran los causantes de diversas enfermedades. Desde entonces la *microbiología* o estudio de los microbios, ha sido un campo muy amplio para las investigaciones relacionadas con los organismos.

El segundo efecto de las investigaciones de Pasteur, resultó ser su prueba, casi concluyente, de que los organismos no proceden de la materia inerte. En 1864, algunos científicos creían que los organismos podían surgir espontáneamente de la materia inerte, según la llamada teoría de la generación espontánea con los trabajos de Pasteur se probaba que los organismos sólo proceden de otros organismos y la célula se convirtió en el foco de atención. Si la célula es la unidad básica de la vida ¿de dónde procede?

Los trabajos del alemán Rudolf Virchow fueron parecidos a los de Pasteur. Las investigaciones de Pasteur estaban dirigidas a los microbios, que son independientes, como agentes causantes de enfermedades y los de Virchow sobre los tejidos enfermos y las células de un tejido enfermo eran diferentes, a menudo, de las de un tejido sano. Al publicar sus hallazgos, pronto se desarrolló una nueva área de investigación, la *patología celular*, o sea el estudio de la estructura anormal. Este tipo de investigación ayudó a incrementar el estudio de la estructura anormal, es necesario, primero, conocer la estructura de una célula normal.

Otro resultado de las investigaciones de Virchow fue el importante principio de que la célula es la unidad constante de vida. Pasteur había demostrado que la vida no se originaba de materia no viviente, sino que provenía de algo vivo. Virchow estableció su principio de manera diferente: si la vida proviene de la vida, y si la célula es la unidad básica de vida, *cada célula debe provenir de otra célula.*

Justifica el uso del microscopio y microtomo en la investigación de la biología.

---

---

---

---

## 2-11 MORFOLOGIA CELULAR.

El tamaño de las células. Las células varían en tamaño desde cerca de la menor visibilidad microscópica (alrededor de .5 micras), hasta el tamaño de una yema en los huevos de las aves más grandes.

La forma de las células. Las células que se encuentran suspendidas libremente en un medio líquido, son esféricas (debido a las leyes de la tensión superficial). Cuando se encuentran en grupos, las diferencias en presión de los distintos lados dan por consecuencia formas irregulares. Si todas las células de una masa dada son del mismo tamaño y están sujetas a una misma presión por todos los lados, se aplastarán mutuamente, y de acuerdo con algunas sugerencias, tendrán catorce caras. Ocho de ellas podrían ser triangulares y seis rectangulares, u ocho podrían ser hexagonales y seis rectangulares.

Estructuras Celulares. Las partes principales de una célula típica son: (a) membrana, (b) citoplasma, y (c) núcleo.

Membrana celular (y pared celular). Los límites externos de la célula están determinados por una delgada, pero definida membrana de protoplasma vivo. En la mayoría de las células vegetales, además de la *membrana celular* (o *membrana plasmática*), existe una cubierta externa de material muerto, que es secretada por el protoplasma que se encuentra dentro de ella. Esta es la *pared celular* que está formada en la mayoría de los casos, de celulosa, pero algunas veces además tiene lignina o ceras. (fig. 2-5).

Citoplasma. El citoplasma generalmente llena la mayor parte del espacio entre el núcleo y la membrana celular. Puede, en las células de vegetales viejos, ser solamente una delgada capa alrededor de una vacuola grande de savia. Su consistencia varía desde la líquida hasta la sólida, pero típicamente consiste en una porción interna, el *endoplasma*, que es granular y líquida, y una región externa, el *ectoplasma*, que es

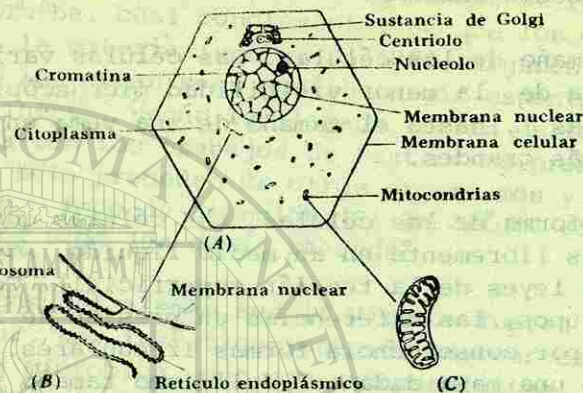


Fig. 2-5 (A) Corte de una célula animal típica muy amplificada (con microscopio de luz). (B) La membrana nuclear y el citoplasma que se encuentra adyacente a ella (microscopio electrónico). (C) Corte a través de una mitocondria (microscopio electrónico).

rígida y clara. Extendiéndose a través de él se encuentra el retículo endoplásmico, que se encuentra asociado con sus gránulos de RNA (ribosomas). (fig. 2-5).

**Vacuolas.** Las regiones en el citoplasma que están ocupadas por líquido, principalmente agua, con algunos compuestos en solución, son denominados vacuolas. Se presentan tres clases: (a) *Vacuolas de savia* (presentes en las células vegetales), cuando pequeñas son esféricas, pero incrementan su tamaño con la edad de las células, ocupando la mayor parte del espacio fuera del núcleo. (b) Algunos organismos unicelulares tienen *vacuolas contráctiles*, que regulan la descarga de líquidos del organismo. (c) Algunos organismos unicelulares y algunas células de organismos multicelulares ingieren partículas sólidas de alimentos. Estas partículas, junto con el agua que las rodea, constituyen estructuras digestivas temporales y son denominadas *vacuolas alimenticias*.

**Centriolo.** El *cuerpo central* o centriolo, se presenta en las células de los vegetales inferiores y en la mayoría de los animales. Cada centriolo tiene una zona densa denominada *centrosfera*, de la cual irradian las fibras citoplasmáticas durante la división celular. (fig. 2-5).

**Mitocondrias.** Los gránulos de tamaño pequeño, pero de formas diversas, suspendidos en el citoplasma, reciben el nombre de mitocondrias. Parcialmente son lípidos y son los centros de la actividad de las enzimas en varias fases del metabolismo celular. El microscopio electrónico ha revelado su estructura como series complejas de diminutas membranas. (fig. 2-5).

**Sustancia de Golgi.** La *sustancia de Golgi* o complejo de Golgi, es un grupo especializado de gránulos y "varillas" o red, que se encuentran en las células animales. Parece ser que está involucrada en los procesos de secreción. Su diminuta estructura es similar a la de las mitocondrias.

**Plástidos.** Especialmente característicos en las células vegetales, existen ciertos cuerpos de tamaño moderadamente grande, de forma característica, que funcionan como centros

de la actividad química, que son los plástidos. Los productos de su actividad, ya sea alimentos o pigmentos, pueden ser depositados en la forma de gránulos en el citoplasma. Desde el punto de vista biológico; los plástidos más importantes son los *cloroplastos* verdes, que se presentan en la mayoría de las plantas. Esta clase de plástidos, que contienen *clorofila*, son los centros de la actividad fotosintética. (Fig. 2-5)

**Núcleo.** El núcleo es una masa especializada de protoplasma, generalmente esférica, que se encuentra cerca del centro de la célula. En la ausencia del núcleo no se realizan el crecimiento celular y la reproducción. En algunas células, el núcleo es alargado o ramificado, en otras puede estar dividido en varias partes características. Se encuentra rodeado externamente por una membrana y contiene varios tipos de estructuras dentro de él.

**Membrana nuclear.** La membrana que rodea el núcleo es una membrana protoplásmica, de aproximadamente la misma constitución de la célula o membrana plasmática. Los intercambios entre el núcleo y el citoplasma, se efectúan a través de esta membrana. En la mayoría de las células desaparece durante la división celular. La membrana nuclear es en realidad una capa doble que está asociada estructuralmente con el retículo endoplasmático.

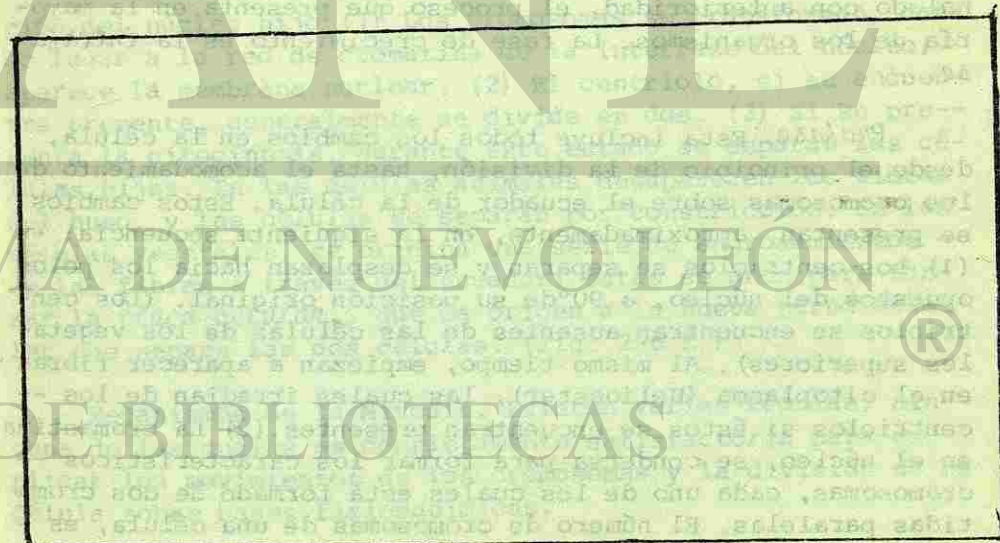
#### 2-12 FISIOLÓGIA CELULAR.

**Propiedades de la membrana celular.** La membrana celular está formada de protoplasma vivo. Presenta una permeabilidad diferencial (algunas veces incorrectamente referida como "seimpermeabilidad"), por lo que ciertas sustancias en solución son capaces de penetrar a través de ella: otras no lo son. De manera general, las sustancias que disuelven a las grasas penetran con mayor rapidez. Esto hace sugerir que la membrana, en su constitución, contiene concentraciones de grasa o sustancias similares a las grasas, quizá lecitina, una grasa fosforilada que es un componente común de las células. El bióxido de carbono y el amoníaco penetran a través de la membrana

con gran rapidez, pero aparentemente los ácidos fuertes y las bases no lo hacen sino hasta que han destruido a la membrana. Después de la muerte, la membrana celular se transforma en permeable a todas las sustancias en solución. Si la concentración (da un soluto al cual la membrana viva es impermeable, y la concentración interior de la célula es mayor -- que en el exterior, esto da por resultado una mayor presión osmótica de la célula, tendiendo a salir el agua de ella.

**Propiedades de la pared celular.** La pared celular es una sustancia no viva. Es permeable a todas las sustancias disueltas. Su principal función, aparentemente, es la de mantener la *turgencia* o rigidez en las células vegetales. El protoplasma tiende a hincharse por el agua que toma, debido a las diferencias de presión osmótica, pero la pared celular previene cualquier incremento en tamaño. La presión resultante da, por consecuencia la característica rigidez de las células vegetales y de los tejidos de la planta en general. Otra función de la pared celular, que es evidente en ciertas semillas, es la de embeberse de agua, lo que da por resultado que la absorba y la almacene para el desarrollo de la planta.

Dibuja y describe una célula prototipo con sus partes.



Cuando una célula típica adquiere el tamaño característico particular, se divide. Este proceso constituye la reproducción celular. La división de una célula (*citocinesis*) está asociada típicamente con un complicado método indirecto de división nuclear (*caríocinesis*). Los dos procesos constituyen la mitosis.

#### MITOSIS.

*Definición.* La mitosis es una forma de división celular que involucra una división exacta, tanto cuantitativa como cualitativa, de todos los constituyentes esenciales del núcleo.

*Fases o Pasos.* Debe pensarse que la mitosis es un proceso continuo que se inicia con un crecimiento celular simple ("descanso") y termina sin haber sufrido ningún cambio de importancia, solamente hasta que esa célula se ha dividido en dos. Para el mejor entendimiento del desarrollo del proceso generalmente, se divide en cuatro fases. Esencialmente son las mismas tanto en plantas como animales, pero sufren algunas variaciones entre los diversos organismos. Como se ha señalado con anterioridad, el proceso que presenta en la mayoría de los organismos. La fase de crecimiento es la *interfase*.

*Profase.* Esta incluye todos los cambios en la célula, desde el principio de la división, hasta el acomodamiento de los cromosomas sobre el ecuador de la célula. Estos cambios se presentan, aproximadamente, en la siguiente secuencia: -- (1) Los centriolos se separan y se desplazan hacia los polos opuestos del núcleo, a 90° de su posición original. (Los centriolos se encuentran ausentes de las células de los vegetales superiores). Al mismo tiempo, empiezan a aparecer fibras en el citoplasma (*Helioaster*), las cuales irradian de los centriolos si éstos se encuentran presentes. (2) La cromatina en el núcleo, se condensa para formar los característicos cromosomas, cada uno de los cuales está formado de dos cromátidas paralelas. El número de cromosomas de una célula, es

característico para cada especie de organismo. (3) La membrana nuclear desaparece. (En algunos casos, la membrana persiste y se realiza la mitosis dentro de ella). (4) Se forma el huso acromático, el cual está formado de dos tipos de fibras: *fibras continuas*, que se extienden de polo a polo y *fibras cromosómicas*, adheridas a un lugar en particular, el *centrómero*, en cada cromosoma. (5) El nucleolo desaparece. (6) Los cromosomas emigran hacia el plano ecuatorial. (Fig. 2-6 B).

*Metafase.* La metafase, es el estado en el que los cromosomas se encuentran en el ecuador y durante el cual principia la separación de las cromátidas hijas de cada cromosoma. Involucra relativamente poca actividad. (Fig. 2-6 C).

*Anafase.* Las cromátidas de cada cromosoma se separan y migran hacia los polos, las posiciones de los nuevos núcleos se mueven como si fueran jalados por la contracción de las fibras que se encuentran adheridas a ella. En esta fase, las cromátidas pasan a ser cromosomas hijas, que se han derivado del cromosoma original, al dividirse éste longitudinalmente, para formar dos. (Fig. 2-6 D).

*Telofase.* Este estado incluye los procesos de organización del núcleo hijo (1) Los cromosomas se transforman, dando lugar a la red de cromatina de la interfase del núcleo; -- aparece la membrana nuclear. (2) El centriolo, si se encuentra presente, generalmente se divide en dos. (3) Si se presenta la citocinesis, durante este estado se separan las células hijas. En las células animales desaparecen las fibras del huso, y las células se separan por constricción. En las células vegetales, se origina una serie de engrosamientos en las fibras a través del ecuador; éstas se unen para formar la *placa celular*, que da origen a la nueva pared celular que separa las dos células. (Fig. 2-6 E).

*Mecanismos de la Mitosis.* Existen varias teorías, ninguna de las cuales es completamente satisfactoria para explicar los movimientos de los cromosomas y la división de la célula sobre bases fisicoquímicas.



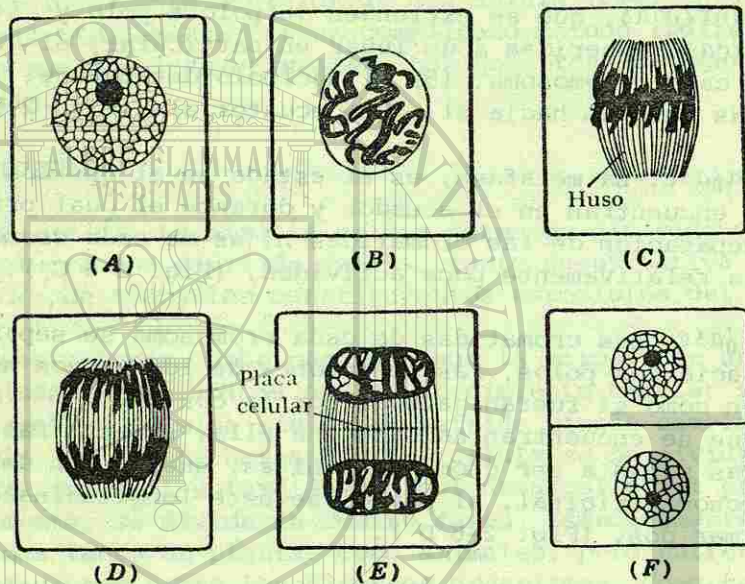


Fig. 2-6 La mitosis en las células vegetales, ejemplificada en la raíz de una cebolla. Esquema diagramático. (A) Crecimiento o célula "en reposo". (B) Profase, formación de cromosomas. (C) Metafase, división de los cromosomas sobre el ecuador del huso. (D) Anafase, migración de los cromosomas hacia los polos. (E) Telofase, organización del núcleo de las células hijas. La placa celular se empieza a formar. (F) Las dos células hijas en estado de crecimiento.

(a) Es obvio que algún tipo de fibras se encuentra adherido a los cromosomas, y que aparentemente jalan a los cromosomas hacia los polos.

(b) Los husos mitóticos, semejan a campos de fuerza magnéticos polarizados, pero evidentemente esto no es cierto; - varios factores hacen que tal interpretación sea imposible.

(c) Se presentan corrientes de difusión durante la mitosis, especialmente en las células animales embrionarias, estas pueden estar relacionadas con los cambios en tensión superficial.

(d) Se presentan cambios en la viscosidad protoplásmica, los cuales probablemente son de mucha importancia.

Explica cada una de las fases de la mitosis.

---

---

---

---

---

---

---

---

2-14 DIFERENCIA ENTRE LAS CELULAS ANIMALES Y VEGETALES.

*Morfología.* Los organismos vegetales unicelulares más pequeños, son considerablemente de menor tamaño que las células animales más pequeñas, mientras que el tamaño máximo de las células animales, considerablemente mayor al de las células vegetales. Sin embargo, típicamente, las células animales y vegetales son aproximadamente del mismo tamaño. Las células vegetales, en general, poseen una pared celular rígida, que rodea la membrana celular y está compuesta principalmente de celulosa. El citoplasma a menudo contiene plástidos, particularmente los cloroplastos, que se encuentran involucrados

en la fotosíntesis.

*Fisiología.* Siendo la pared celular rígida, evita la libre expansión del protoplasma contenido dentro de ella. Consecuentemente la absorción de agua, debido a la alta presión osmótica del protoplasma, da por resultado la característica *turgencia* de las células vegetales. Los carbohidratos, grasas y proteínas, pueden ser sintetizados por las células vegetales a partir de compuestos inorgánicos simples. Se encuentran involucradas en este proceso enzimas específicas, y la energía para las reacciones es derivado de la luz solar o de reacciones químicas exotérmicas.

*Reproducción.* En las células de las plantas con flores, se encuentran ausentes los centriolos. Durante la telofase de la mitosis, las células hijas no se separan por la formación de una constricción, sino debido al crecimiento de una estructura, la *placa celular*, sobre el ecuador del huso que se va desintegrando.

#### LA IMPORTANCIA DE LAS CELULAS.

La importancia del concepto o principio celular, puede apreciarse por el hecho de que la célula es; (1) La unidad de estructura, y (2) La unidad de función en todos los organismos. Es también, como se verá posteriormente, (3) la unidad de desarrollo y, (4) la unidad de la herencia. Incluso los procesos de evolución orgánica, dependen fundamentalmente de los cambios de las células individuales, las células a partir de las cuales se desarrollan nuevos individuos.

#### 2-15 MOLECULAS DE LA VIDA.

El agua se encuentra donde hay vida. Por término medio, el agua constituye el 75% de la materia viva. El agua presenta características no usuales, que dan lugar a que su comportamiento sea totalmente diferente a los demás líquidos. A este comportamiento se debe que el agua sea muy importante para los organismos vivos. Al estudiar este compuesto, los científicos han descubierto que la causa de su comportamiento especial radica en su estructura molecular y, por tanto,

es conveniente ver cómo es su estructura.

Los experimentos han demostrado que la molécula de agua es parecida a la que se muestra en la fig. 2-7. Podemos ver que su forma es semejante a un triángulo. El núcleo del oxígeno, por tener 8 protones, posee una carga positiva más fuerte que la de los dos núcleos de hidrógeno con sus dos protones. Debido a esto, los electrones que giran alrededor del núcleo de hidrógeno son atraídos fuertemente por el núcleo del oxígeno. No debemos olvidar que cargas opuestas se atraen y que su grado de atracción es directamente proporcional al tamaño de la carga.

¿Cómo afecta esta distribución a la molécula? Primero, la mayor concentración de cargas negativas está cerca del oxígeno "final" de la molécula; segundo, los núcleos del hidrógeno, que están cargados positivamente, no están totalmente balanceados con las cargas negativas de los electrones. Por eso el hidrógeno "final" de la molécula presenta una mayor concentración de cargas positivas. De ahí resulta una molécula con dos polos, como si se tratara de un imán. El oxígeno final es el polo negativo y el hidrógeno final, es el polo positivo.

La propiedad característica del agua es el resultado de la naturaleza polar de la molécula, que es la responsable del aumento de las fuerzas de cohesión que existen en el agua. *Cohesión* es el término que indica el hecho de mantenerse unida una sustancia. Note que en la fig. 2-8 las fuerzas de cohesión impiden que el agua cubra la aguja y se hunda en el líquido. Ya sabemos que las cargas opuestas se atraen. Por lo tanto, el polo negativo de una molécula de agua atrae al polo positivo de otra y esta atracción es la que las mantiene juntas.

Cuando dos moléculas de agua están muy juntas, la fuerza de atracción entre ellas es tan fuerte que se puede considerar como un tipo de enlace químico. Este enlace se llama *puen*

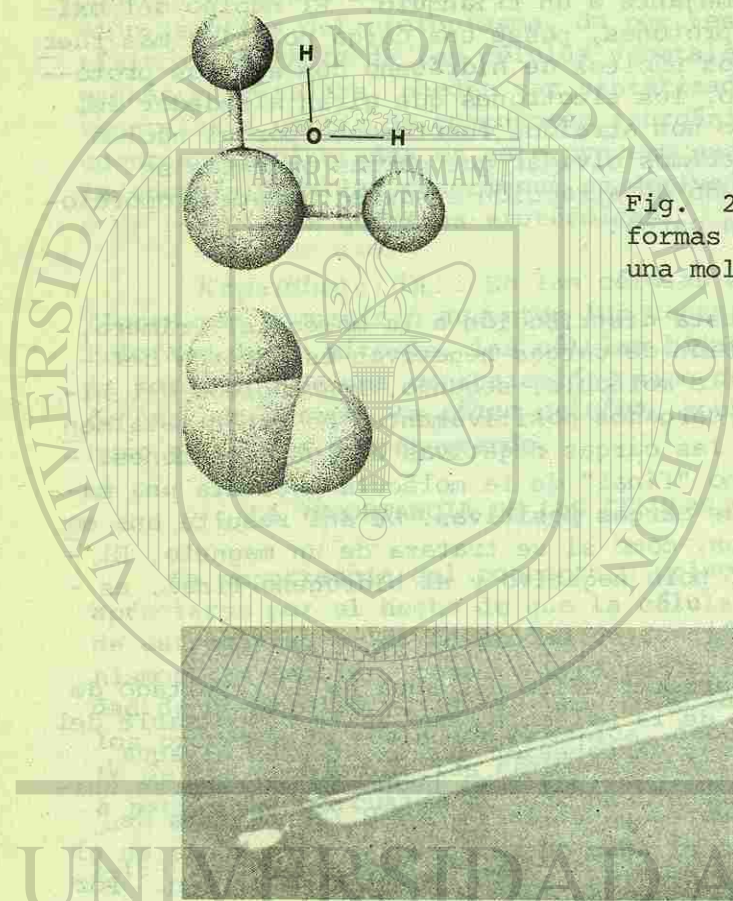


Fig. 2-7 Hay tres formas de representar una molécula de agua.

Fig. 2-8 Las fuerzas de cohesión entre las moléculas del agua explican en parte, la tensión superficial. Eso es lo que hace posible que flote la aguja en el agua.

te de hidrógeno, y se ha encontrado que esta energía es igual a un veintavo de la energía de enlace de una molécula de este elemento. Cuando se proporciona energía al agua por calentamiento, es lógico que sus moléculas vibren más y más. Esta vibración puede romper algunos enlaces débiles de hidrógeno y las moléculas de agua se pueden separar. Si la energía -- aumenta, las moléculas individuales empiezan a desprenderse de la superficie del agua y pasan al aire. Así es como se produce la evaporación.

La naturaleza polar de la molécula de agua es la causa principal del papel importante que desempeña el agua en los organismos. No sólo estas moléculas se atraen entre sí sino que también atraen a otros átomos o moléculas que están cargados eléctricamente. Hay un gran número de oportunidades para que esto suceda en los organismos. La mayoría de las otras moléculas tienen partes cargadas eléctricamente que permiten que el agua las pueda atraer fácilmente. El efecto sobresaliente del agua, sobre esas moléculas, es que las dispersa a través de la célula y de su medio exterior. La dispersión de otras moléculas en el agua, es otra manera de decir que muchos compuestos son solubles en ella. Se podría imaginar a las moléculas del agua como una flota de remolcadores que empujan y jalan a otros barcos por medio de cables o sogas que se rompen fácilmente.

Con excepción del agua y de ciertos minerales, la mayor parte de las moléculas de los organismos vivos son orgánicas. Desde 1807 se emplea el término "orgánico". En ese año, el químico sueco, Jons Berzelius, sugirió que toda la materia se podría clasificar como orgánica o inorgánica. La materia orgánica se origina de un organismo vivo y la inorgánica no se origina de los organismos vivos. ¿En qué forma se establece la diferencia? Los químicos de aquella época lo decidieron a base de una prueba muy simple: si se calentaba y enfriaba la materia o sustancia y no sufría ningún cambio significativo, se clasificaba como inorgánica y si la sustancia sufría algún cambio durante el calentamiento y enfriamiento, era orgánica; la madera, la harina, el cabello, son sustancias orgánicas.

Una definición moderna de materia orgánica. En la actualidad, los químicos continúan usando los términos "orgánicos" e "inorgánicos", pero no con el significado original. Ahora, no se considera la materia orgánica como producto exclusivo de los organismos, sino que se define en forma más precisa, como "cualquier sustancia que contiene varios átomos de carbono unidos entre sí o unidos al hidrógeno". Son miles las moléculas orgánicas sintetizadas por el hombre. La materia inorgánica es simplemente cualquier materia que no sea orgánica.

El término *carbohidratos* se aplicó como nombre descriptivo, puesto que carbohidrato significa "carbón hidratado". A principios del siglo XIX los químicos, al estudiar sustancias, como madera, almidón, etc., encontraron que todas estas compuestas, principalmente, de carbón, hidrógeno y oxígeno. Al hacer el análisis de esas sustancias encontraron que su fórmula era  $C_6 H_{12} O_6$ . Posteriormente, encontraron otros compuestos orgánicos con fórmulas similares por ejemplo  $C_5 H_{10} O_5$  y  $C_{12} H_{22} O_{11}$ . Observe que esas moléculas tienen una relación de proporción de hidrógeno a oxígeno como el agua, es decir 2:1. Este descubrimiento estimuló a los químicos a creer que estos compuestos eran cadenas de carbono unidas con moléculas de agua.

Investigaciones posteriores revelaron algunos hechos que hicieron menos descriptivos el nombre de los carbohidratos. Por ejemplo, encontraron que las moléculas de agua *no* formaban parte de la molécula de carbohidrato. Como se ve en la Fig. (2-9), el hidrógeno y el oxígeno están unidos al carbono *separadamente*. También se descubrió que la relación hidrógeno-oxígeno 2:1, *no* se presenta siempre en los carbohidratos.

Los carbohidratos son los compuestos orgánicos que más abundan en la naturaleza y que se encuentran en las plantas en mayor cantidad que en los animales. Estos dos hechos, tan importantes, son fáciles de explicar. La mayoría de los car-

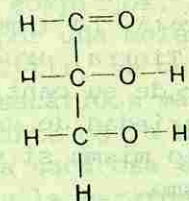


Fig. 2-9 El nombre químico de este carbohidrato es *gliceraldehído*. Note que aun que su fórmula es  $C_3 H_6 O_3$ , no hay agrupamientos  $H_2O$ , debido a que este carbohidrato tiene una cadena de tres carbonos llamada *triosa*. Las *tetrosas* tienen cuatro carbonos, las *pentosas* cinco y las *hexosas* seis. Principalmente nos interesan las hexosas y pentosas, por ser los azúcares más simples.

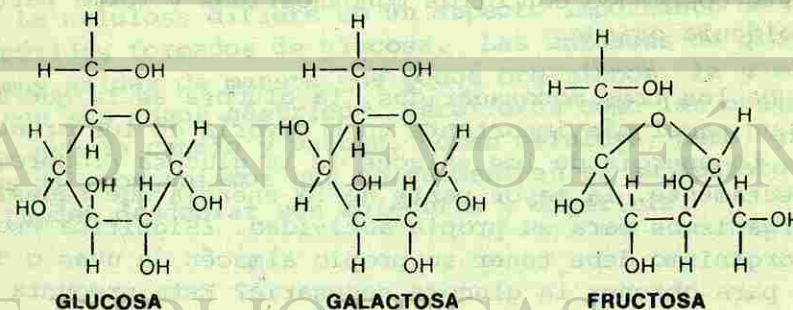


Fig. 2-10 Tres monosacáridos.

carbohidratos son sintetizados por las plantas verdes, durante el proceso de la *fotosíntesis*. La inmensa variedad de plantas verdes, que hay en la Tierra, explica la abundancia de los carbohidratos. A pesar de su cantidad, no hay en los organismos vivos una gran variedad de carbohidratos. Muchos son exactamente iguales, lo mismo si se trata de un roble, de una jirafa o de uno mismo.

Los carbohidratos están formados por moléculas llamadas *azúcares simples* o *monosacáridos*. Los tres azúcares simples más importantes son: *glucosa*, *galactosa* y *fructosa*. Los tres tienen la misma fórmula condensada  $C_6H_{12}O_6$ , aunque son diferentes. Esto es fácil de comprobar con sus fórmulas estructurales de los átomos de las moléculas es diferente y les da a cada una sus características propias. (Fig. 2-10).

¿En cuáles organismos vivos se pueden encontrar los azúcares simples? La mayor parte de ellos se encuentran en las plantas y productos vegetales. La glucosa, se encuentra en las uvas y en la miel. En efecto, este azúcar se llama, con frecuencia, "azúcar de uva". La fructosa, como se presume, si se conoce algo de etimologías, se encuentra en diversas frutas y también en la miel. En cambio, la galactosa, rara vez se encuentra sola como monosacárido; que casi siempre está combinado con otros monosacáridos y forma parte de una molécula grande.

De los tres monosacáridos, la glucosa es la que desempeña un papel más importante en la mayoría de los organismos vivos. La energía de los enlaces de la glucosa proporciona, indirectamente, la mayor parte de la energía que necesitan los organismos para su propia actividad. ¿Significa eso que cada organismo debe tener su propio almacén de uvas o de miel, para obtener la glucosa necesaria? Esta pregunta se podrá contestar mejor, después de haber aprendido algo acerca de las moléculas mayores de carbohidratos.

Cuando se unen dos moléculas de monosacáridos se produce una molécula de un *azúcar doble*, o *disacárido*. Los azúcares dobles son un poco más complejos. La *sacarosa* es una molécula de disacárido formada por una molécula de fructuosa y otra de glucosa. En la Fig. (2-11), se muestran las fórmulas estructurales de los tres disacáridos más importantes. De los disacáridos, el más importante es la *sacarosa*. Si aún no lo ha intuido le diremos que la *sacarosa* es el azúcar común que usamos en la casa. Aunque la *sacarosa* se obtiene de muchas plantas, la de mejor calidad es de caña de azúcar, de remolacha y de arce.

Todos los disacáridos que comemos, para que puedan ser absorbidos por la sangre es necesario que se rompan en sus respectivos monosacáridos.

La *celulosa* es un carbohidrato formado por muchas unidades. La mayor parte de los carbohidratos se encuentran en forma de grandes moléculas compuestas de una o de muchas unidades de monosacáridos, ligeramente cambiados en azúcares simples. Las moléculas grandes de carbohidratos se llaman *polisacáridos*, que significa "muchos azúcares". La *celulosa*, que es el polisacárido más abundante, está constituido por un gran número de moléculas de glucosa. Es de suponer que algo de lo que usted lleva puesto o algo de donde está sentado sea de celulosa. Debe saber que lo que está viendo en este momento -- el papel -- es de celulosa.

La celulosa difiere en un aspecto importante de otros polisacáridos formados de glucosa. Las unidades de glucosa están muy unidas de manera que pocos organismos la puedan separar con sus jugos gástricos. Herbívoros como las ovejas, caballos, ganado cabrío y vacuno, comen celulosa, pero, gracias a los microorganismos que se encuentran en su aparato digestivo, pueden desdoblar sus moléculas y digerirla.

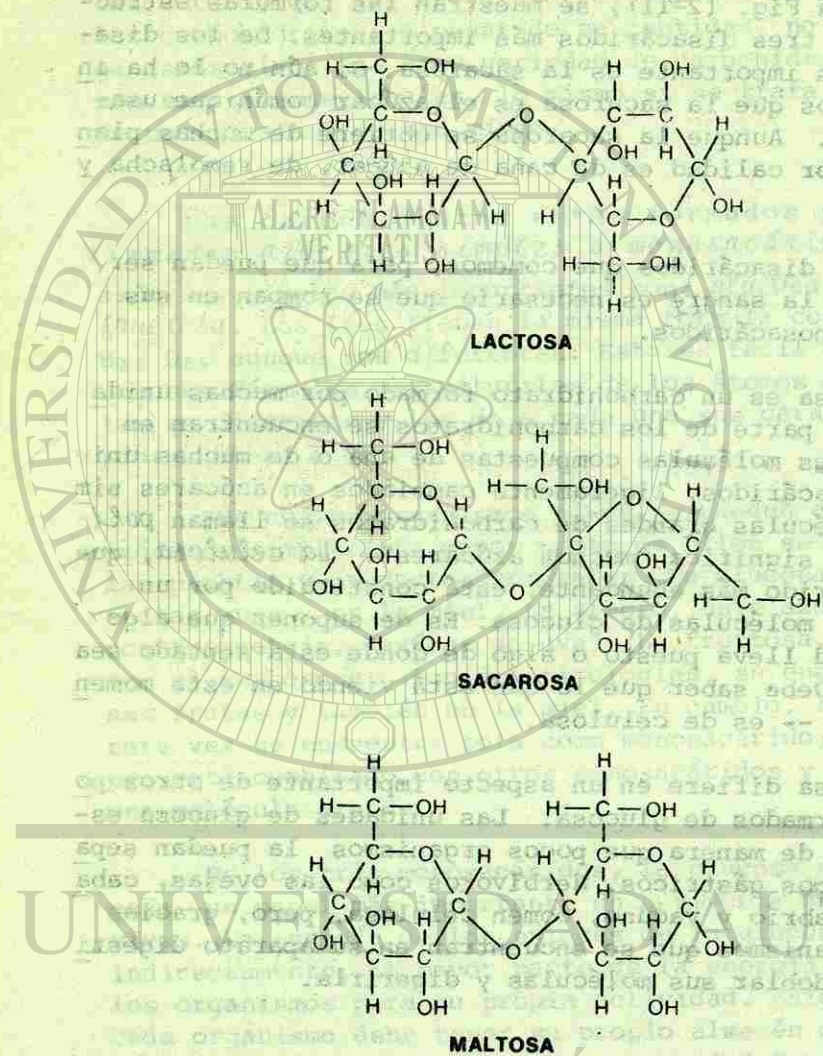


Fig. 2-11 ¿Cuáles son los monosacáridos en cada uno de estos disacáridos?

El almidón de las plantas y el glucógeno también son carbohidratos. Estos dos polisacáridos de glucosa representan un importante almacén para la glucosa. Lo importante de este tipo de almacenamiento está en que el enlace, que une las moléculas de glucosa, se rompe fácilmente. En general, la glucosa se almacena en las plantas en forma de almidón y los animales lo almacenan como glucógeno.

Las plantas almacenan el almidón en las semillas, tallos y raíces, de donde lo toman como fuente de energía para el desarrollo de nuevas plantas. A diferencia de la celulosa, el almidón puede ser digerido por la mayoría de los animales. Así, el hombre procesa el almidón en alimentos como el pan, e incluso puede ser cocido y comido directamente, como las papas.

El glucógeno es una cadena ramificada de moléculas de glucosa que se forma en el hígado y músculos de los animales mayores. Lo mismo que el almidón, los enlaces que mantienen unidas las moléculas de glucógeno son ideales para el almacenamiento de glucosa; de ahí se puede obtener rápidamente la energía.

Justifica la importancia del agua en los seres vivos.

¿Qué es materia orgánica?

El aminoácido es la unidad básica de las proteínas y el enlace que las une es el enlace peptídico. Estas dos características de los aminoácidos son un importante aspecto para la síntesis de las proteínas.

Hasta ahora, se han estudiado las moléculas que son las mismas, o casi las mismas, en todos los organismos vivos. Pero no es lo mismo, en el caso de las proteínas, puesto que en cada organismo se encuentran cientos, o tal vez, miles de proteínas diferentes. Aunque algunas de ellas pueden ser las mismas para ciertos organismos, hay la posibilidad de que en cada organismo muchas de sus proteínas sean únicas; este es un hecho importante. La gran diversidad de proteínas, al nivel molecular, es lo que cuenta para la gran diversidad de células, tejidos, órganos y organismos individuales.

Los aminoácidos, son las unidades básicas de las proteínas. Las proteínas son como cadenas de moléculas formadas por otras moléculas más pequeñas llamadas aminoácidos. Cada aminoácido representa un eslabón de la cadena. (Ver Fig. 2-12). De la misma manera que los monosacáridos son los azúcares simples de las grandes moléculas de los polisacáridos, los aminoácidos son las unidades para la formación de las moléculas de las proteínas. En la materia viva hay unos 20 aminoácidos comunes. Dentro de una proteína determinada se puede encontrar muchas veces un aminoácido. Las proteínas contienen, a menudo, varios cientos de aminoácidos.



SECCION DE PROTEINAS

Fig. 2-12 Las proteínas son largas cadenas de aminoácidos.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

En la Fig. (2-13), están las fórmulas estructurales de algunos aminoácidos, observe las similitudes y las diferencias que hay entre ellos. Todos tienen un átomo de carbono - llamado *carbono alfa*, al cual están enlazados otros cuatro - grupos diferentes de átomos. Tres de los últimos son siempre los mismos. El carbono alfa siempre tiene un átomo de hidrógeno, un grupo amino ( $\text{NH}_2$ ) y un ácido ( $\text{COOH}$ ). El grupo que es diferente para cada aminoácido se denomina radical y se representa por *R*. El grupo *R*, varía desde un átomo de hidrógeno, en el aminoácido más simple, la *glicina*, hasta grupos de átomos más complejos. Estos grupos pueden ser cadenas lineales, como la arginina, o estructuras de anillo, como el triptófano.

La estructura primaria de una molécula de proteína es la secuencia específica que siguen los aminoácidos al unirse unos a otros para formar la cadena. El comportamiento de cada proteína depende, en gran parte, de esta secuencia. Los enlaces que unen una molécula de un aminoácido con otra molécula, se forman entre el grupo amino de una molécula y el grupo ácido de la otra. El enlace químico que resulta entre dos aminoácidos se llama *enlace peptídico*. Observe que durante esta reacción química se forma una molécula de agua. Nuestro organismo, u otro que emplee como alimentos a los aminoácidos de las proteínas, tendrá necesidad de romper ese enlace peptídico. Este rompimiento se efectúa durante el proceso digestivo.

Los químicos usan con frecuencia los términos *peptido* y *polipeptido* para describir una cadena de proteínas de menos de 50 aminoácidos. Aunque ésta no es una regla precisa, la usaremos y limitaremos nuestro uso del término *proteína* para las moléculas que contengan más de 50 aminoácidos.

¿Cuántas palabras diferentes se pueden formar combinando las 28 letras del alfabeto? En realidad el número de palabras que se pueden formar es muy grande y todavía lo es mucho más el número de combinaciones de letras que se pueden hacer. -- Una cosa semejante acontece en la naturaleza cuando se forman

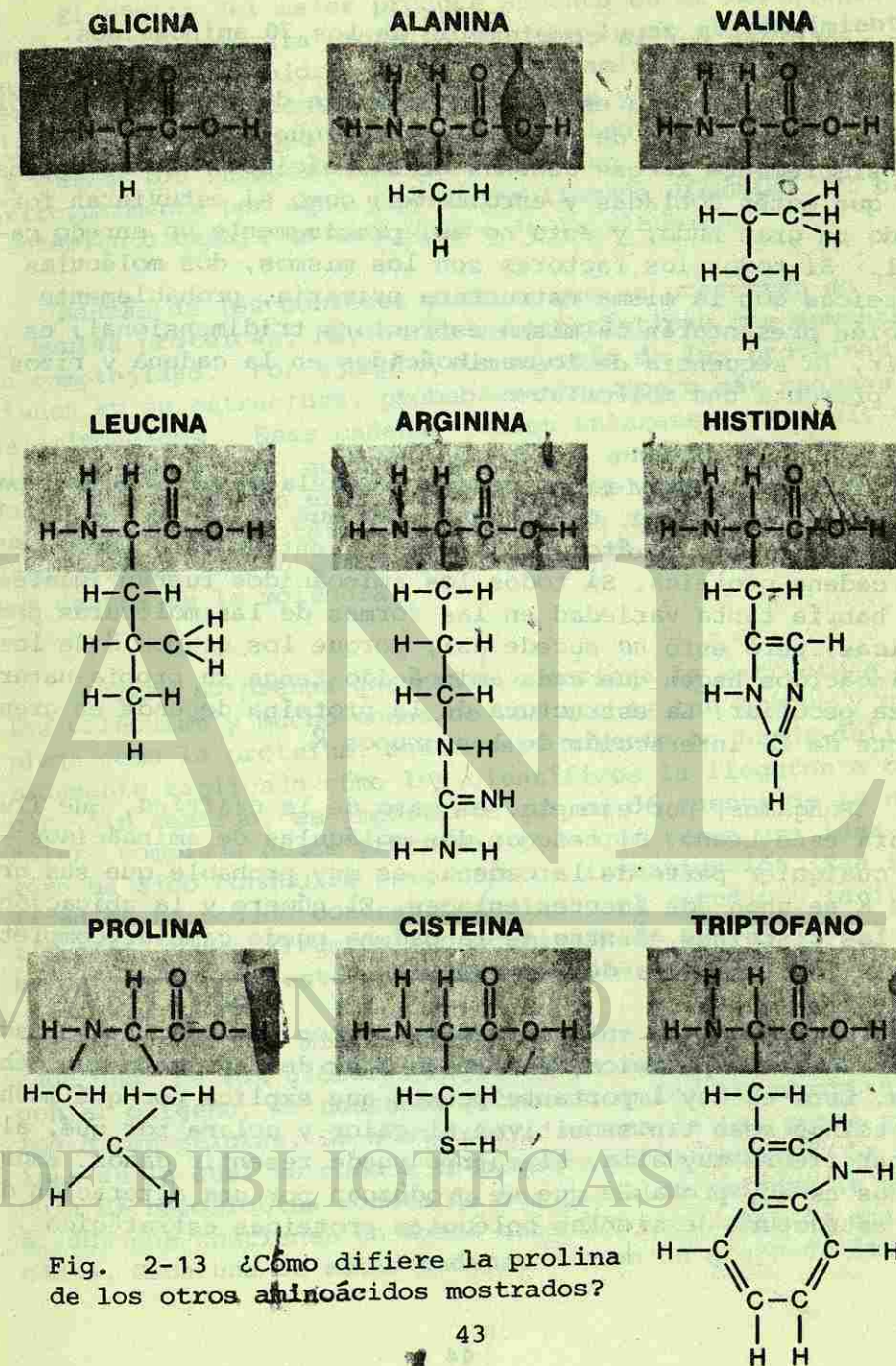


Fig. 2-13 ¿Cómo difiere la prolina de los otros aminoácidos mostrados?



las proteínas por la combinación de los 20 aminoácidos.

Si conociera la estructura primaria de una proteína sólo conocería una parte de su historia, ya que muchas de ellas no son simplemente largas cadenas de aminoácidos. Es muy probable que estén dobladas y enrolladas, como si estuvieran formando un gran nudo, y esto no es, precisamente un enredo casual. Si todos los factores son los mismos, dos moléculas proteicas con la misma estructura primaria, probablemente también presentarán la misma estructura tridimensional; es decir, la secuencia de los aminoácidos en la cadena y rizados que presenta una molécula.

Los dobleces y rizados de una molécula de proteínas dependen, principalmente, de la atracción que existe entre los átomos o grupos de átomos, que se encuentran a lo largo de la cadena proteica. Si todos los aminoácidos fueran iguales, no habría tanta variedad en las formas de las moléculas proteicas; pero esto *no* sucede así, porque los grupos R de los aminoácidos hacen que cada aminoácido tenga su propia naturaleza peculiar. La estructura de la proteína depende en gran parte de la interacción de los grupos R.

Pongamos, por ejemplo, el caso de la *cisteína*, que ilustrará este hecho. Si tenemos dos moléculas de aminoácidos en cualquier parte de la cadena, es muy probable que sus grupos R se unan con fuertes enlaces. El número y la ubicación de las cisteínas, dentro de la cadena puede cambiar completamente la estructura de esa proteína.

Muchos de los enlaces que mantienen doblada y enroscada a la molécula proteica, son los puentes de hidrógeno más débiles. Esto es muy importante puesto que explica por qué muchas proteínas sean tan sensitivas al calor y aclara por qué, al tener fiebre muy alta, el cuerpo puede resentir daños. Esos daños es muy probable que se produzcan por una alteración de la estructura de ciertas moléculas proteicas estratégicas.

El efecto del calor produce aumento en el movimiento dentro de la molécula proteica y tiene lugar el rompimiento de los enlaces de hidrógeno. El calentamiento también puede producir el rompimiento de unos enlaces y la formación de otros; esto es lo que sucede cuando calentamos un huevo y se rompen los enlaces. La clara de huevo está constituida, principalmente por agua y proteína llamada *albúmina*. El calentamiento cambia la estructura de la albúmina.

Además de los dobleces y rizados que se presentan en las moléculas proteicas, hay otras características que aumentan su complejidad. Por ejemplo, la mayoría de las proteínas tienen en su estructura, probablemente, dos o más cadenas de aminoácidos. Esas cadenas pueden enlazarse entre sí, de diversas maneras lo que da lugar a que aumente el número de dobleces y rizados en el interior de la molécula. Además, se sabe que muchas proteínas tienen átomos de diferentes clases. Estos átomos pueden estar en un número de diferentes posiciones dentro de la molécula.

Quizás sorprenda que nadie conociera la estructura de las moléculas y mucho menos de una que es tan grande y compleja como la proteína. Hasta este momento no hemos deliberadamente explicado cómo los científicos la llegaron a conocer. Sin embargo, es importante que se dé cuenta de la naturaleza compleja de las proteínas y de que tenga una idea de cómo ha sido conducido este tipo de investigación. Esa finalidad se ha podido conseguir mediante el estudio y la investigación, hasta llegar al conocimiento de su estructura. La *hemoglobina* para este propósito, es una molécula ideal.

Hay unos 280 millones de moléculas de hemoglobina en cada uno de los glóbulos rojos. Esas moléculas se combinan con el oxígeno, en nuestros pulmones, y los transportan a todas las células. La hemoglobina es una de las pocas proteínas de la cual se conoce totalmente su estructura. La molécula de hemoglobina consta de dos pares de cadenas de aminoácidos que contienen en total unas 574 moléculas de aminoácidos. Cada una de estas cadenas tienen un grupo de átomos

El efecto del calor produce cambios en el organismo.  
llamado grupo hem. Este hem, contiene el fierro, que es el elemento que proporciona el color rojo a la sangre. El hem, también es responsable de la facultad que tiene la hemoglobina para actuar como molécula transportadora de oxígeno. (Fig. 2-14).

2-34 ¿Es importante la estructura de una proteína? La respuesta es afirmativa, la estructura de una proteína es muy importante. Según las investigaciones recientes se ha visto que pequeños cambios en la estructura de una proteína pueden producir profundos cambios en la función total de un organismo. Los cambios que sufre la hemoglobina ilustran este hecho importante.

Hace unos cincuenta años fue descubierta una nueva enfermedad de la sangre llamada *anemia falciforme* (forma de hoz) a consecuencia de que los pacientes afectados por esa enfermedad, presentaban a menudo glóbulos rojos anormales, en forma de hoz. Investigaciones posteriores revelaron diferentes hechos interesantes acerca de la enfermedad. Se descubrieron que podía tener dos formas: una menos peligrosa que la otra. La benigna se encuentra ampliamente distribuida entre los nativos del África central y occidental y entre sus descendientes de América; los efectos de esta enfermedad no son del todo malos para los pacientes. Los nativos que la sufren parecen tener una mayor inmunidad a los parásitos productores de la malaria. Estos parásitos invaden los glóbulos rojos y el hecho más interesante es que esta enfermedad es hereditaria.

La verdadera naturaleza de esta enfermedad se conoció gracias a las investigaciones a nivel molecular. En 1949, unos investigadores encontraron ciertas diferencias en la molécula estructural de hemoglobina entre los pacientes de esta anemia y la de las personas sanas. Pero fue hasta 1957 que el inglés Vernon Ingram demostró, en forma precisa, la diferencia entre estas dos hemoglobinas. Demostró que en dos de las cadenas idénticas de hemoglobina, la anormal presenta un aminoácido en lugar de otro que está presente en la molé

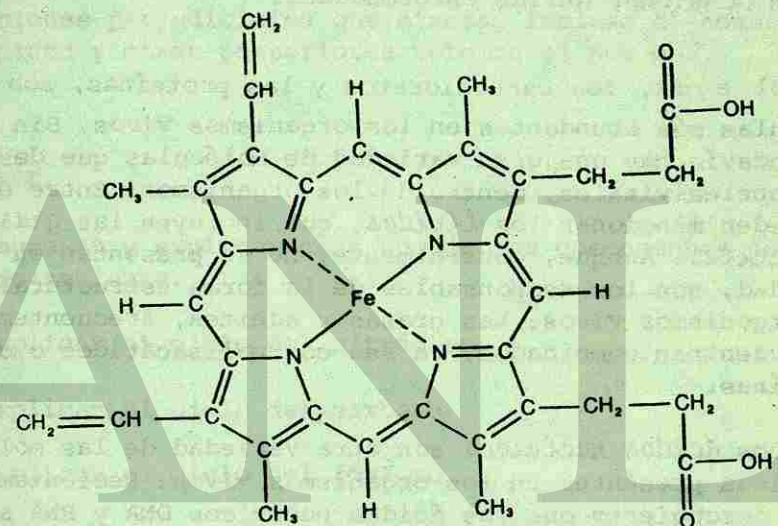


Fig. 2-14 El Grupo Hem.

cula normal. Posteriormente, Ingram mostró el lugar exacto, en la secuencia de aminoácidos, donde tiene lugar esa alteración. Encontró que en la hemoglobina normal había en el lugar del aminoácido, *ácido glutámico*; mientras que en la cadena anormal ese lugar lo ocupa el aminoácido *valina*. -- Por lo expuesto anteriormente, vemos que esa insignificante alteración, dos aminoácidos entre 574, es suficiente para cambiar toda la estructura de la proteína. Esas aparentemente pequeñas alteraciones son suficientes para producir cambios en el comportamiento de la molécula y estos cambios pueden ocasionar serias enfermedades.

El agua, los carbohidratos y las proteínas, son las moléculas más abundantes en los organismos vivos. Sin embargo, todavía hay una gran variedad de moléculas que desempeñan papeles vitales, dentro de los organismos. Entre ellas se pueden mencionar los *lípidos*, que incluyen las *grasas* y los *aceites*. Aunque, generalmente, no se presentan en gran cantidad, son los responsables de la forma estructural de los organismos vivos. Las grasas y aceites, frecuentemente se encuentran combinados, ya sea con polisacáridos o con proteínas.

Los *ácidos nucleicos* son otra variedad de las moléculas orgánicas presentes en los organismos vivos. Recientemente se ha descubierto que los ácidos nucleicos DNA y RNA son tan importantes que se les ha nombrado "las moléculas maestras". De momento, no estudiaremos su estructura; lo haremos en el capítulo cinco donde podrá adquirir los conocimientos acerca de sus estructuras.

¿Qué es una proteína? Describe la Hemoglobina como ejemplo:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3er. SEMESTRE.

ÁREA I. UNIDAD III.

MEDIO AMBIENTE Y SU ENERGÍA.

INTRODUCCIÓN.

La importancia de la relación medio ambiente-energía estriba en el equilibrio, pues al romperse éste se producen alteraciones perjudiciales que afectan incluso al hombre. En esta unidad y otras posteriores veremos el por qué.

OBJETIVOS.

- 1.- Enumerar y explicar cada uno de los componentes del medio ambiente.
- 2.- Explicar el ciclo del nitrógeno.
- 3.- Explicar el ciclo del carbono.
- 4.- Explicar el ciclo del fósforo.
- 5.- Explicar cada uno de los niveles de organización.
- 6.- Describir y mencionar cada uno de los componentes de un ecosistema.
- 7.- Describir los siguientes ecosistemas:
  - a) Tundra.
  - b) Pastizales.
  - c) Bosque.
  - d) Desierto.
- 8.- Describir los 3 tipos de transformaciones de la energía en los sistemas vivientes.

9.- Describir la fotosíntesis.

10.- Explicar el modelo heterótrofo.

11.- Describir la respiración aerobia y anaerobia.

12.- Definir los siguientes conceptos.

- |                          |                     |
|--------------------------|---------------------|
| 1.- Clorofila.           | 7.- Enzima.         |
| 2.- Cloroplastos.        | 8.- Mitocondrias.   |
| 3.- Grana.               | 9.- Fermentación.   |
| 4.- Bioenergética.       | 10.- Autótrofo.     |
| 5.- Respiración celular. | 11.- Heterótrofo.   |
| 6.- ATP.                 | 12.- Cromatografía. |

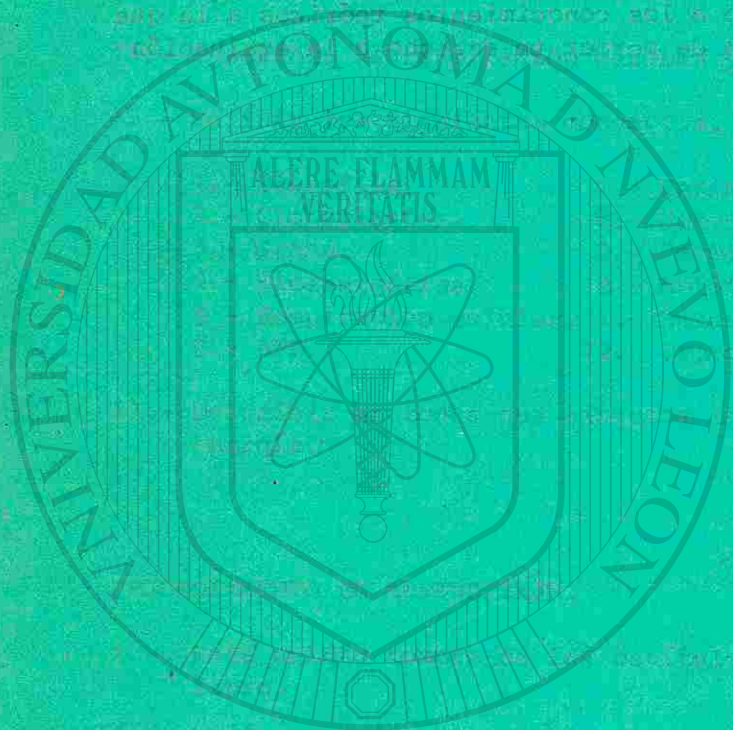
13.- Describir en todos sus aspectos la molécula universal de energía.

#### PROCEDIMIENTO DE APRENDIZAJE.

- 1.- Esta unidad comprende los capítulos 3 y 4 del presente libro.
- 2.- Observa y estudia cuidadosamente cada dibujo, tabla o figura pues son representaciones gráficas de un conocimiento.
- 3.- Tu maestro asesor y el coordinador saben las respuestas pregúntales.
- 4.- Como autoevaluación resolverás las preguntas que se encuentran al final de cada punto de los capítulos 3 y 4, lo cual tendrás que mostrar a tu maestro para que se te acredite.

#### PRERREQUISITO.

Tendrás una sesión de prácticas de laboratorio o de audiovisual como refuerzo a los conocimientos teóricos a la que deberás asistir so pena de perder tu derecho a la evaluación semanal.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DIRECCIÓN GENERAL

80  
49  
31

### CAPÍTULO III.

#### MEDIO AMBIENTE.

El medio ambiente tiene en ocasiones una mayor importancia que el medio interno de los organismos, sobre todo en lo que respecta a supervivencia de poblaciones. Los seres vivos están donde deben y no en otra parte donde el medio ambiente les sea desfavorable.

Alteraciones radicales del medio ambiente como el desecamiento de un lago, una erupción volcánica, etc., que no son soportables para determinados organismos de algunas áreas emigran, se adaptan, o la especie desaparece.

#### 3-1 COMPONENTES DEL MEDIO AMBIENTE.

La fisiología, ciencia que estudia el funcionamiento de los órganos y organismos, tiene estrecha relación con los componentes físicos de los ecosistemas; los factores físicos son el agua, aire, suelo, temperatura, etc.

El agua es el factor de mayor importancia, ya que se encuentra en toda la biósfera, sobre 3/4 partes de la superficie del planeta y es parte integrante hasta en un 92 % de los organismos vivos. Los océanos son grandes depósitos de agua y en menor grado se encuentran en ríos, lagos, pantanos y en forma de vapor en las nubes y la atmósfera. Las zonas húmedas son lugares propensos para el desarrollo de la vida y en los organismos es la base donde se efectúan todas las reacciones metabólicas. El agua sirve también como regulador de la temperatura ambiental y corporal y su viscosidad permite a un gran número de microorganismos desarrollarse en su superficie (plancton).

El aire es la mezcla de gases que forman la atmósfera, siendo los de mayor importancia ecológica el oxígeno ( $O_2$ ), el bióxido de carbono ( $CO_2$ ), el agua (vapor) y el nitrógeno ( $N_2$ ).

El oxígeno y el bióxido de carbono participan en los ciclos vitales de respiración en los animales y en plantas. Las concentraciones de los gases sobre todo oxígeno y bióxido de carbono, varían según la altura sobre el nivel del mar, la vegetación y la actividad humana, el  $O_2$  se empobrece hacia la altura de modo que en las altas cordilleras es casi imposible respirar y los hombres que viven a gran altura poseen en su sangre mayor cantidad de glóbulos rojos, facilitando así la oxidación biológica. El  $CO_2$  no estará en las mismas concentraciones en la atmósfera de los lugares de vegetación selvática que en ecosistema desierto, pues este gas lo utilizan las plantas durante la fotosíntesis; la actividad humana con la constante combustión ha acrecentado sensiblemente en las ciudades la concentración de  $CO_2$ .

La temperatura es factor dominante en el desarrollo y distribución de los seres vivos. Los organismos que son capaces de soportar variaciones fuertes de temperatura son llamados *euritermales* y *estenotermales* son los de capacidad limitada para soportar los cambios de temperatura. Cuando la temperatura de un lago sea alterada por la tala de la vegetación adyacente, el agua será más caliente algunos grados y la ictio-fauna mermará cuando menos en una especie.

El sostén físico de todas las formas de vida terrestre y del agua, habitat de los seres acuáticos, es el suelo; formado por erosión de las rocas y sedimentación. Además de sostén físico, es habitat de una gran variedad de microorganismos y donde animales superiores terrestres encuentran o forman su madriguera (tuzas, ratas, reptiles, etc.). El suelo no tiene la misma composición química ni estructural en todas partes, ni sufren la misma intemperización, lo que podemos observar al comparar un suelo de bosque con un suelo desierto o pradera; varía así mismo en profundidad, porosidad, humedad, pH y estas características permiten a

a las diferentes formas de vida desarrollarse cada una donde mejore adapte. Siendo las plantas los organismos productores y dependientes éstas directamente de los nutrientes del suelo, debemos considerar el sustrato sólido (suelo) y sus características un factor de los más importantes en la estabilidad de los ecosistemas.

### 3-2 LOS CICLOS DE LA MATERIA.

Al analizar la composición química de los seres vivos, encontramos que éstos están compuestos básicamente por carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo, azufre y agua; elementos de los cuales se podría pensar que con el crecimiento de las poblaciones de seres vivos en general (plantas y animales) podría agotarse, sin embargo, no es así. La materia es usada y vuelta a usar cíclicamente y, un ejemplo sencillo de esto lo podemos observar en nuestra respiración y la fotosíntesis de las plantas, mecanismos indispensables el uno para el otro. Los desechos de la respiración ( $CO_2$ ) son aprovechados en la fotosíntesis de la que resulta oxígeno necesario para la respiración. El camino que sigue la materia desde que se deposita en el sustrato y su paso a través de una cadena alimenticia y vuelta a depositar es lo que se denomina un ciclo biogeoquímico.

#### CICLO DEL NITRÓGENO.

El nitrógeno es el mayor componente de la atmósfera terrestre (78 %) y es un elemento de vital importancia para los seres vivos (vegetales y animales) puesto que el nitrógeno es básico en la formación de las proteínas que son indispensables para todos los seres vivos.

El nitrógeno es producido en forma de amoníaco ( $NH_3$ ), mediante la descomposición bacteriana de cadáveres de animales y restos muertos de vegetales. La fijación para la utilización del nitrógeno es en forma de nitratos los cuales son producidos en dos formas: 1) *fijación biológica*, que se realiza mediante la acción de las bacterias del suelo (*Rhizobium*) que viven en las raíces de las leguminosas, formando

1020115334

nódulos; 2)  *fijación atmosférica*, la cual es producida por los fenómenos físico-químicos de los rayos y relámpagos al transformar el nitrógeno en ácido nítrico, el cual es disuelto por las lluvias pasando finalmente a las plantas al absorber éstas agua y minerales.

Los vegetales son la reserva de nitrógeno para los animales y éstos excretan los sobrantes a través de sus productos de desechos como *urea*.

Finalmente, el nitrógeno es devuelto a la atmósfera por la acción de bacterias desnitrificantes y erupciones volcánicas y una mínima parte se pierde en los depósitos internos de la corteza terrestre. Fig. 3-1.

#### CICLO DEL CARBONO.

El carbono es, en los seres vivos, un elemento que está presente en su composición en un alto porcentaje; ya que en las proteínas, carbohidratos y demás componentes de los seres vivos entre el carbón en su composición; por lo tanto, los seres vivos pueden considerarse como el depósito más importante del mismo. El carbono se encuentra disuelto en la atmósfera en forma de  $CO_2$  (bióxido de carbono), el cual es utilizado como materia prima en la fotosíntesis junto con el agua para formar azúcares, los cuales van pasando en la cadena alimenticia suministrando energía. Podría pensarse que como existe gran cantidad de plantas superiores y algas, éstas terminarían fácilmente con el  $CO_2$  atmosférico al utilizarlo en la fotosíntesis, pero no es así, ya que las actividades de los mismos vegetales y animales están produciendo y renovando constantemente el  $CO_2$ . Por otra parte, los cadáveres de animales y restos de plantas son descompuestos por hongos y bacterias mediante procesos de putrefacción y fermentación convirtiendo el carbono de los despojos en forma gaseosa de  $CO_2$  y, de esta manera restituyéndolo a la atmósfera.

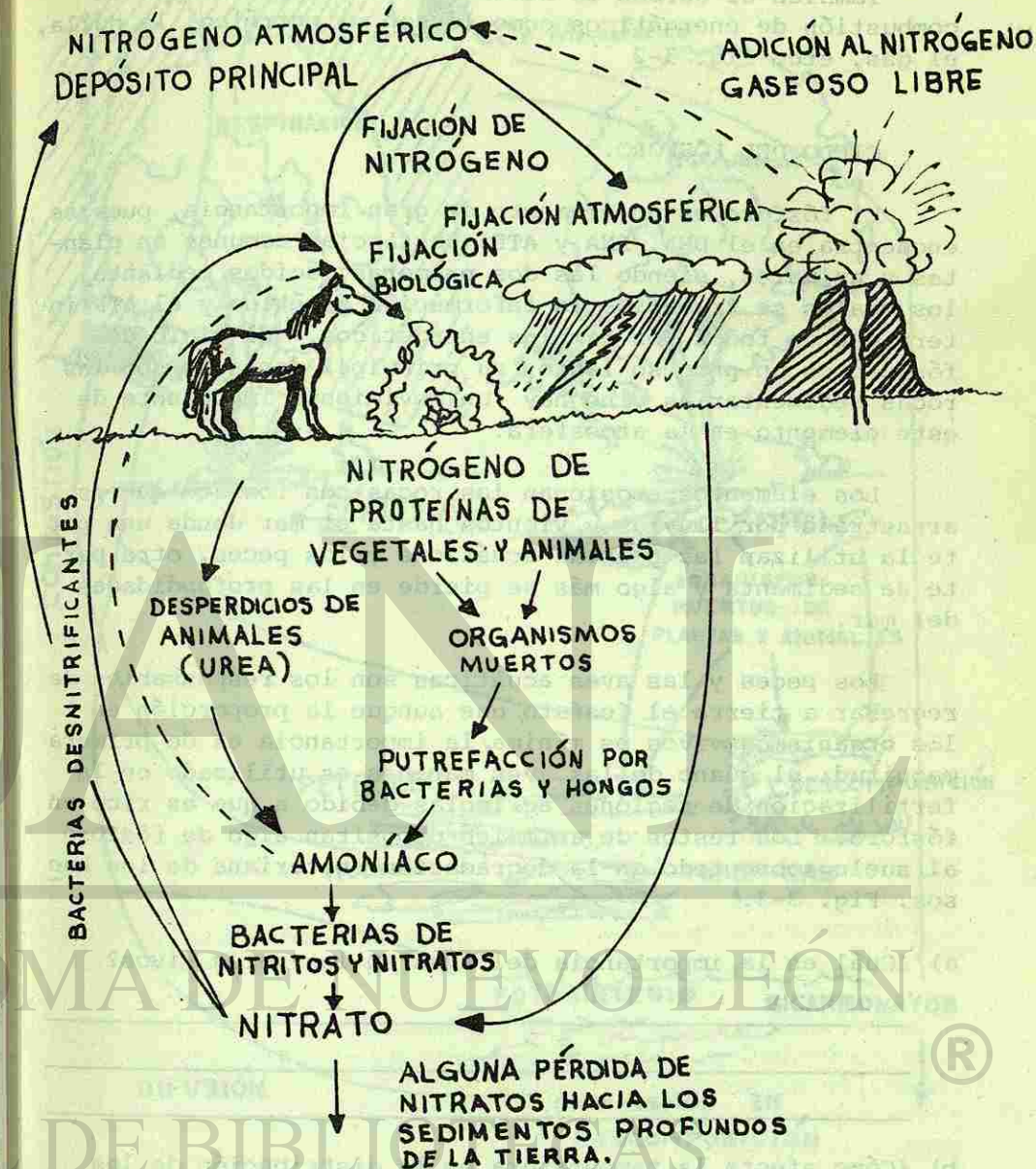


Fig. 3-1 Ciclo del Nitrógeno.

También el carbón es devuelto a la atmósfera por la combustión de energéticos como lo son el petróleo, la hulla, el gas, etc. Fig. 3-2

#### CICLO DEL FÓSFORO.

El fósforo es un elemento de gran importancia, pues se encuentra en el DNA, RNA y ATP; sustancias comunes en plantas y animales, siendo las dos primeras, ácidos mediante los cuales se transmite la información genética y el ATP interviene en todos los cambios energéticos. El ciclo del fósforo es un proceso lento, su principal depósito son las rocas sedimentarias y no hay un movimiento importante de este elemento en la atmósfera.

Los elementos erosionan las rocas con fosfato que es arrastrado por lluvias y vientos hasta el mar donde una parte la utilizan las plantas acuáticas y los peces, otra parte se sedimenta y algo más se pierde en las profundidades del mar.

Los peces y las aves acuáticas son los responsables de regresar a tierra el fosfato, que aunque la proporción en los organismos vivos es mínima, la importancia es de primera magnitud; el guano de las aves marinas es utilizado en la fertilización de regiones agrícolas debido a que es rico en fósforo. Los restos de animales depositan algo de fósforo al suelo sobre todo en la degradación bacteriana de los huesos. Fig. 3-3.

a) ¿Cuál es la importancia del agua en los seres vivos?

---



---

b) ¿Cómo afecta la temperatura en la distribución de los seres vivos?

---



---

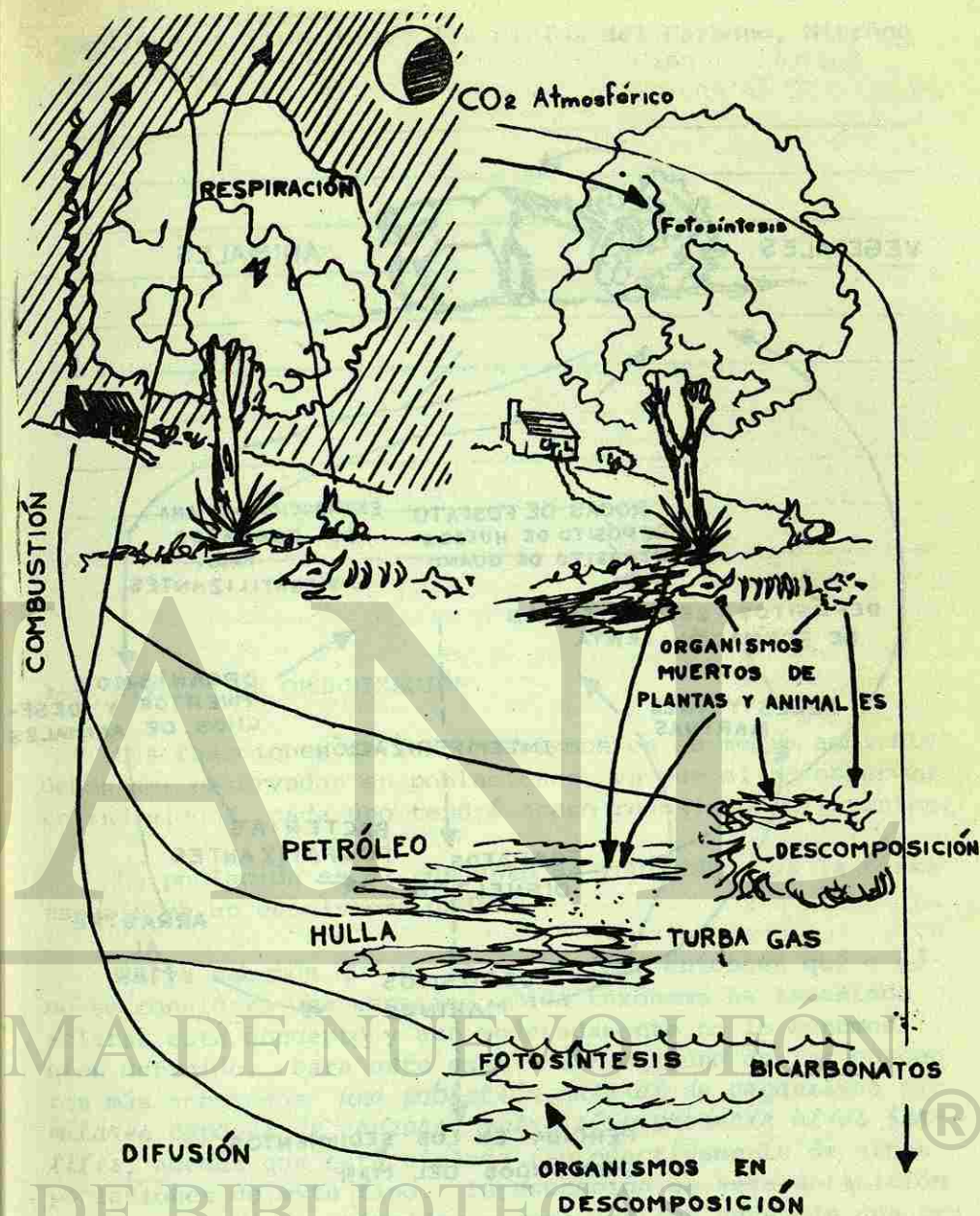


Fig. 3-2 Ciclo del Carbono.



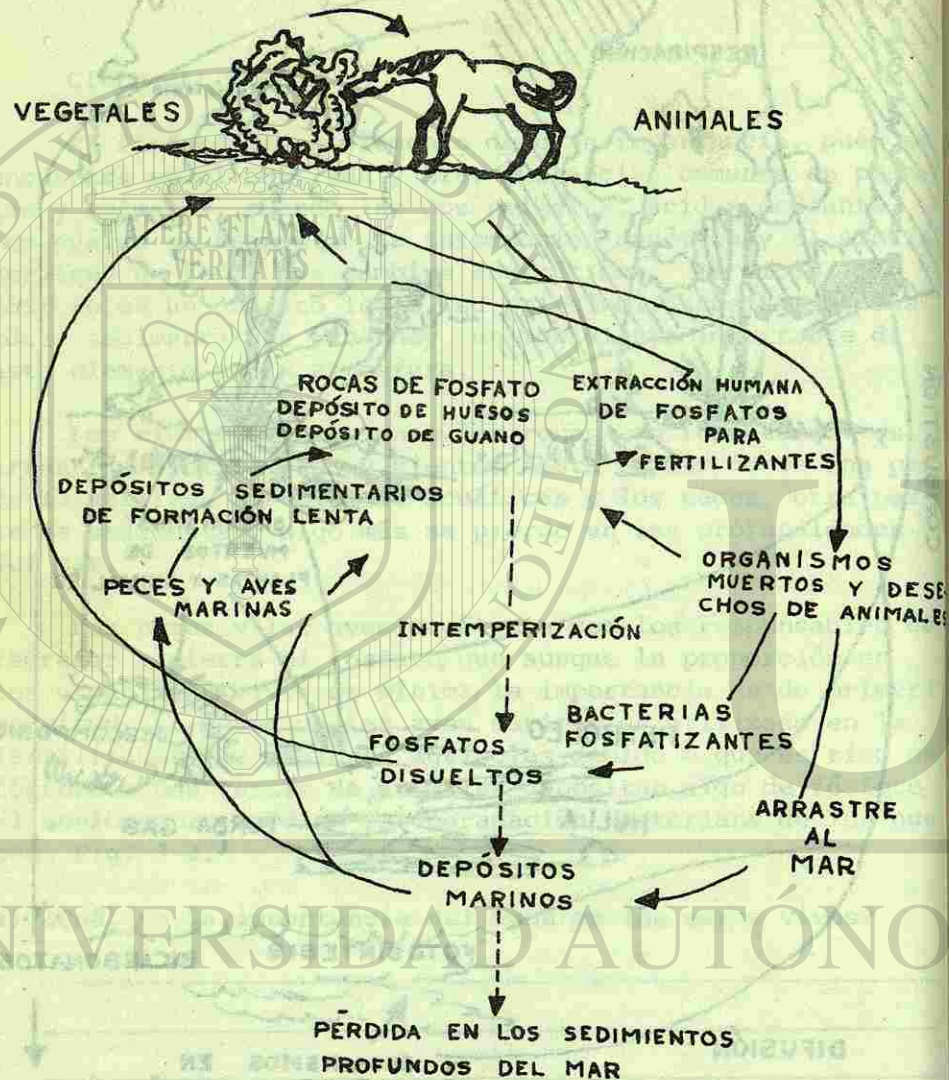


Fig. 3-3. Ciclo del Fósforo.

c) Explique en forma breve los ciclos del Carbono, Nitrógeno y Fósforo.

### 3-3 NIVELES DE ORGANIZACIÓN.

Las reacciones de los organismos en su medio ambiente deben ser observadas en poblaciones, ya que si se observan en individuos, cada uno tendrá acaso reacciones diferentes.

La población es el conjunto de individuos de la misma especie en un ecosistema dado.

Si ya sabemos qué es la población, entonces qué o cómo se considera una especie? Cada taxónomo ha intentado aclarar este concepto y aun moderadamente no lo tenemos bien definido. Para este caso tomaremos uno de los conceptos más acertados: una población natural de organismos similares capaces de cruzarse entre sí y producir hijos fértiles, además que está aislada reproductivamente de otras poblaciones de este tipo. La excepción de esta definición son los organismos híbridos o sean los que nacen de una cruce entre dos especies diferentes.

Para realizar estudios en los ecosistemas, los ecólogos han diferenciado varios niveles de organización entre los seres vivos. Estos niveles van de lo simple a lo complejo teniendo como principio a la *Molécula*. Las moléculas a su vez forman *Células*. Cuando un número determinado de células son iguales y desempeñan un mismo trabajo, se constituye un *tejido*. Diferentes tejidos forman un *Órgano* y un conjunto de estos se denomina *Sistema de Órganos*. Ascendiendo en complejidad está el *individuo* formado por sistemas que es además el centro de todos los niveles ya que hacia arriba de éste encontramos el nivel llamado *población*, descrita anteriormente. Un grupo de poblaciones reunidas dan lugar a una *comunidad*. El medio ambiente actuando recíprocamente con todas las comunidades de animales y plantas determina un *ecosistema*. Una zona que abarca la zona terrestre donde haya vida o sea desde las zonas marinas profundas hasta la altura máxima de vuelo de algunos pájaros es llamada *biósfera*. Esta zona de vida en relación con el medio ambiente da lugar al nivel más complejo de organización: La *Ecósfera*. Fig. 3-4

#### ECOSISTEMAS.

Un ecosistema es la interacción entre el material abiótico (medio ambiente) con plantas y animales y entre éstas a su vez en un área determinada; el ecosistema es la unidad básica en estudios ecológicos.

Al principio del capítulo se estudió el material abiótico, nos queda entonces describir el material biótico, (plantas y animales) de un ecosistema:

- 1: ORGANISMOS PRODUCTORES (Vegetales), autótrofos, utilizan la energía solar y los nutrientes del suelo para sintetizar sus propios alimentos y la formación de sustancias ricas en energía.
- 2: HERBÍVOROS (comedores de plantas), Heterotrofos, toman de las plantas la energía necesaria para vivir, gastan

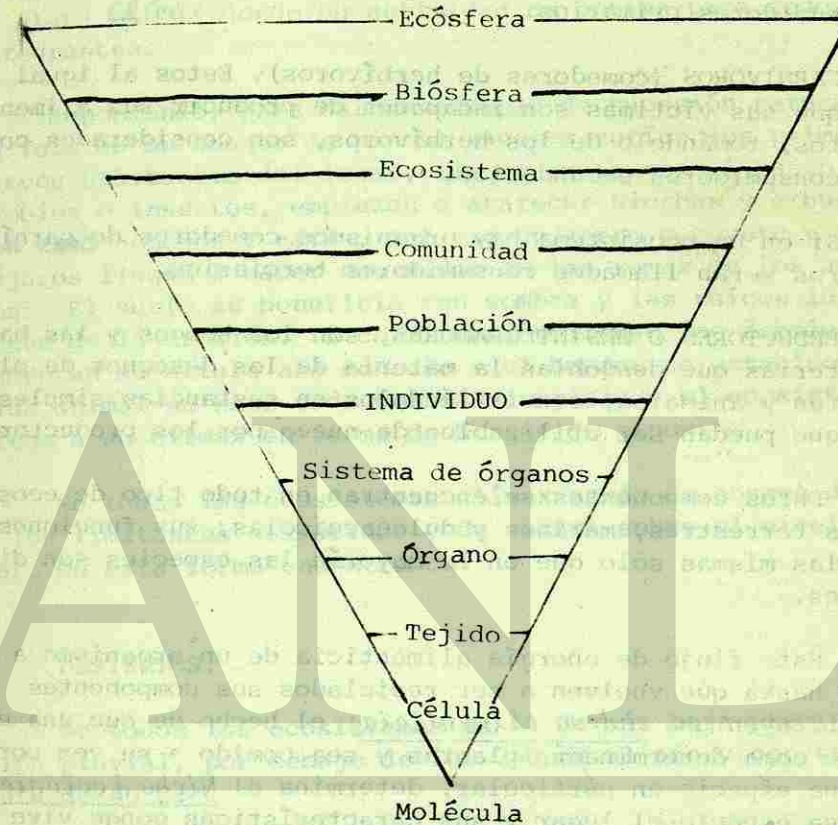


Fig. 3-4. Niveles de organización de los seres vivos.

do al igual que ellas parte de esa energía en la realización de sus funciones vitales (crecer, reproducir, comer, etc.)

Los herbívoros se consideran en un ecosistema como consumidores primarios.

- 3º CARNIVOROS (comedores de herbívoros). Estos al igual que sus víctimas son incapaces de producir sus alimentos, tomándolo de los herbívoros, son considerados como consumidores secundarios.
- 4º Si en un ecosistema hay organismos comedores de carnívoros serán llamados consumidores terciarios.
- 5º REDUCTORES O DESINTEGRADORES, son los hongos y las bacterias que desdoblán la materia de los desechos de plantas y animales, convirtiéndolos en sustancias simples que puedan ser utilizables de nuevo por los productores.

Estos componentes se encuentran en todo tipo de ecosistemas terrestres, marinos y dulceacuícolas; sus funciones son las mismas solo que en la mayoría las especies son diferentes.

Este flujo de energía alimenticia de un organismo a otro hasta que vuelven a ser reciclados sus componentes constituyen una cadena alimenticia; el hecho de que una especie coma determinadas plantas y sea comido a su vez por alguna especie en particular, determina el Nicho Ecológico de esa especie; el lugar y sus características donde vive un organismo es denominado su Habitat.

Un ecosistema que tenga más especies que otro, tendrá más estabilidad que el que contenga pocas especies, ya que los nichos ecológicos de algunas plantas o animales pueden ampliarse y cubrir los huecos de alguna especie que desaparezca.

Los mecanismos de cualquier tipo, tendientes a mantener estable un ecosistema son llamados Homeostáticos.

Los disturbios que llegan a presentarse alterando el buen funcionamiento de un ecosistema como sería un fuego, la tala de un bosque, etc., da lugar a una serie de cambios o etapas llamados Sucesión Natural, durante los cuales el ecosistema intentará recuperarse hasta su forma original o su etapa clímax donde su actividad es óptima para todos sus integrantes.

Suponiendo, para dar un ejemplo de sucesión natural, la tala de un bosque de pinos; zacates serían los primeros nuevos habitantes del lugar, llegan junto con el pasto microbios e insectos, empiezan a aparecer hierbas y arbustos, **con esto** conejos y ratas, tal vez un zorro o coyote y los pájaros llegan a hacer sus nidos en las ramas de los arbustos. El suelo se beneficia con sombra y las raíces lo protegen de la erosión. A continuación llegan los árboles que aumentan su altura año con año y el bosque se establece, la vida animal se hace cada vez más compleja y el ecosistema llega a su clímax en forma de bosque de pinos.

No todos los ecosistemas clímax serán de bosque, debido a los limitantes climáticos y de altura sobre el nivel del mar. De esta forma encontramos:

#### DESIERTOS.

De todos los ecosistemas es el de más baja precipitación pluvial, por debajo de los 250 mm al año y con temperatura de 48°C.

#### TUNDRA.

Con hierbas cuyo desarrollo es de dos meses o de menos y el resto del tiempo éstos terrenos se cubren de hielo o nieve. La precipitación pluvial no sobrepasa los 200 mm anuales, siendo sin embargo muy húmeda, ya que el calor no es suficiente para desecar el agua ya existente.

PASTIZALES.

La precipitación pluvial varía de 250 a 750 mm anuales y se localizan en las zonas templadas del planeta.

BOSQUE.

Con precipitación pluvial entre 750 a 1500 mm al año y de clima frío o templado.

a).- Ordene los niveles de organización en la materia viva.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

b).- Cite cuatro ejemplos de organismos productores y cuatro de consumidores.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

c).- Enuncie las características propias de los siguientes ecosistemas.

a) Desierto: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

b) Tundra: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

c) Pastizal: \_\_\_\_\_

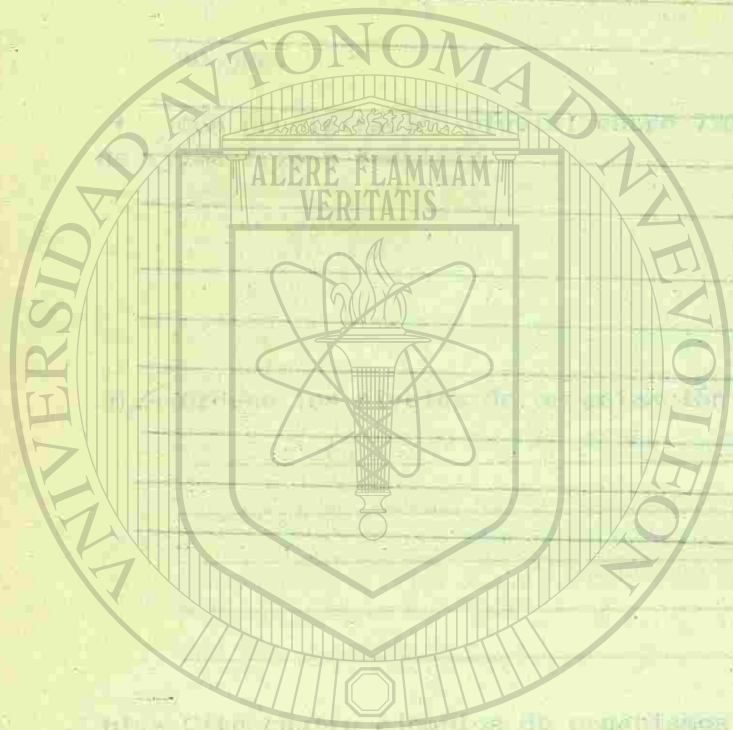
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

d) Bosque: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

#### CAPÍTULO IV.

#### ENERGÍA.

Todos los sistemas vivientes necesitan un suministro adecuado de energía. Puesto que las células mantienen un "orden" increíble en cuanto a organización y función se refiere, es necesario un suministro adecuado de energía para mantener dicho orden, sin el cual la célula llegaría a un trastorno tal, que provocaría la muerte.

Para darnos una idea de la importancia de la energía para los seres vivos imaginemos una fábrica donde se procese a cero ¿qué sucedería si le cortáramos el suministro de la corriente eléctrica y gas a dicha fábrica? Es indudable que sería imposible que siguiera funcionando, por otra parte imagine que le sucedería a un animal al cual le quitamos su alimento diario? es indudable que moriría de hambre; o de otra manera: habría un cese de funciones por falta de suministro de energía a las células que lo componen.

La esencia de la vida misma es el flujo interminable de energía que circula por el interior de una célula, de una célula a otra y de un organismo a otro organismo.

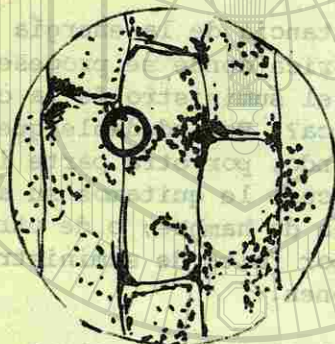
El estudio de las transformaciones de energía de los organismos se denomina *Bioenergética* y en el mundo biológico se pueden distinguir 3 tipos importantes de transformaciones:

- a) La energía radiante de la luz solar es capturada mediante un pigmento verde presente en las plantas verdes, llamado *clorofila*, dicha energía es transformada mediante el proceso de fotosíntesis en energía química para la manufactura de carbohidratos.

Fig. 4-1



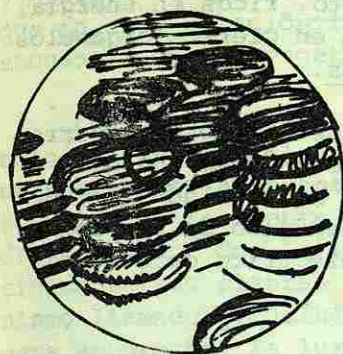
Las hojas de las plantas emiten oxígeno como un subproducto de la fotosíntesis, en el dibujo se representa una hoja de *Elodea*.



La fotosíntesis se efectúa en los cloroplastos, en el dibujo se señala con un círculo un cloroplasto de las células de *Elodea*.



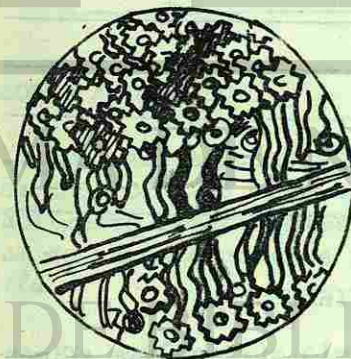
Al aumentar el círculo se observa la forma del cloroplasto.



Al aumentar el pequeño círculo marcado en el cloroplasto se observan las estructuras llamadas granas en forma de monedas.



Al aumentar la grana se observan las unidades fotosintéticas en forma oval.



Al aumentar las unidades fotosintéticas se observan las moléculas de clorofila que pueden estar mezcladas con otros pigmentos.

b) El segundo tipo de transformaciones de la energía; es la transformación de la energía química de los carbohidratos por medio de un proceso llamado *respiración celular* en energía de *enlaces fosfato*, ricos en energía, esta transformación tiene su sede en ciertos organelos de la célula llamados *mitocondrias*.

c) El tercer tipo de transformación de la energía ocurre cuando la energía química de estos *enlaces fosfatos* es utilizada por las células para hacer algún tipo de trabajo, por ejemplo el trabajo mecánico de una contracción muscular, o un trabajo eléctrico de conducir un impulso nervioso.

#### LA MOLÉCULA DE LA ENERGÍA.

El 2o. tipo de transformación de energía es la manufactura de enlaces químicos de fosfato, dichos enlaces están constituidos en una molécula: *trifosfato de adenosina*.

Es importante saber que todos los tipos de células ya sea de un músculo de un animal o una célula de algún árbol obtienen su energía para ulteriores transformaciones de esta misma molécula ATP.

¿Conoces otros tipos de energía?, Enuméralos:

#### FLUJO DE ENERGÍA EN LOS SISTEMAS VIVIENTES.

Todos los animales, obtienen su energía de los alimentos que comen; todos los organismos se encuentran en algún eslabón de la cadena alimenticia que en última instancia

tiene su base en los vegetales, (productores) es decir que todo el alimento y toda las energías proceden del mundo vegetal; por ejemplo el coyote que subsiste a base de conejos y estos a su vez subsisten a base de vegetales, es evidente que en esta relación la base de la energía alimenticia se encuentra en los vegetales.

Las plantas para crecer necesitan agua, bióxido de carbono, sales minerales y nitrógeno, además de que necesitan un suministro abundante de energía radiante de la luz solar, esta luz es la fuente primaria de toda la energía biológica del planeta. Con la luz, y los elementos mencionados anteriormente las plantas sintetizan azúcares, mediante un mecanismo llamado *fotosíntesis*. Los organismos con la capacidad para aprovechar la luz y fabricar sus alimentos a partir de dichos elementos simples reciben el nombre de *autótrofos*; en cambio los organismos que no pueden fabricar sus alimentos, (animales) a partir de materiales simples reciben el nombre de *Heterótrofos*.

¿Por qué es necesario un suministro de energía a las células vivientes?

#### MODELO AUTOTROFO:

Todas las plantas verdes poseen ciertos organelos llamados *cloroplastos*, que son unas estructuras de color verde, fácilmente reconocibles con el microscopio fotónico, el color de estos organelos proviene de un pigmento llamado *clorofila*.

La molécula de clorofila está formada por muchos átomos de carbono y nitrógeno dispuestos en un anillo complejo que se parece a la porción *Hem* de la hemoglobina, pero en lugar

de un átomo de hierro, en el centro encontramos un átomo de magnesio.

La clorofila se encuentra en unos cuerpos pequeños llamados *grana* los cuales se encuentran dentro de los cloroplastos.

El proceso de fotosíntesis se puede representar mediante una ecuación simple:



¿En qué parte de los vegetales se lleva a cabo la fotosíntesis?

---

---

---

---

En el proceso la clorofila es la molécula que - - absorbe la luz solar y hace que salten uno o dos electrones de ciertos átomos de la molécula de clorofila cuya energía obtenida se utiliza para formar el enlace químico del ATP o "Molécula almacenadora de energía"; esta molécula se utiliza en los trabajos químicos que se ejecutan en el cloroplasto.

La molécula de agua se rompe durante las reacciones de la transformación de la luz, los átomos de hidrógeno son transferidos posteriormente a moléculas que se están sintetizando en el cloroplasto; por otro lado los átomos de oxígeno liberado al romperse la molécula de agua se combinan para formar moléculas diatómicas de oxígeno gaseoso que se libera como subproducto.

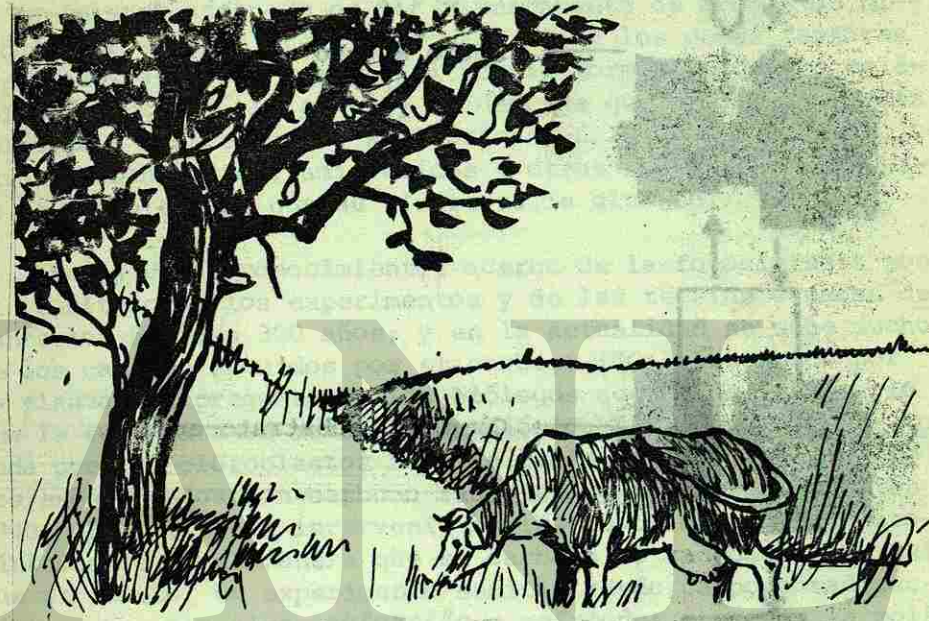
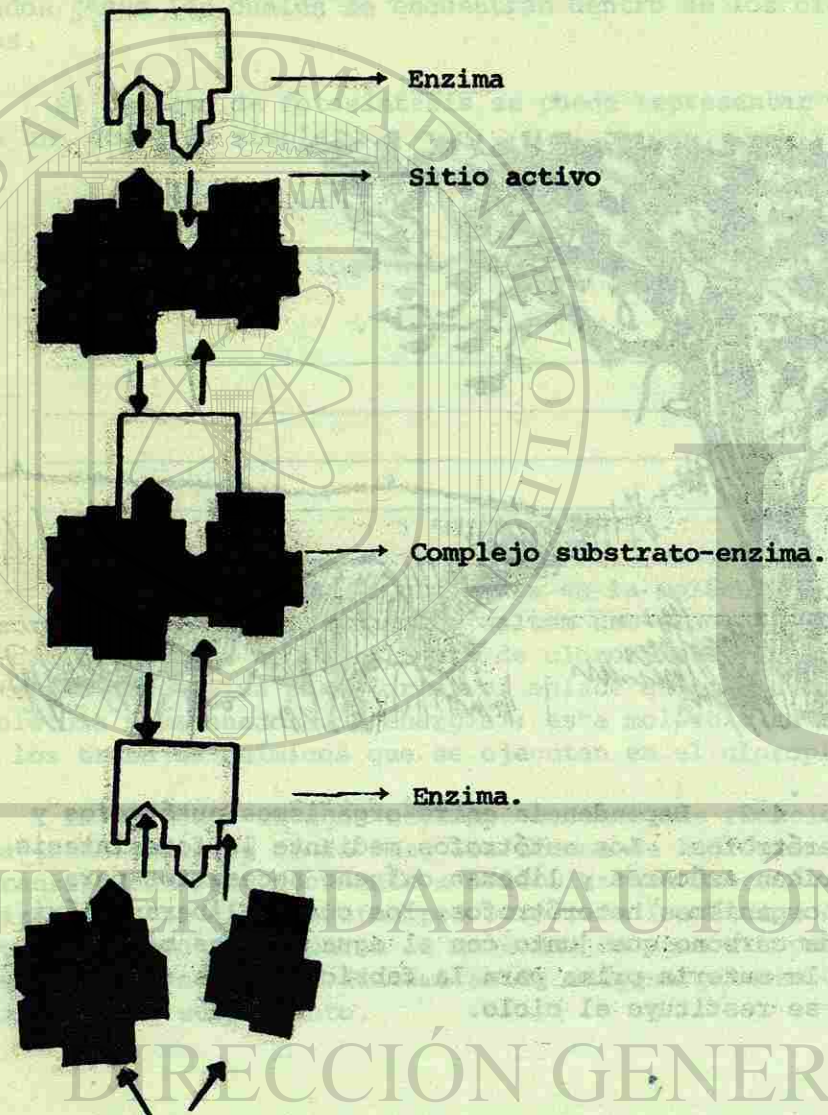


Fig. 4-2 Dependencia entre organismos autótrofos y heterótrofos. Los autótrofos mediante la fotosíntesis fabrican azúcares y liberan oxígeno necesarios para los organismos heterótrofos; los cuales liberan bióxido de carbono que junto con el agua y sales minerales son la materia prima para la fabricación de azúcares y así se restituye el ciclo.



Fig. 4-3 Las enzimas son catalizadores orgánicos muy específicos, funcionan como una llave y su cerradura.



Productos

### SÍNTESIS EN LOS CLOROPLASTOS.

Las reacciones descritas anteriormente se efectúan en presencia de luz; las reacciones que se efectúan en los cloroplastos (la segunda fase) requiere de bióxido de carbono y puede realizarse en la obscuridad por lo que se les denomina *reacciones oscuras*. Dichas reacciones se llevan a cabo con un suministro adecuado de ATP y una fuente de átomos de hidrógeno de elevada energía, con el  $\text{CO}_2$  y los demás factores implicados aquí dan como resultado la formación de una molécula de glucosa, más aún hay evidencias que a partir de esta molécula y por reacomodo se fabrican en los cloroplastos otros carbohidratos, aminoácidos y otras moléculas, todo esto al mismo tiempo que se sintetiza la glucosa.

Todos estos conocimientos acerca de la fotosíntesis son el resultado de los experimentos y de las teorías creadas durante los últimos 300 años; y en la actualidad se sabe mucho de los caminos seguidos por el carbono ( $\text{CO}_2$ ) absorbido por la planta; la pregunta de los biólogos acerca de qué era lo que le sucedía a la molécula de bióxido de carbono al ser tomada por los cloroplastos fue más tarde contestada mediante los experimentos con carbono radioactivo  $^{14}\text{C}$ , descubierto en 1940, el cual puede intervenir en las reacciones de la fotosíntesis de igual manera que el carbono no radioactivo. Así que se ideó un experimento suministrando carbono radioactivo a una sola alga, *Chlorella* y así poder rastrear la molécula  $\text{CO}_2$  radiactiva que permitiera estudiar sus transformaciones químicas; de esta manera se empezó a detectar el camino que seguía el carbono, que con el desarrollo de la técnica de  *cromatografía* se pudieron analizar los productos fotosintéticos.

Describe brevemente qué situación presentaría la humanidad, si el hombre fuera autótrofo.

---



---



---



---

#### MODELO HETEROTROFO:

A diferencia de las células autótrofas, las células heterótrofas no pueden transformar la energía luminosa en energía química, sino que deben obtener y utilizar las moléculas alimenticias como son los carbohidratos, las grasas y los aminoácidos, sintetizados por otras células.

Las células autótrofas y heterótrofas son mutuamente dependientes, las primeras necesitan del  $\text{CO}_2$  en su actividad sintética y dan oxígeno como subproducto, las heterótrofas necesitan la energía de las moléculas alimenticias que han sido elaborados por las autótrofas, el  $\text{CO}_2$  es un subproducto de las células heterótrofas que se reintegra a la atmósfera para el mantenimiento de las células autótrofas.

#### ENZIMAS:

Todas las reacciones metabólicas de las células autótrofas y heterótrofas para la obtención, transformación y aprovechamiento de la energía, se realizan con ayuda de ciertos catalizadores, que aceleran o retardan las reacciones químicas, dichos catalizadores son moléculas de proteína, denominadas *enzimas*, las cuales a menudo están unidas a una proteína.

Los organismos vivos tienen muchas clases de enzimas, las partes no proteínicas de ellas están formadas por minerales como el *hierro* y por vitaminas como las del complejo B, además las enzimas son *específicas*, es decir que cada tipo de enzima actúa en un solo tipo de reacción, la cual depende de la estructura molecular y de la forma de la enzima; una enzima y una molécula sobre la cual actúa encajan exactamente como la cerradura y la llave; por lo tanto la función de la enzima está determinada por su estructura química.

#### CENTRALES DE ENERGÍA:

Las células contienen pequeñas estructuras citoplasmáticas denominadas *mitocondrias*; llamadas a menudo "Centrales de Energía de la Célula", ya que en ellas se llevan a cabo todas las reacciones químicas que conducen al paso de la energía de las moléculas alimenticias al del enlace químico del ATP.

La molécula del ATP está formada por dos compuestos orgánicos unidos a una cadena de 3 grupos fosfato, los compuestos orgánicos son: *La ribosa*, formado por 5 carbonos, los grupos fosfato contienen un átomo de fósforo y 3 de oxígeno, la mayor parte de la energía del ATP se encuentra en los enlaces de los dos grupos fosfato del extremo, esta energía se utiliza para hacer trabajo celular.

La molécula que acepta el grupo fosfato del ATP gana energía y se activa pudiendo así reaccionar con otras moléculas en la célula, en esta forma la energía del ATP se utiliza para disminuir la energía de activación necesaria para muchas reacciones químicas importantes para el crecimiento y reproducción de las células.

El ATP es usado y resintetizado continuamente, cuando un ATP libera un grupo fosfato rico en energía se convierte en "Difosfato de adenosina" (ADP) y cuando libera 2 grupos fosfatos se convierte en monofosfato de adenosina (AMP) para formar nuevamente una molécula de ATP, el ADP se combina con un grupo fosfato, y el AMP, con dos grupos fosfatos.

Los usos de la energía transportada por el ATP son muy diversos, por ejemplo en la formación de proteínas implica un gasto de energía en forma de ATP, lo mismo que para transportar sustancias hacia la célula y organizarlas en su interior, (transporte activo); para sacar sustancias de desecho fuera de la célula, en la actividad muscular, durante la división celular, etc. En resumen el ATP es el transportador universal de energía de todas las células vivas; cuando un

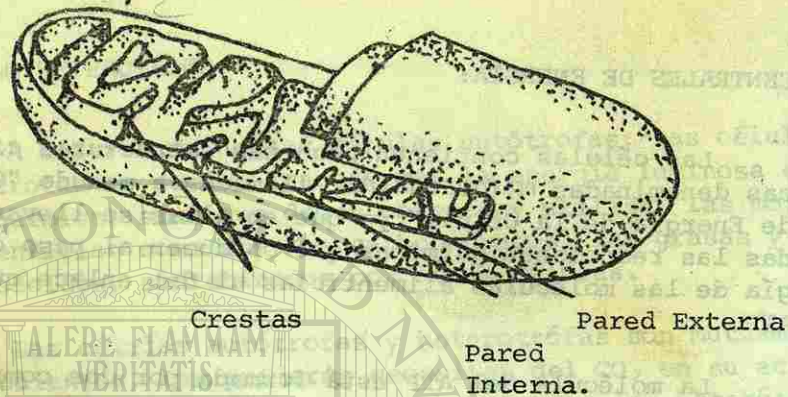


Fig. 4-4 Estructura de una Mitocondria.

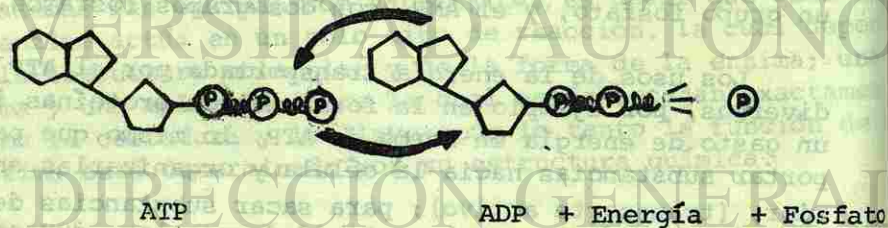
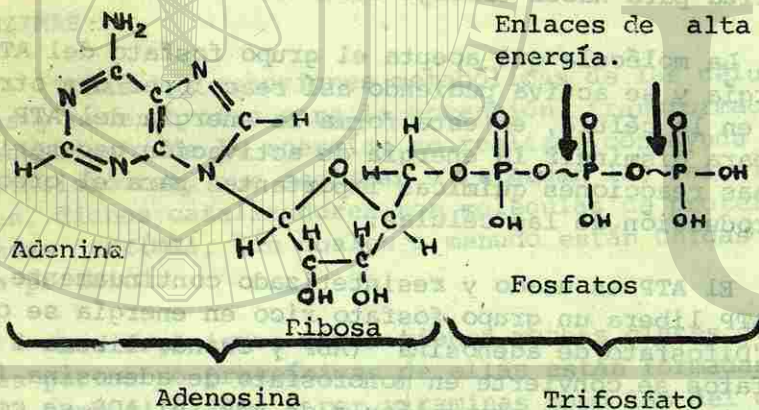


Fig. 4-5 Fórmula química del trifosfato de adenosina.

hombre camina, cuando un pájaro vuela, cuando un capullo se abre, cuando se reproduce un protozoo, se gasta ATP, las nuevas moléculas de ATP que se forman a partir de ADP y fosfato, se llevan a cabo a través de una serie de reacciones que proporcionan energía y son catalizadas por enzimas.

Nombra 6 actividades del hombre que incluyen gasto de energía en forma de ATP.

- |          |          |
|----------|----------|
| 1. _____ | 4. _____ |
| 2. _____ | 5. _____ |
| 3. _____ | 6. _____ |

En caso de no poder contestar, debes leer de nuevo el párrafo anterior.

REACCIONES DE LIBERACIÓN DE ENERGÍA:

El término respiración se emplea con referencia a los procesos por medio de los cuales las células animales y vegetales, utilizan moléculas alimenticias y transfieren su energía al ATP; no debe confundirse este término con el hecho de inspirar y expirar; sino más bien se emplea este término de respiración a nivel celular.

La descomposición de las moléculas alimenticias; como la glucosa se efectúa en 2 pasos:

- 1: *Respiración anaerobia:* La descomposición de la glucosa se realiza fuera de la mitocondria, en este proceso, intervienen unas 12 enzimas diferentes y una serie de reacciones, en las cuales la molécula de glucosa de 6 carbonos se rompe formando 2 moléculas de ácido pirúvico, durante la reacción se utilizan 2 moléculas ATP, - que se reducen a ADP; pero se forman 4 moléculas de ATP durante la transferencia de los electrones de alta energía o sea que se obtiene una ganancia neta de 2 moléculas de ATP.

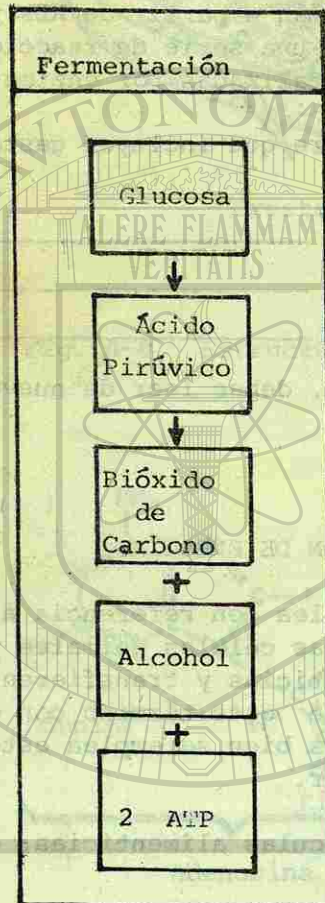


Fig. 4-6. En la respiración anaerobia se producen 2 moléculas de ATP por cada molécula de glucosa.

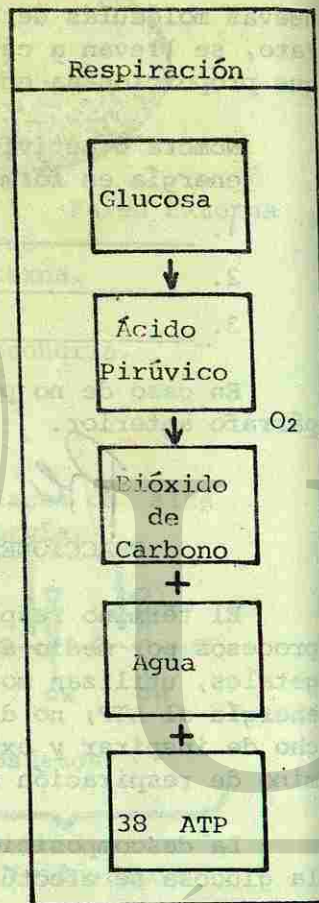


Fig. 4-7. En la respiración anaerobia se producen 38 moléculas de ATP por cada molécula de glucosa.

Se le dio el nombre de respiración anaerobia a este tipo de reacciones porque aquí no interviene el oxígeno, literalmente anaerobio significa "Vida sin aire".

Ciertas bacterias que viven en un medio carente de oxígeno llevan a cabo para la obtención de energía, ciertas reacciones similares a las mencionadas aquí.

**La fermentación:** implica una serie de reacciones semejantes efectuadas por las células de levadura pero en lugar de ácido pirúvico el producto resultante es alcohol etílico y bióxido de carbono.

En células musculares la molécula de glucosa se transforma después de una serie de reacción en 2 moléculas de ácido láctico como producto final.

Estas reacciones mencionadas; para la obtención de energía son reacciones muy semejantes, cuya característica en común es que en ausencia de oxígeno la molécula de glucosa se rompe para formar 2 moléculas más pequeñas con ganancia neta de 2 ATP.

2º **Respiración aerobia:** Aquí ocurren una serie de reacciones que conducen a una ganancia de energía con las dos moléculas de ácido pirúvico. Se dividen en CO<sub>2</sub> y agua. Lo cual ocurre en una serie de reacciones, generalmente en el interior de la mitocondria, con la acción conjunta de gran número de enzimas; se denomina a estas reacciones aerobias porque el oxígeno es indispensable para que se efectúen.

Durante una serie de reacciones se rompen las moléculas de ácido pirúvico y la energía liberada aquí es transportada a la molécula de ATP, los enlaces ricos en energía del ácido pirúvico son los enlaces de hidrógeno; el resultado neto en energía aquí es de 38 ATP, a partir de una sola molécula de glucosa.

Durante el rompimiento del ácido pirúvico se liberan moléculas de CO<sub>2</sub>, y el agua que es otro subproducto

se forma al final de este proceso. Esta formación es muy significativa, puesto que nos indica la importancia del oxígeno en los organismos por ser el aceptor de los hidrógenos desprendidos aquí para la formación de agua como subproducto al final del proceso.

a) Explique la respiración Anaerobia.

---

---

---

---

---

b) Explique la respiración Aerobia.

---

---

---

---

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Durante el rompimiento del ácido pirúvico se liberan moléculas de CO<sub>2</sub> y el agua que es otro subproducto.

3er. SEMESTRE.

ÁREA I. UNIDAD IV.

## BIOQUÍMICA DE LA HERENCIA.

### INTRODUCCIÓN.

En anteriores unidades estudiamos las moléculas que componen la célula, el trabajo que efectúan y su reproducción. Pero, ¿qué es lo responsable de que los hijos se parezcan a sus padres?

### OBJETIVOS.

- 1.- Describir y explicar los experimentos que se efectuaron con acetabularia para conocer el papel que desempeña el núcleo y el citoplasma en el control celular.
- 2.- Explicar la teoría de un gen, una enzima.
- 3.- Describir y explicar los experimentos que evidenciaron la transformación en las bacterias efectuadas por Fred Griffth.
- 4.- Explicar la importancia de los descubrimientos de Griffth.
- 5.- Explicar la función y estructura del DNA.
- 6.- Explicar el modelo de Watson-Crick en la estructura del DNA.
- 7.- Explicar cada uno de los componentes del DNA.
- 8.- Explicar la importancia del DNA en la síntesis de proteínas.
- 9.- Describir el RNA y la síntesis de proteínas.

10.- Definir qué es un gen.

11.- Explicar el papel regulador del DNA.

12.- Definir los siguientes conceptos.

- |                 |                     |
|-----------------|---------------------|
| 1. Nucleótidos. | 2. Aminoácidos.     |
| 3. Polipéptido. | 4. Código genético. |
| 5. Operador.    |                     |

#### PROCEDIMIENTO DE APRENDIZAJE.

- 1.- Para poder contestar los objetivos, estudiarás el presente capítulo (5).
- 2.- Observa y estudia cuidadosamente cada dibujo, tablas o figuras, que son representaciones gráficas de un conocimiento.
- 3.- Tu maestro y el coordinador saben las respuestas, pregúntales.
- 4.- Como autoevaluación, resolverás las preguntas que vienen al final de cada tema del presente capítulo, la cual tendrás que entregar a tu maestro para que se te acredite.

#### PRERREQUISITO.

Tendrás una sesión de prácticas de laboratorio o de audiovisual como refuerzo a los conocimientos teóricos a la que deberás asistir so pena de perder tu derecho a la evaluación semanal.

## CAPÍTULO V.

### MATERIAL GENÉTICO Y BIOQUÍMICA DE LA HERENCIA.

#### EL CENTRO DE CONTROL CELULAR.

El centro de control de la actividad celular reside en el núcleo; antes de que se desarrollaran nuevas técnicas en investigación el dilema era saber qué parte de la célula, qué sustancias eran las que ejercían el control sobre ésta; los Genetistas proporcionaron evidencias de que eran los cromosomas que se encuentran en el núcleo los que controlaban la célula, mientras que los Bioquímicos proporcionaban evidencias aparentemente de que las enzimas eran las que ejecutaban este control.

Se han efectuado experimentos que ayudarán a esclarecer este dilema. En un experimento de tipo general, el núcleo fue separado de ciertos organismos unicelulares con resultados poco definidos. Por ejemplo, a un *paramecio* se le quitó el núcleo y el efecto más notable fue que, después de algunos días, los cilios quedaron inmóviles. En otro experimento similar dividieron una *amiba* en mitades, de manera que el núcleo quedara en una de ellas. Mientras a las mitades se las mantuvo en ayuno, vivieron un tiempo aproximadamente igual, pero si disponían de alimento se notó, entre ellas, una reacción diferente. La mitad de la amiba que contenía el núcleo tomaba los alimentos y continuaba su vida prácticamente normal; mientras que la otra mitad, carente de núcleo, no tomaba alimentos y moría.

10.- Definir qué es un gen.

11.- Explicar el papel regulador del DNA.

12.- Definir los siguientes conceptos.

- |                 |                     |
|-----------------|---------------------|
| 1. Nucleótidos. | 2. Aminoácidos.     |
| 3. Polipéptido. | 4. Código genético. |
| 5. Operador.    |                     |

#### PROCEDIMIENTO DE APRENDIZAJE.

- 1.- Para poder contestar los objetivos, estudiarás el presente capítulo (5).
- 2.- Observa y estudia cuidadosamente cada dibujo, tablas o figuras, que son representaciones gráficas de un conocimiento.
- 3.- Tu maestro y el coordinador saben las respuestas, pregúntales.
- 4.- Como autoevaluación, resolverás las preguntas que vienen al final de cada tema del presente capítulo, la cual tendrás que entregar a tu maestro para que se te acredite.

#### PRERREQUISITO.

Tendrás una sesión de prácticas de laboratorio o de audiovisual como refuerzo a los conocimientos teóricos a la que deberás asistir so pena de perder tu derecho a la evaluación semanal.

## CAPÍTULO V.

### MATERIAL GENÉTICO Y BIOQUÍMICA DE LA HERENCIA.

#### EL CENTRO DE CONTROL CELULAR.

El centro de control de la actividad celular reside en el núcleo; antes de que se desarrollaran nuevas técnicas en investigación el dilema era saber qué parte de la célula, qué sustancias eran las que ejercían el control sobre ésta; los Genetistas proporcionaron evidencias de que eran los cromosomas que se encuentran en el núcleo los que controlaban la célula, mientras que los Bioquímicos proporcionaban evidencias aparentemente de que las enzimas eran las que ejecutaban este control.

Se han efectuado experimentos que ayudarán a esclarecer este dilema. En un experimento de tipo general, el núcleo fue separado de ciertos organismos unicelulares con resultados poco definidos. Por ejemplo, a un *paramecio* se le quitó el núcleo y el efecto más notable fue que, después de algunos días, los cilios quedaron inmóviles. En otro experimento similar dividieron una *amiba* en mitades, de manera que el núcleo quedara en una de ellas. Mientras a las mitades se las mantuvo en ayuno, vivieron un tiempo aproximadamente igual, pero si disponían de alimento se notó, entre ellas, una reacción diferente. La mitad de la amiba que tenía el núcleo tomaba los alimentos y continuaba su vida prácticamente normal; mientras que la otra mitad, carente de núcleo, no tomaba alimentos y moría.

5-1 EXPERIMENTOS CON ACETABULARIA.

La acetabularia es una alga unicelular verde, excepcionalmente grande, de 2.5 a 7.5 cm. Para los experimentos se seleccionaron dos especies diferentes. Cada una tiene un pedicelo delgado con una especie de casquete en un extremo y, en el otro, rizoides. En ambos casos el núcleo está en la base, en el extremo ramificado del pedicelo. Sin embargo, ambas especies de *Acetabularia* difieren claramente: cada una tiene su propio tipo de casquete. En la *Acetabularia mediterránea*, el casquete tiene la forma de una sombrilla que hubiese sido volteada al revés, mientras la *Acetabularia crenulata*, tiene su capitel o casquete como pétalos de margarita. Fig. 5-1.

Un tipo de experimento muy significativo con *Acetabularia*, se resume en la fig. (5-2). La base de una célula *med* (mediterránea) conteniendo el núcleo, se injertó con el pedicelo de una célula *cren* (crenulata), que se le había quitado su base y su casquete. El propósito de este experimento fue determinar si era el núcleo de la célula *med* o el citoplasma de la célula *cren* quien controlaba el tipo de casquete que debería de crecer en el nuevo organismo. El resultado reveló que es el núcleo el que tiene influencia dominante. El nuevo casquete, en forma de sombrilla tiene, consecuentemente, las características de la célula *med*. La experiencia contraria, en la cual el pedicelo de la célula *med* se injertó a la base (y núcleo) de la célula *cren*, produjo un nuevo organismo con el casquete del tipo *cren*. Estos resultados confirmaron la influencia decisiva del núcleo de la célula sobre el citoplasma. En otros experimentos con acetabularia, el pedicelo con su citoplasma fue separado, tanto del casquete como del núcleo. En cada caso, creció un nuevo casquete del pedicelo con citoplasma y éste siempre resultó ser idéntico al que hubiera crecido de un pedicelo con núcleo normal. Estos experimentos sugieren que el núcleo envía algún tipo de información al citoplasma. Esta información permanece en el citoplasma por un tiempo, durante el cual ejerce un control sobre las actividades del citoplasma.

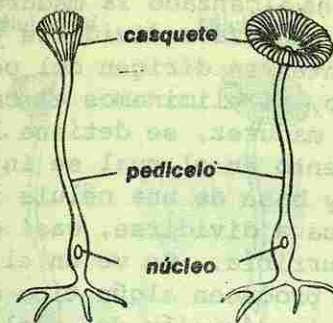
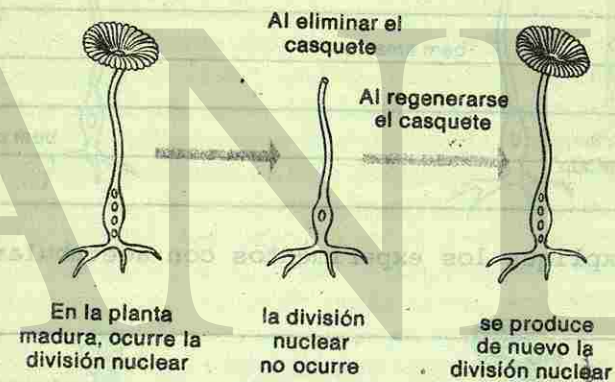


Fig. 5-1. A. mediterránea A. crenulata

Fig. 5-3. Estos experimentos indican que el citoplasma ejerce una influencia reguladora sobre el núcleo.





Después que *Acentabularia* ha alcanzado la madurez, el núcleo de la base de cada célula empieza a dividirse y a multiplicarse. Los núcleos resultantes se dirigen del pedicelo hacia el casquete. Sin embargo, si eliminamos el casquete antes que la célula alcance su madurez, se detiene la división nuclear. En otro experimento en el cual se injerta el casquete maduro a un pedicelo y base de una célula inmadura, el núcleo de esta célula empieza a dividirse, casi dos meses antes de lo que normalmente ocurriría. Se ve en el citoplasma de los casquetes más viejos producen algún tipo de información que estimula y controla la división del núcleo. Todo esto indica que esas informaciones las transmiten sustancias químicas. Fig. 5-3.

a) Explique los experimentos efectuados con paramecium

---



---



---



---

b) Explique los experimentos con acetabularia.

---



---



---



---

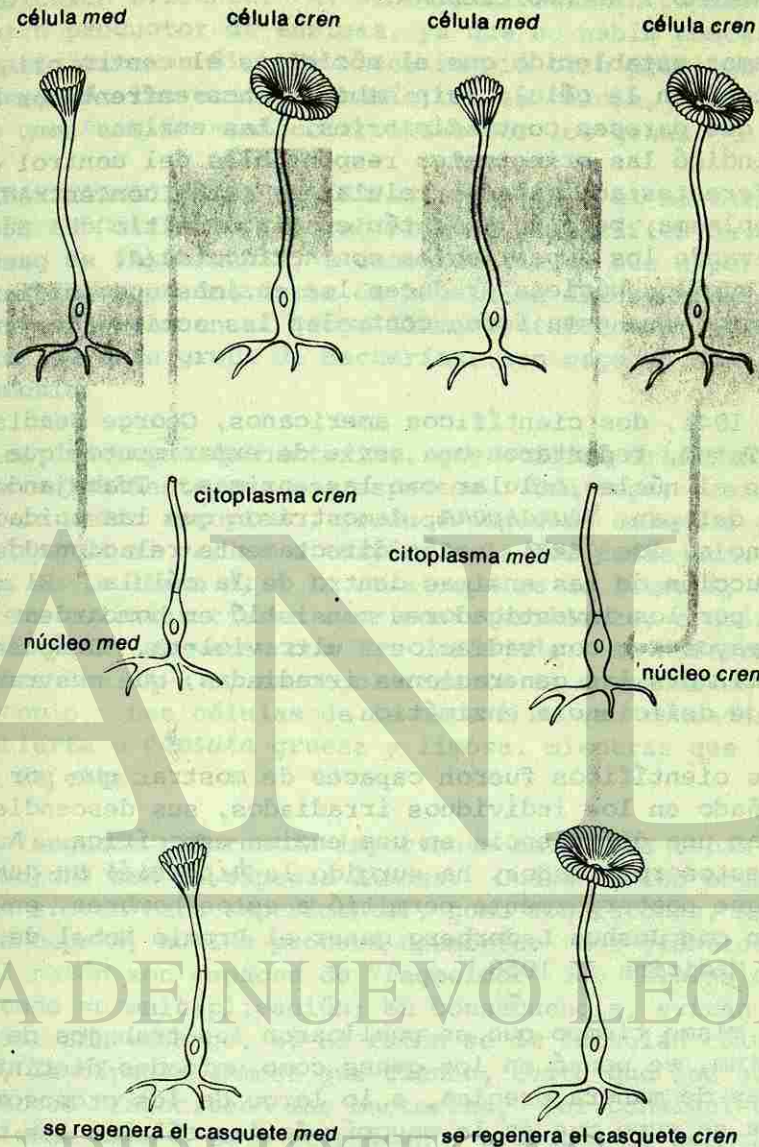


Fig. 5-2. En este experimento el núcleo parece ser el factor que gobierna a la célula.

## 5-2 ENZIMAS Y NÚCLEO CELULAR.

Hemos establecido que el núcleo es el centro principal de control en la célula, sin embargo, nos enfrentamos aún a hechos que parecen contradictorios. Las enzimas son, como ya se indicó las principales responsables del control de las diferentes actividades celulares; están concentradas en el citoplasma, pero no lo están en ningún sitio del núcleo. Considerando los experimentos con *Acetabularia*, se puede pensar que los núcleos producen las enzimas que emigran al citoplasma y en esta forma controlan las actividades celulares.

En 1941, dos científicos americanos, George Beadle y -- Edward Tatum, reportaron una serie de experimentos que relacionaban el núcleo celular con las enzimas. Trabajando con el mohó del pan, *Neurospora*, demostraron que las unidades de la herencia, los genes, están directamente relacionados con la producción de las enzimas dentro de la célula. El método seguido por los investigadores consistió en bombardear el mohó con rayos X o con radiaciones ultravioleta. Después fueron examinadas las generaciones irradiadas, que mostraron -- signos de deficiencia enzimática.

Los científicos fueron capaces de mostrar que por cada gene dañado en los individuos irradiados, sus descendientes mostraban una deficiencia en una enzima específica. A partir de estos resultados, ha surgido la hipótesis un gen-una enzima que posteriormente permitió a estos hombres, en colaboración con Joshua Lederberg ganar el Premio Nobel de Fisiología y Medicina en 1958.

Al mismo tiempo que se publicaron los trabajos de Beadle y Tatum, se pensó en los genes como unidades distintas colocadas de manera precisa, a lo largo de los cromosomas. Entonces se supo que en la mayoría de las células los cromosomas están en el núcleo celular. Esto hizo suponer que los genes ejercen su influencia en el núcleo, para producir enzimas -una por cada gene- y que estas enzimas procederían luego a controlar las actividades celulares; pero no hay evidencia suficiente para llegar a tal conclusión. Hubo una

contradicción evidente. El núcleo, difícilmente podría ser un centro productor de enzimas, ya que no había concentración enzimática en él. Entonces surgió otro problema, ya que además de las enzimas, había, en la célula, otras proteínas que también eran controladas por los genes.

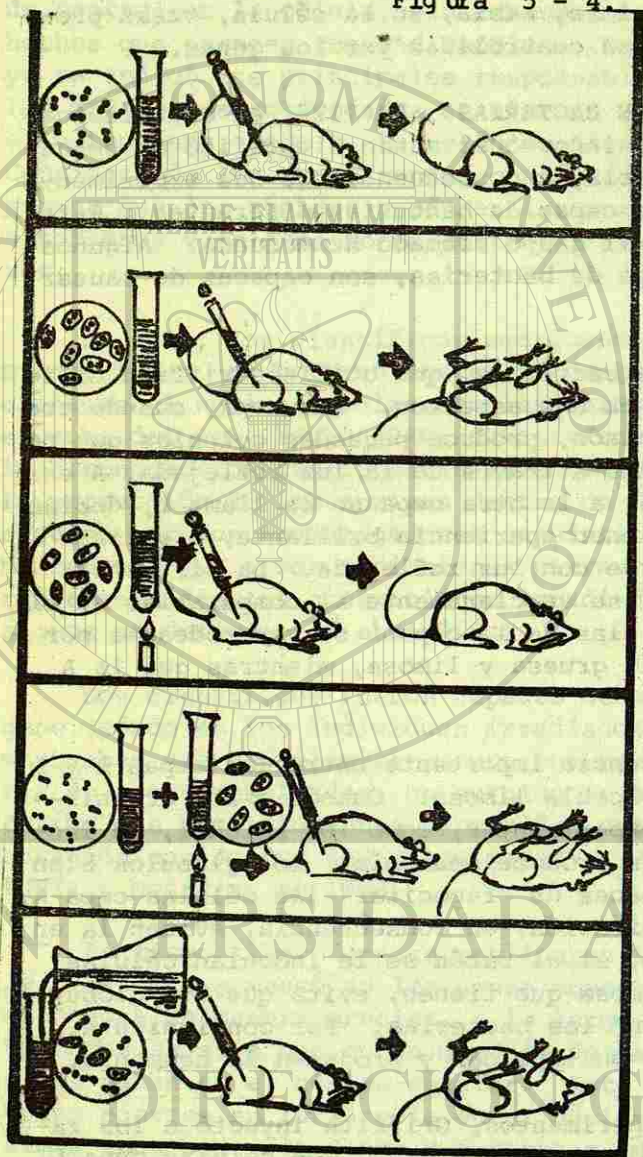
TRANSFORMACIÓN DE BACTERIAS. En 1928, el bacteriólogo inglés Fred Griffith, informó al mundo científico un descubrimiento de importancia, a consecuencia de sus experimentos realizados en dos cepas de bacterias diferentes. Estas bacterias pertenecen al grupo llamado *NEUMOCOCOS*. Algunos miembros de este grupo de bacterias, son capaces de causar la neumonía.

Las dos cepas de bacterias, que utilizó Griffith difieren, principalmente, en dos aspectos. Una cepa, cuando crece en un medio apropiado, produce pequeñas colonias que parecen ásperas al verlas a través de la luz reflejada. A esta cepa se le llama A; a la otra cepa se le llama L, debido a que sus colonias tienen apariencia brillante, o quizás más bien lisa, al verse con luz reflejada. La diferencia entre las dos, A y L, se ve claramente al compararlas en el microscopio. Las células de la cepa L se ven rodeadas por una cubierta o cápsula gruesa y limosa, mientras que la A carece de ella.

La segunda diferencia importante entre las cepas A y L, se relaciona con la cápsula limosa. Cuando a los organismos que sirven para experimentar, como los ratones, se inocula la cepa A, no les produce neumonía. Los glóbulos blancos del ratón son capaces de "fagocitar" las células cepa A, impidiendo su multiplicación; en consecuencia, evitan la enfermedad. Sin embargo, si al ratón se le inoculan células cepa L, la cápsula limosa que tienen, evita que los glóbulos blancos "fagociten" las bacterias. Por consiguiente, las células cepa L se multiplican y producen la neumonía.

En uno de sus experimentos, Griffith inyectó a los ratones, células vivas de la cepa A junto con células cepa L, a las cuales mató usando calor. Para su sorpresa, los animales adquirieron neumonía. Posteriormente recibió otra

Figura 5 - 4.



Células A sin cápsula, no causan neumonía cuando se inyectan a ratones.

Células L con cápsula limosa causan neumonía y muerte cuando se inyectan a ratones.

Células L muertas por calor no causan neumonía.

Células L muertas por calor y mezcladas con células A sin cápsula causan neumonía.

El extracto de células L muertas por calor, cuando se mezclan con células A vivas. Esta mezcla también causa neumonía.

sorpresa, aún mayor. Cuando examinó la sangre de los ratones enfermos, encontró una gran cantidad de neumococos de la cepa productora de la neumonía, que le hizo pensar que no todas las células cepa L habían muerto y que era necesario repetir el experimento. Al obtener el mismo resultado, concluyó que las células muertas de la cepa L, conservaban cierta capacidad para las de la cepa A. Posteriormente, esta capacidad de transformación se transmitió a los descendientes de las células A. Algún tipo de información o de sustancia química de las células L, muertas, transformaba literalmente las células A en productoras de cápsulas. La fig. (5-4) resume estos experimentos.

Como las conclusiones de Griffith eran sorprendentes, otros investigadores comprobaron y confirmaron los resultados obtenidos. No pasó mucho tiempo para que los resultados fueran obtenidos *in vitro* o sea fuera del cuerpo del animal. Evidentemente, son algunas sustancias químicas de las células muertas las que actúan como potente regulador de las células vivas; pero, ¿cuáles son esas sustancias?

Tres investigadores del Instituto Rockefeller de Nueva York identificaron la sustancia que transforma los neumococos. Estos científicos -doctores Avery, MacLeod y McCarty- separaron cuidadosamente los diferentes componentes químicos de los extractos de la cepa L y luego probaron cada uno de ellos para determinar su capacidad de transformación. Al probar con la cápsula limosa, las pruebas no afectaron las células de la cepa A. Al hacerlo con varios componentes proteicos de las células de la cepa L los resultados fueron igualmente negativos. Después de una serie de técnicas complicadas de purificación se identificó un componente como sustancia transformadora, "la preparación 44", la cual se llamó ácido *desoxirribonucleico* o DNA.

a) Explique la teoría un gen-una enzima de Beadle y Tatum.

b) Explique los experimentos de Griffith sobre la transformación de bacterias.

Con el descubrimiento del DNA, se unificaron muchos conocimientos aislados y mucha información esporádica hasta lograr un modelo razonable. Desde 1871, el químico suizo Miescher, había estudiado la naturaleza química del núcleo celular. Miescher aisló e identificó una sustancia que llamó *nucleína*, la cual, más tarde, llamaron ácido desoxirribonucleico. Otros análisis posteriores mostraron que los cromosomas estaban constituidos por proteínas y DNA.

### 5-3 DNA: SU ESTRUCTURA Y FUNCIÓN.

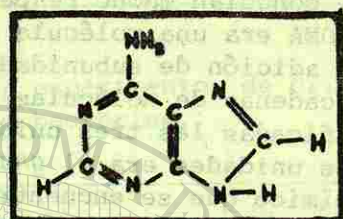
La declaración de Avery, Mcleod y McCarty de que el DNA es el factor de transformación de los neumococos, no convenció a la totalidad de los biólogos de que esta molécula sea "la molécula maestra" de la célula. El hecho de que así se reconozca hoy, se debe al resultado de numerosos e importantes experimentos realizados en la década de 1950. Pero aun después de que la importancia del DNA era reconocida, quedaban tres preguntas por contestar: (1) ¿Cuál es la naturaleza química de las moléculas de DNA? (2) ¿Cómo ejerce el DNA su influencia al resto de la célula, si se encuentra casi exclusivamente en los cromosomas? (3) ¿Qué clase de información del citoplasma es responsable del control de DNA?

COMPONENTES QUÍMICOS DEL DNA. Los químicos, mucho antes de que se conociera el DNA como factor de transformación en los neumococos, conocían mucho respecto a su composición. Sabían que el DNA era una molécula gigante, compuesta por una repetida adición de subunidades, de manera semejante a las largas cadenas de moléculas proteicas. También habían sido identificadas las tres unidades que componen el DNA. Una de esas unidades era el grupo *fosfato*, del mismo tipo del grupo químico que se encuentra en la molécula de adenosina. Otra unidad fue el *sacárido* de 5 carbonos, llamado *desoxirribosa*. La tercera unidad, se sabía que era alguna de estas 4 moléculas que contienen nitrógeno: *adenina*, *timina*, *guanina* y *citocina*. Todos los análisis químicos de estas moléculas. Sus fórmulas estructurales, se pueden ver en la Fig. (5-5).

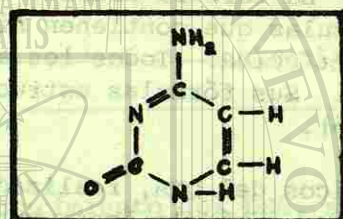
Los análisis químicos del DNA, realizados en sustancias tales como levaduras y médula ósea, han revelado que las unidades fosfato y azúcar se encuentran, aproximadamente, siempre en la misma proporción. Además, aunque la cantidad de los cuatro compuestos nitrogenados llamados *bases* DNA -sea diferente en cada organismo, ciertos pares de estas bases se encuentran siempre en proporciones aproximadamente iguales. (Ver tabla (5-1)).

TABLA 1. Porcentaje de bases nitrogenadas de DNA.

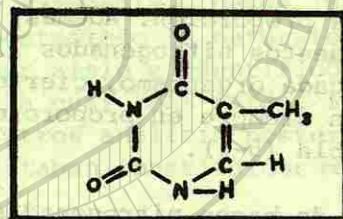
	ADENINA	TIMINA	GUANINA	CITOSINA
Bacterium (tuberculosis)	15.1	14.6	34.9	35.4
Médula ósea (rata)	28.6	28.4	21.4	20.4
Esperma (toro)	28.7	27.2	22.2	20.7
Testículos (arenque)	27.9	28.2	19.5	21.5
Timo (toro)	28.2	27.8	21.5	21.2
Germen de trigo	27.3	27.1	22.7	22.8
Levaduras	31.3	32.9	18.7	17.1



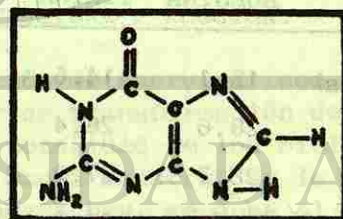
ADENINA



CITOSINA



TIMINA



GUANINA

Fig. 5-5. Las 4 bases nitrogenadas del DNA.

Pero, a principio de la década de 1950, se sabía muy poco acerca de cómo estaban unidas y arregladas las diversas unidades de la molécula de DNA; por eso, la estructura del DNA fue de gran interés para los biólogos.

MODELO DE WATSON, CRICK Y WILKINS. El primer reporte importante acerca de la estructura del DNA fue publicado en la revista científica inglesa *Nature* el 25 de abril de 1953. En esa fecha el biólogo americano J. D. Watson y el biofísico inglés F. H. C. Crick, quienes trabajaron con los datos recopilados por Maurice Wilkins.

En este artículo explicaban Watson y Crick cómo usaron la fotografía de difracción de rayos X y otros datos como base, para representar, con metal y alambre un modelo de la molécula. El resultado, en sus propias palabras, fue "una estructura radicalmente diferente". Su modelo, que llegó a ser conocido como *modelo Watson-Crick* se asemeja mucho a una escalera de cuerda marina, "torcida" o a una escalera de caracol. Técnicamente, su forma se conoce como "doble hélice". Para entender cómo están dispuestas las diferentes unidades en el modelo de Watson-Crick, nos servimos de la ilustración de la molécula, tal como aparecería si la escalera de cuerda se hubiese destorcido. Los lados paralelos de la escalera contienen unidades alternadas de azúcar y fosfato. Cada uno de los escalones consiste de dos bases nitrogenadas unidas entre sí en la parte media del escalón y unidas al azúcar por extremos. (Ver fig. 5-6).

El modelo de Watson-Crick presenta ciertas características. Una de ellas se relaciona con la manera de enlazarse con las bases, en la parte media de cada escalón. Su enlace, no es el usual que mantiene juntas las otras moléculas, son puentes de hidrógeno que tienen una veinteaava parte de la fuerza de cualquier otro enlace en la molécula; es decir, hay un "punto débil" en la mitad de cada escalón.

Las bases nitrogenadas debido a su tamaño y a su estructura molecular, sólo se pueden hacer ciertos apareamientos. Se logró saber que la *Adenina* y la *timina* forman enlaces de hidrógeno así como la *guanina* y la *citocina*.

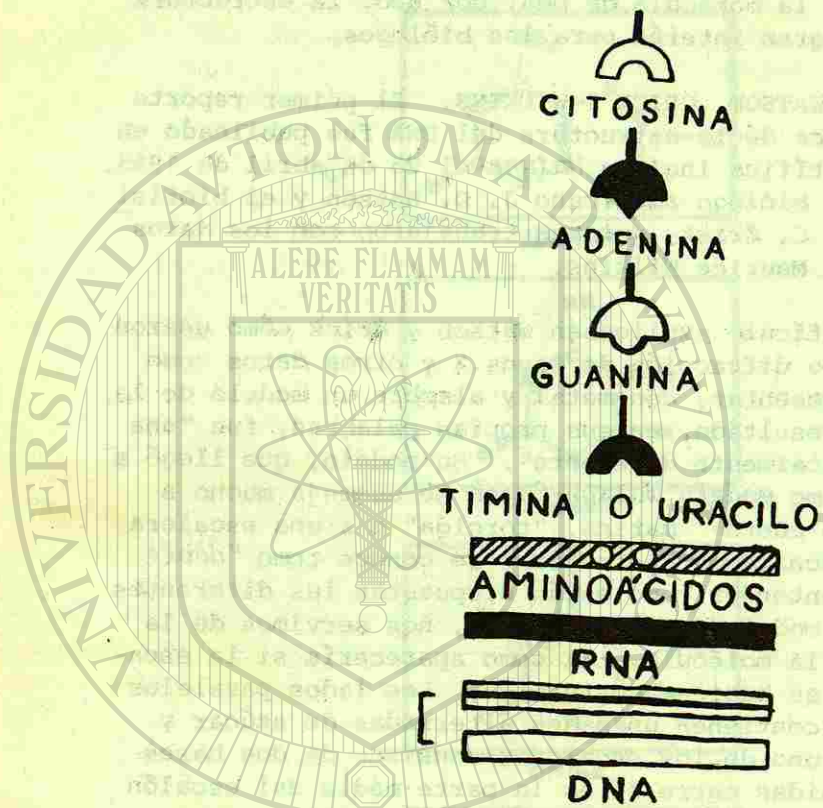


Fig. 5-6. Clave: Estos símbolos se usarán en el resto del capítulo para representar las diferentes partes del DNA y el RNA.

Pueden formarse dos Enlaces Hidrógeno entre la adenina y la timina y tres Enlaces de Hidrógeno entre la guanina y la citocina, la especificidad de la clase de enlaces de hidrógeno que puede formar asegura que por cada timina que hay en una cadena habrá una adenina en la otra cadena y de la misma manera por cada guanina habrá una citocina en la otra cadena (fig. 5-7).

Una molécula de azúcar, una de fosfato y una base se unen para formar una unidad básica llamada *nucleótido*.- El DNA está compuesto por cuatro nucleótidos diferentes: nucleótido adenina, nucleótido guanina, nucleótido timina y nucleótido citosina. Por lo tanto las dos cadenas son complementarias entre sí, es decir el orden de *nucleótidos* en una cadena marca el orden de *nucleótidos* en la otra. (Ver fig. 5-8).

Si el DNA es realmente la molécula que constituye las unidades de la herencia, debe tener la característica única siguiente: el DNA *debe ser capaz de hacer reproducciones exactas o copias de sí mismo*. El modelo de Watson-Crick, explica lo anterior. De ese modelo se puede deducir que por un rompimiento del puente de hidrógeno, suponiendo que el DNA debe estar rodeado de nucleótidos "libres", cómo la molécula del DNA puede hacer dos copias exactas de ellas mismas. Estudie el diagrama de la fig. (5-9) y verá cómo se puede lograr.

a) Enumere los componentes químicos del DNA.

---



---



---

b) Explique el modelo de Watson-Crick.

---



---



---



---

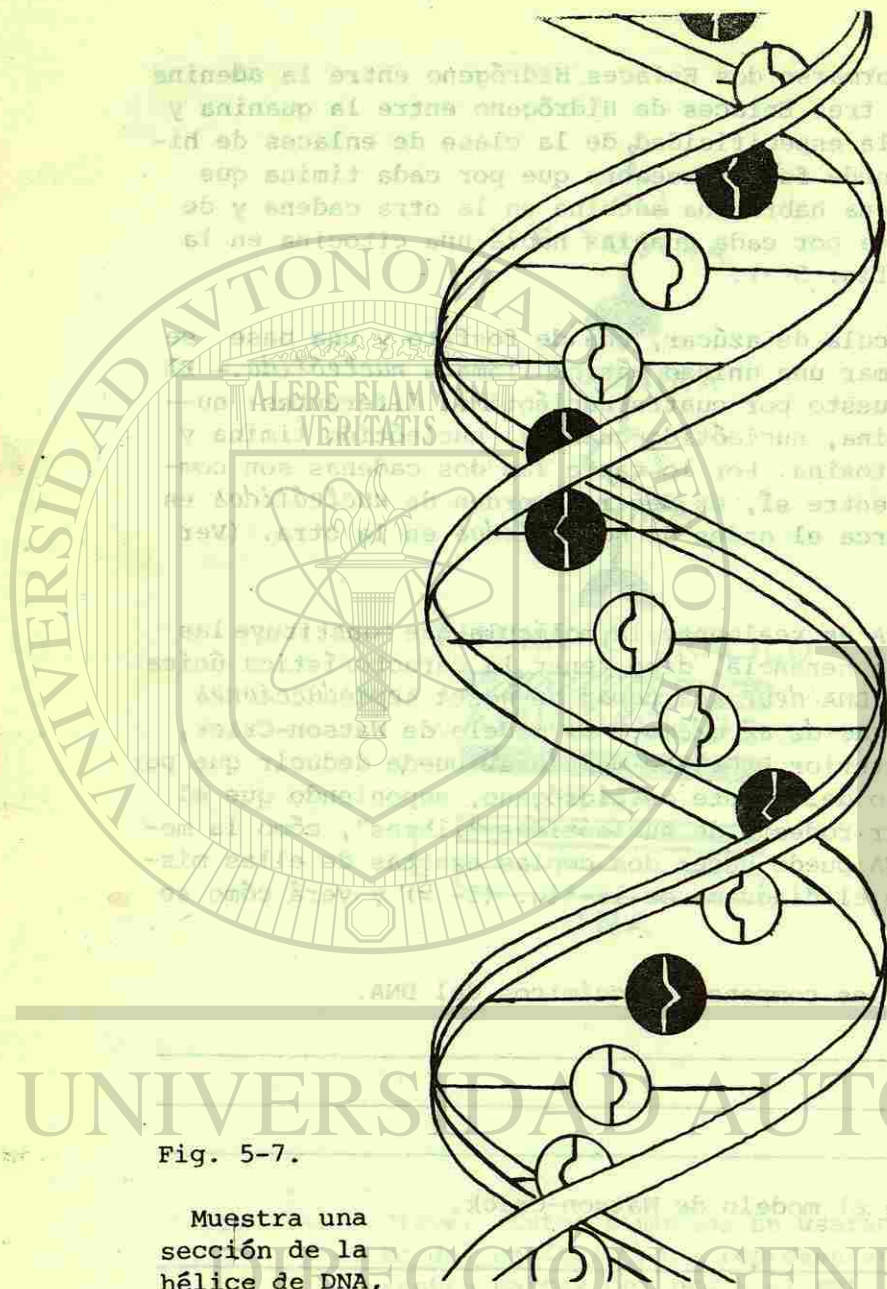


Fig. 5-7.

Muestra una sección de la hélice de DNA, obsérvese la similitud que guarda con la escalera de caracol o de espiral. Las parejas que forman las bases de los escalones pueden encontrarse en cualquier orden a lo largo de la hélice.

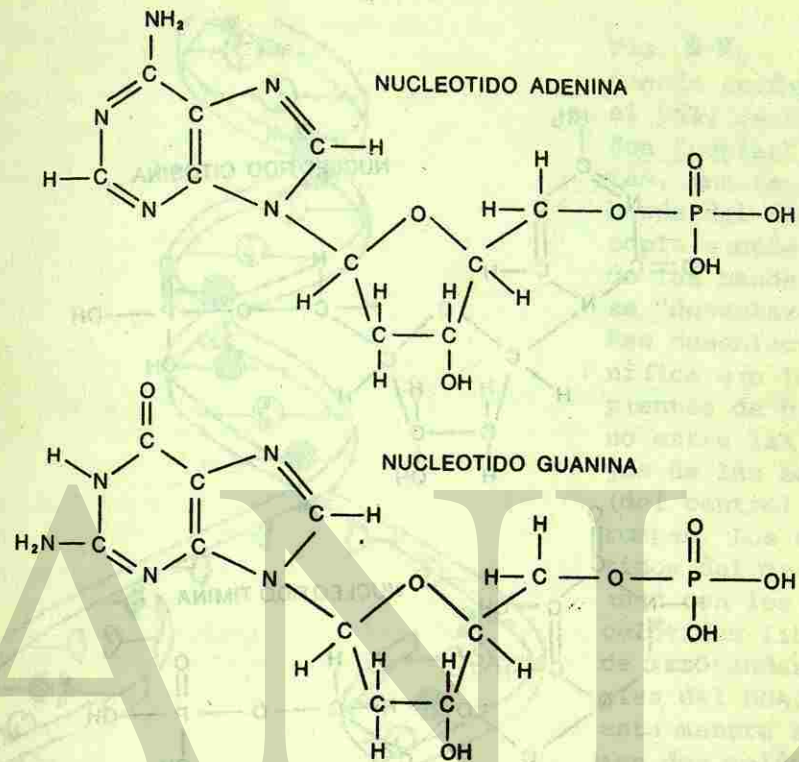


Fig. 5-8. Los ácidos nucleicos están formados por largas cadenas de subunidades llamadas nucleótidos. Cada nucleótido de DNA consta de una de las cuatro bases nitrogenadas unidas al azúcar desoxirribosa. También está unido a la desoxirribosa un grupo fosfato. Muestran las fórmulas estructurales de los nucleótidos adenina y guanina.

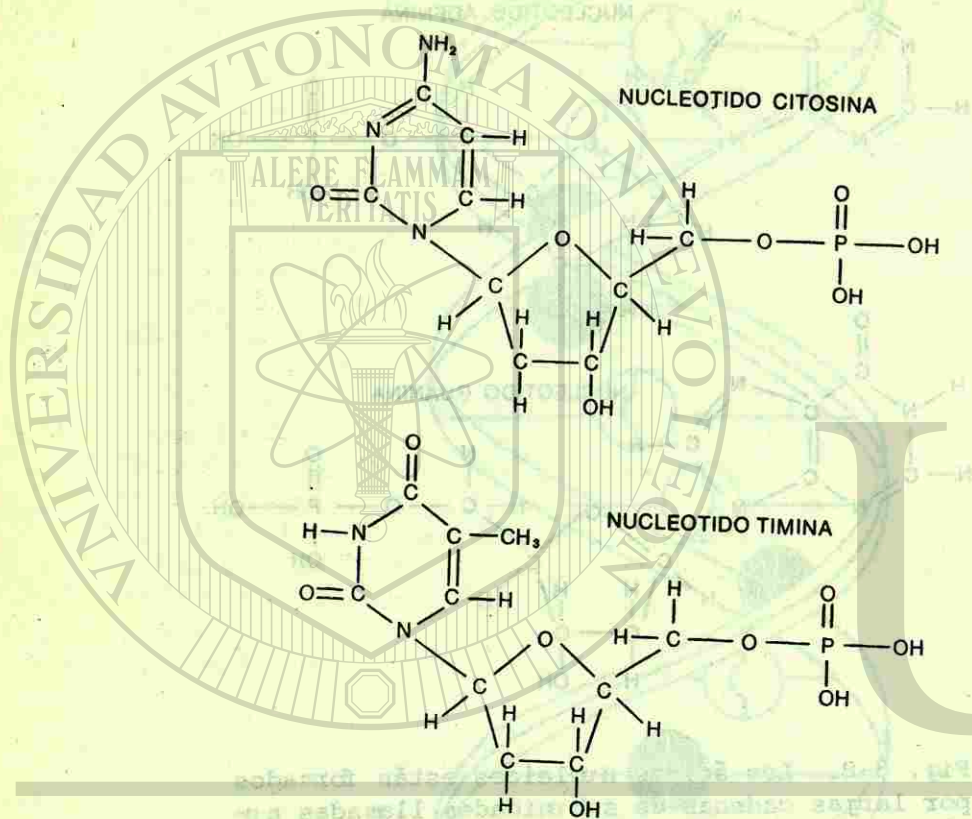


Fig. 5-8. Fórmulas estructurales de los nucleótidos, citosina y timina.

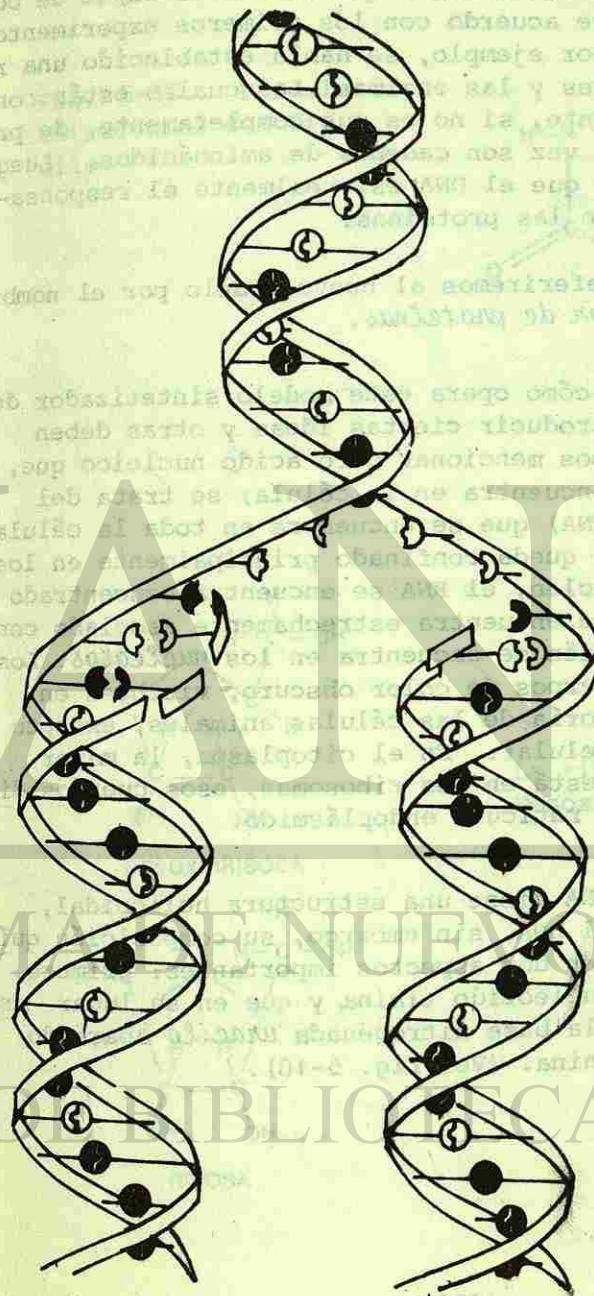


Fig. 5-9.

Cuando se "duplica" el DNA, se forman dos "copias" exactas, una de cada banda del DNA. La copia sucede cuando las bandas DNA, se "desenlazan". Ese desenlace significa que los puentes de hidrógeno entre las parejas de las bases (del centro) se rompen. Los nucleótidos del medio se unen con los nucleótidos libres de las bandas simples del DNA. De esta manera se forman dos moléculas idénticas a la base (abajo).



#### 5-4 DNA Y SÍNTESIS PROTEICA.

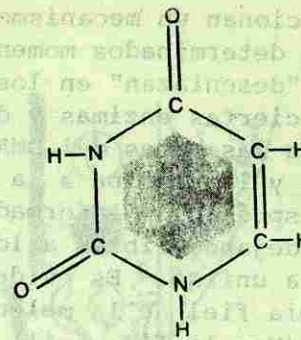
Los experimentos demuestran que el DNA es capaz de copiarse a sí mismo. De acuerdo con los primeros experimentos de Beadle y Tatum, por ejemplo, se había establecido una relación entre los genes y las enzimas. Las cuales están constituidas principalmente, si no es que completamente, de proteínas y éstas, a su vez son cadenas de aminoácidos. Luego parece lógico pensar que el DNA es, realmente el responsable de la síntesis de las proteínas.

Para esto nos referiremos al nuevo modelo por el nombre de *modelo sintetizador de proteínas*.

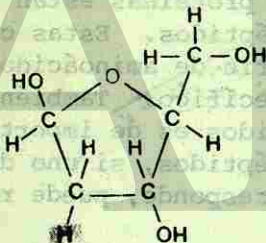
Para comprender cómo opera este modelo sintetizador de proteínas debemos introducir ciertas ideas y otras deben ser revisadas. Debemos mencionar otro ácido nucleico que, junto con el DNA se encuentra en la célula; se trata del *ácido ribonucleico (RNA)* que se encuentra en toda la célula y no como el DNA, que queda confinado principalmente en los cromosomas. En el núcleo, el RNA se encuentra concentrado en dos zonas. Ahí, se encuentra estrechamente asociado con los cromosomas y también se encuentra en los *nucleolos*. Los nucleolos son esos cuerpos de color oscuro, visibles en los núcleos de la mayoría de las células animales, excepto durante la división celular. En el citoplasma, la mayor concentración de RNA está en los ribosomas, esos cuerpos diminutos que motean el retículo endoplásmico.

Se cree que el RNA tiene una estructura helicoidal, muy semejante a la del DNA, sin embargo, su composición química difiere del DNA en dos aspectos importantes: primero, que el RNA no tiene nucleótido timina, y que en su lugar está un nucleótido con la base nitrogenada *uracilo* apareado con un nucleótido adenina. (Ver fig. 5-10).

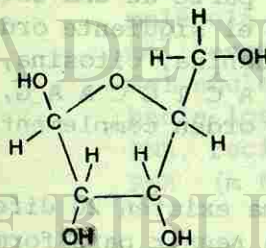
Fig. 5-10. Fórmula estructural del Uracilo.



URACILO



DESOXIRRIBOSA



RIBOSA

La ribosa del RNA y la Desoxirribosa del DNA.

De acuerdo con los conocimientos del papel que desempeña el DNA, las observaciones de que las parejas básicas del DNA proporcionan un mecanismo de copia fueron muy significativas. En determinados momentos, algunas partes del DNA se separan o "desenlazan" en los enlaces de hidrógeno. En presencia de ciertas enzimas y de ATP, los nucleótidos RNA se aparean con las bases del DNA -la guanina a la citosina (o viceversa) y la uracina a la adenina- formando un RNA completo. Después el RNA formado sobre el modelo del DNA "se desliga", dejando libres a los nucleótidos DNA, en posición de volver a unirse. Es evidente que el RNA así formado será una copia fiel de la molécula DNA, sobre la cual fue ensamblado. (Ver la fig. 5-11).

Por un método todavía desconocido, la banda con los nucleótidos libres del RNA se mueve hacia el citoplasma, debido a que de esta manera lleva información de la molécula del DNA, en su estructura incompleta, se llama RNA mensajero (RNAm).

Las enzimas, lo mismo que otras proteínas están constituidas de una o más cadenas de polipéptidos. Estas cadenas de polipéptidos se forman por una serie de aminoácidos que se mantienen unidos con un orden específico. También debe recordar que el orden de los aminoácidos es de importancia crítica y que en una cadena de polipéptidos, si uno de ellos no está en el lugar que le corresponde, puede resultar una nueva proteína.

El orden de los nucleótidos en la molécula del DNA sirve como un código. Así, una pequeña parte de una sola banda del DNA, puede tener las bases en el siguiente orden: citosina, adenina, citosina, timina, guanina, citosina, adenina, adenina, guanina y se abrevia. C A C T G C A A G, y el mensaje del RNAm tendrá el siguiente orden complementario: G U G A C G U U C. (Ver fig. 5-12).

Repartidos en todo el citoplasma existen 20 diferentes clases de aminoácidos, que se pueden reunir para formar polipéptidos, y muchas formas diferentes de un RNA especial, bandas dobles llamado RNA transportador (RNA). Con la ayuda de una enzima específica y ATP, cada una de estas mo-

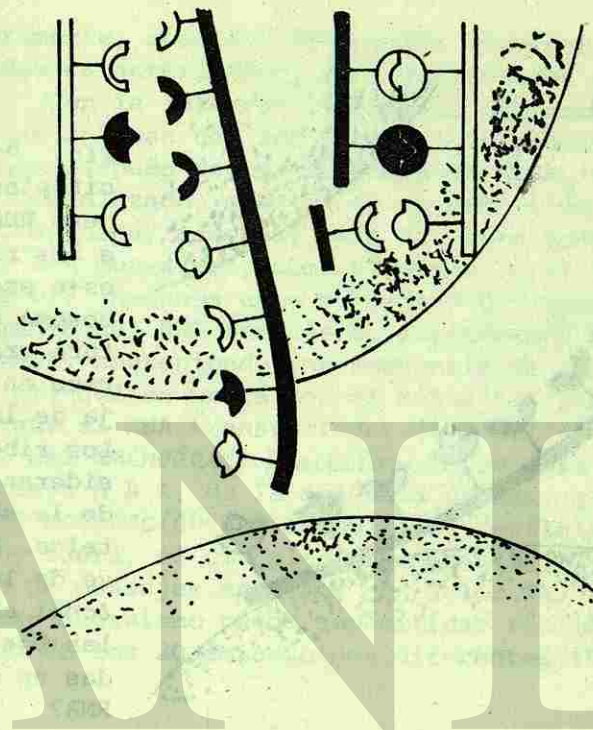


Fig. 5-11. El RNA se separa de la molécula de DNA de la cual se formó. Después se mueve hacia fuera del núcleo, a través del citoplasma, hacia los ribosomas. Esta forma del RNA, recibe el nombre de mensajero RNA (m RNA).

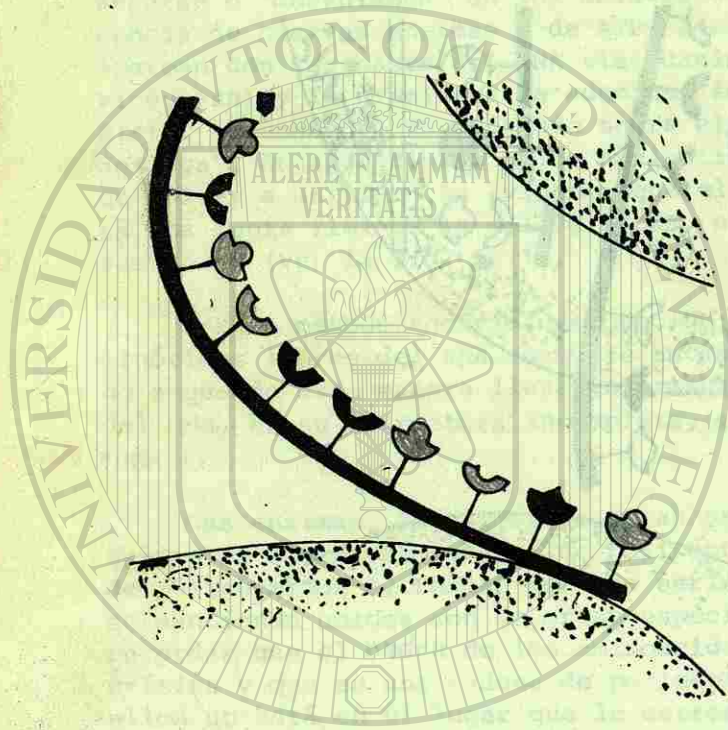


Fig. 5-12. En el citoplasma, el mensajero RNA, se adhiere a los ribosomas. En este esquema, el ribosoma es la estructura grande que aparece en la parte baja de la ilustración. Los ribosomas se consideran los lugares de la síntesis proteica. Usando la clave de los símbolos, ¿cuál es el orden de las bases nitrogenadas en el mensajero RNA?

léculas RNA de transferencia se enlazan químicamente a un aminoácido específico. Así, unido a un RNA "portador", un aminoácido es un paso más para ser incorporado a un polipéptido.

Aparentemente, cada uno de los RNA transportadores tiene en un orden característico, *tres* nucleótidos expuestos sin aparear. Con la intervención de los ribosomas, estos nucleótidos se aparean con los nucleótidos complementarios. Supongamos que después de una molécula del DNA, en un cromosoma, se ha desenlazado, muestra la secuencia de nucleótidos adenina, adenina, adenina, (A A A). Esto podría ser copiado por el RNA mensajero, como el orden uracilo, uracilo, uracilo (U U U). Después este mensaje U U U pasa al citoplasma por medio del RNA mensajero, supondremos que se encuentra un RNAt, conteniendo una secuencia de nucleótidos libres (A A A), que se unirá con el mensajero RNA, también supondremos que el RNA transportador (A A A), está unido a una molécula del aminoácido *fenilalanina*. De esta manera el mensaje en clave A A A, de la molécula de DNA, que especifica la *clase y colocación* del aminoácido (fenilalanina) ha sido enviado, fuera, al citoplasma de la célula. Usando una variedad de mensajes en clave con 3 letras, hay 64 posibilidades, ese mecanismo puede especificar fácilmente la clase y orden de los 20 aminoácidos diferentes (Ver la tabla 5-2).

Parece que los ribosomas se mueven individualmente a lo largo del RNA mensajero, de un extremo a otro. Al moverse, "traducen" la clave del mensajero y ayuda a incorporar las bandas adecuadas de RNA transportador. (Ver Fig. 5-13). Cada ribosoma al moverse a lo largo del RNA mensajero sintetiza, probablemente, una cadena completa de polipéptidos. Los experimentos han demostrado que pueden moverse, al mismo tiempo, varios ribosomas a lo largo del mensajero RNA. Un grupo de ribosomas adheridos a una banda de un RNA mensajero recibe el nombre de *polirribosoma*, o simplemente, *polisoma*. Resumen en la Fig. 5-14.

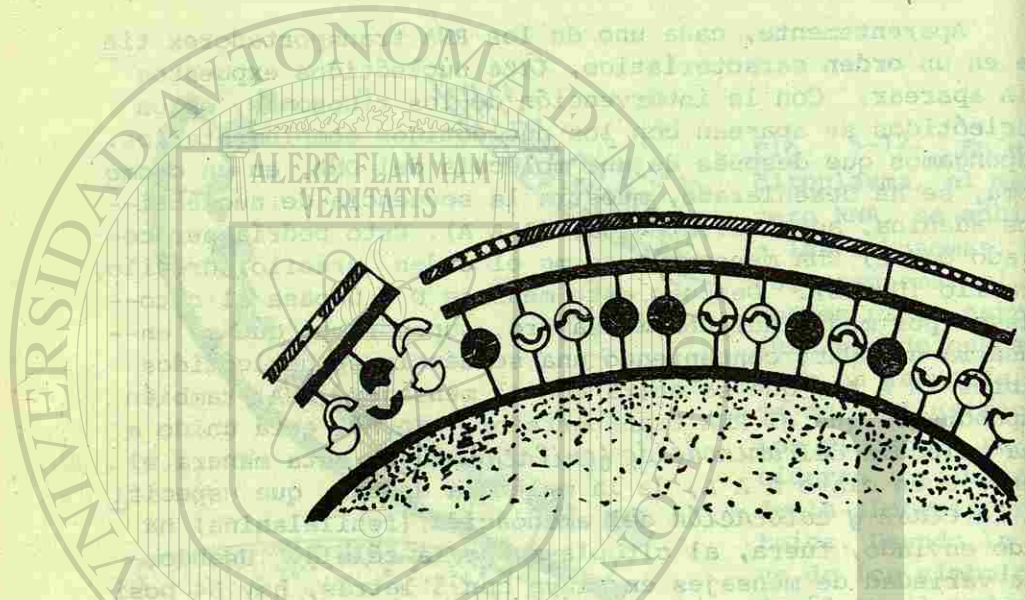


Fig. 5-13. El aminoácido glicina, unido a una terna RNA transportadora, está adherida a un ribosoma donde el RNA atrae a una banda complementaria de un mRNA. Así, el segmento de mRNA que aún muestra tres nucleótidos (GUG) tiene codificado un aminoácido específico. De esta manera se forma una cadena polipéptida sobre el ribosoma; esta cadena tiene cuatro aminoácidos, ácido aspártico, fenilalanina, glicina y serina, unidos a un aminoácido.

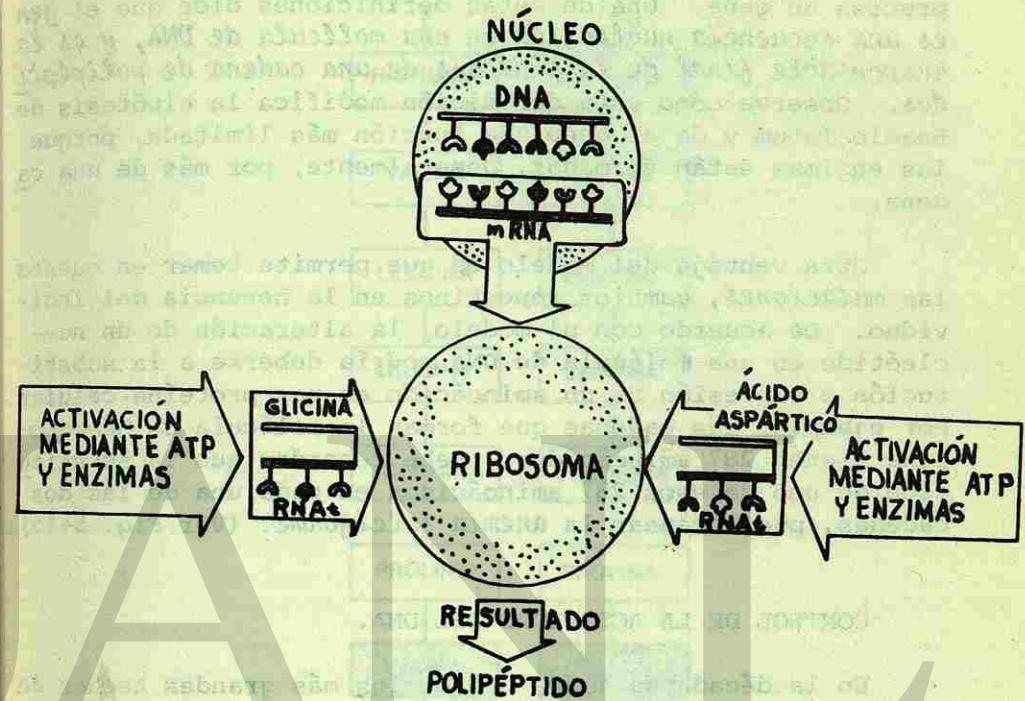


Fig. 5-14. Diagrama para resumir cómo el DNA del núcleo celular controla la síntesis proteica en el citoplasma. Una banda del DNA forma un mRNA y éste emigra hacia el ribosoma que se encuentra en el citoplasma. Dos RNA transportadores por medio de enzimas específicas y ATP, llevan al ribosoma dos aminoácidos específicos. Entonces estos aminoácidos son unidos e incorporados a una larga cadena de polipéptidos que se han formado de manera semejante.

## LOS GENES.

El modelo de la síntesis proteica actual proporciona al biólogo su primera oportunidad para dar una definición precisa de gene. Una de estas definiciones dice que el gene es una secuencia nucleotídica en una molécula de DNA, y es responsable final de la síntesis de una cadena de polipéptidos. Observe cómo esta definición modifica la hipótesis de Beadle-Tatum y da al gene una función más limitada, porque las enzimas están formadas, generalmente, por más de una cadena.

Otra ventaja del modelo es que permite tomar en cuenta las mutaciones, cambios repentinos en la herencia del individuo. De acuerdo con el modelo, la alteración de un nucleótido en una molécula de DNA podría deberse a la sustitución o supresión de un aminoácido en una proteína celular. Por ejemplo, las cadenas que forman la molécula de hemoglobina tienen 287 aminoácidos. Debe recordar que la sustitución de uno de esos 287 aminoácidos en cada una de las dos cadenas, puede causar la anemia falciforme. (Ver Fig. 5-15)

## CONTROL DE LA ACTIVIDAD DEL DNA.

En la década de 1960, uno de los más grandes hechos de la investigación fue el descubrimiento e identificación de los mecanismos que controlan la actividad del DNA. Se han sugerido numerosas ideas; aquí sólo presentaremos los hechos generales de uno de los modelos que está siendo probado en la investigación. Este se llama *modelo operón*, y sugiere que el DNA, contiene datos codificados representados por dos tipos de genes: los genes estructurales y los genes reguladores. Los genes estructurales contienen los datos codificados que especifican el orden de los aminoácidos en los polipéptidos, que serán de una importancia estructural en la célula o en el organismo. Por ejemplo, un gene estructural puede tener un código para un polipéptido de la hemoglobina, o puede tener un código para que un polipéptido forme la proteína de su cabello.

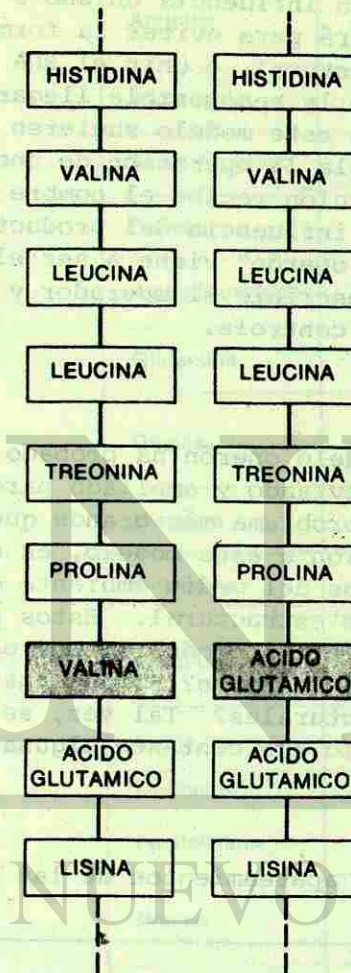


Fig. 5-15. La simple sustitución de uno de los 287 aminoácidos causa la anemia falciforme.

El gene regulador contiene datos codificados que también dan origen a un polipéptido, sin embargo, de acuerdo con el modelo, este polipéptido que se encuentra en el citoplasma, ejercerá su influencia en uno o más genes estructurales. Este actuará para evitar la formación del RNA mensajero del gene estructural, o unir el RNA mensajero con el DNA para que no le sea posible llegar al citoplasma. Algunas versiones de este modelo sugieren que hay una sección del DNA que controla la operación de uno o más genes estructurales. Esta sección recibe el nombre de *operador* y es el más sensible a la influencia del producto del gene regulador. El término "operón" viene a ser el nombre del modelo que se usa para describir al operador y a todos los genes estructurales que controla.

Aunque el modelo operón ha probado ser muy útil, parece que debe ser revisado y ampliado para investigaciones posteriores. El problema más grande que todavía no ha sido resuelto en relación a este modelo, es el de que algunos productos obtenidos del medio ambiente conocidos, afectan la acción del gene estructural. Estos productos, ¿interactúan con el polipéptido producido por el gene regulador? Si lo hacen, ¿cómo lo hacen? Si no, entonces, ¿cómo afectan a los genes estructurales? Tal vez, se pueda sugerir algún día un nuevo modelo que conteste algunas de estas preguntas.

a) Explique los apareamientos de las Bases Nitrogenadas.

---



---



---



---

AMINOACIDOS	TERNAS
Alanina	GCU GCC GCA
Arginina	CGU CGC CGA
Asparagina	AAU AAC
Acido Aspártico	GAU ACG
Cisteína	UGU UGC
Acido Glutámico	GAA GAG
Glutamina	CAA CAG
Glicina	GUG GGC GGA
Histidina	CAU CAC
Isoleucina	AUU AUC
Leucina	UUA UUG CUU
Lisina	AAA AAG
Metionina	AUG
Fenilalanina	UUU UUC
Prolina	CCU CCC CCA
Serina	UCU UCG
Treonina	ACU ACC ACG
Triptofano	UGG
Tirosina	UAU
Valina	GUU

Tabla 5-2.

Ternas mensajeras del Código Genético.

b) Describa el método sintetizador de proteínas.

---

---

---

---

---

---

---

---

c) Defina lo que es un gen.

---

---

---

---

---

---

---

---

d) Describa el modelo Operón.

---

---

---

---

---

---

---

---

e) Explique la función del RNA mensajero y RNA transportador.

---

---

---

---

---

---

---

---

3er. SEMESTRE.

ÁREA I.

UNIDAD V.

### EVOLUCIÓN Y TAXONOMÍA.

#### INTRODUCCIÓN.

La vida en el planeta ha sufrido muchos cambios a los cuales las especies existentes han tenido que adaptarse sufriendo variaciones y mutaciones y de este modo sobrevivir. La taxonomía lleva ese récord y funciona como archivo de información. Veamos por qué.

#### OBJETIVOS.

- 1.- Explicar la teoría de la evolución.
- 2.- Explicar las evidencias de transformación de las especies.
- 4.- Explicar las pruebas que nos proporciona la anatomía comparada y la embriología como evidencia de cambios en las especies.
- 5.- Explicar los pensamientos de Lamarck sobre la herencia de los caracteres adquiridos.
- 6.- Explicar la teoría de la evolución de Darwin.
- 7.- Explicar y ejemplificar el mecanismo de selección natural.
- 8.- Explicar los mecanismos de la evolución.

- 9.- Enumerar y explicar los principios de la evolución.
- 10.- Comparar los conceptos de Lamarck y Darwin.
- 11.- Definir los siguientes conceptos.

- |                       |                    |
|-----------------------|--------------------|
| 1. Órganos homólogos. | 2. Recapitulación. |
| 3. Variación.         | 4. Mutación.       |
| 5. Recombinación.     |                    |

- 12.- Definir y explicar la importancia de la taxonomía.
- 13.- Explicar la importancia de la anatomía como base de la taxonomía.
- 14.- Explicar los criterios en que se basan para clasificar la taxonomía moderna.
- 15.- Describir y explicar las categorías taxonómicas.
- 16.- Describir los 4 reinos de la clasificación moderna.
- 17.- Describir el sistema binomial y enunciar algunos ejemplos de categorías taxonómicas.

#### PROCEDIMIENTO DE APRENDIZAJE.

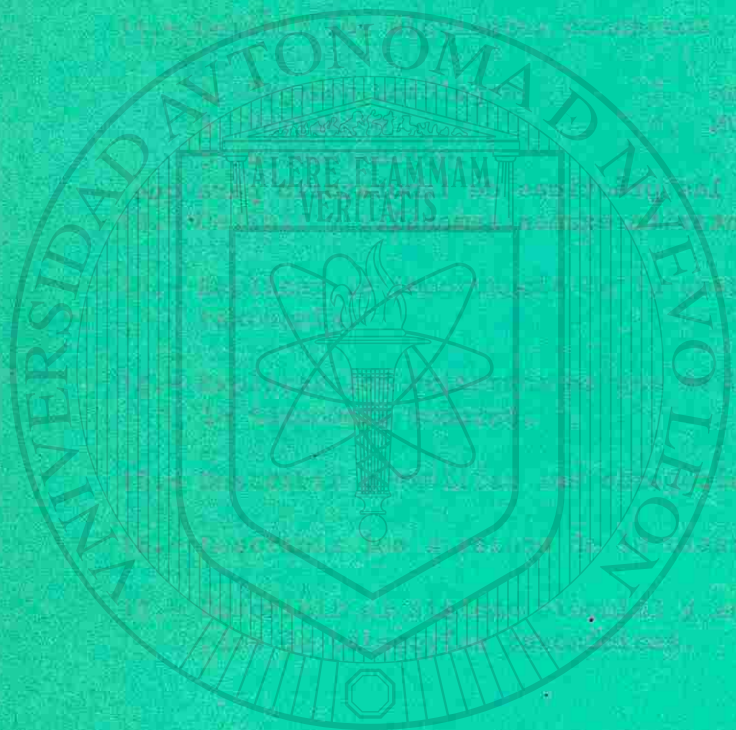
- 1.- Para resolver los objetivos de esta unidad consulta los capítulos 6 y 7 del presente libro.
- 2.- Observa y estudia cuidadosamente cada dibujo, tabla o figura, pues son representaciones gráficas de un conocimiento.
- 3.- Tu maestro asesor y el coordinador saben las respuestas pregúntales.

- 4.- Como autoevaluación resolverás las preguntas que vienen al final de cada tema del capítulo 6 y 7, la cual deberás de mostrar a tu maestro para que se te acredite.

#### PRERREQUISITO.

Deberás asistir a las prácticas de laboratorio para que tengas derecho a presentar tu examen semanal.





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA

DIRECCIÓN GENERAL

## CAPÍTULO VI.

### E V O L U C I Ó N.

Hace siglos, el hombre pensaba en el origen de las especies como una creación especial, incluyendo la inmutabilidad de las especies, es decir, que las especies no cambiaban desde el momento de su creación.

Al pasar el tiempo fueron surgiendo ideas para explicar el origen de las especies y la gran diversidad de los organismos y no fue hasta hace un siglo cuando la clave fue descifrada por medio de Charles Darwin, quien aportó pruebas concluyentes de los mecanismos mediante los cuales es llevada a cabo la *evolución*, cuyo postulado es que todos los organismos presentes (vegetales y animales) que existen en la actualidad son los descendientes modificados de especies más simples; cuyos cambios han sido graduales y se han acumulado en generaciones sucesivas.

#### EVIDENCIAS DE TRANSFORMACIÓN DE LAS ESPECIES.

Es indudable que la vida ha sufrido muchos cambios desde su aparición en la tierra; prueba de ello es el registro fósil, los cuales son restos o huellas de organismos que vivieron en épocas remotas, esto, objeto de estudio de la Paleontología, es decir, de la vida antigua, se denomina *evidencia directa* ya que podemos "ver" la naturaleza del cambio de algún organismo. Por ejemplo, al encontrar un organismo fosilizado inmediatamente se establecen relaciones de parentesco entre éste y los actuales, y se observa de inmediato el cambio.

El planeta mismo ha sufrido cambios, por ejemplo se encuentran en la región del norte de México fósiles de orga-

nismos "marinos" como algunos moluscos, lo cual nos indica que hubo un cambio en la corteza terrestre que elevó el lecho marino de aquella época hasta donde actualmente se encuentran estos fósiles en una altura que oscila entre 500 y 100 metros sobre el nivel del mar. (Fig. 6-1).

Del estudio de los fósiles se desglosan innumerables conocimientos acerca de la flora y fauna antigua, por ejemplo, los paleontólogos pueden reconstruir el tamaño y apariencia general de algunos organismos a partir de una pata o algún otro hueso del animal ya extinto. Si se encuentran vértebras, dientes, cráneo, fósiles de otros animales y plantas se puede hacer una reconstrucción completa de la vida de su comunidad.

Indudablemente que han existido millones de poblaciones de organismos sobre la tierra, lo ideal sería si pudiera ser encontrado y fechado un ejemplar fósil de cada una de las poblaciones que existieron, de esta manera se podría "leer" la secuencia de los cambios, desgraciadamente el registro fósil está incompleto porque muchas poblaciones que se supone han existido no pudieron resistir las fuerzas de desintegración y destrucción a que estuvieron sometidos.

#### CAMBIOS CONTEMPORÁNEOS.

Durante los últimos siglos ha sido posible observar una serie de cambios en algunas especies, un ejemplo de esto sucedió en Inglaterra con cierto grupo de polillas moteadas (*Biston betularia*), en Manchester antes de 1850 fueron recogidos algunos especímenes; eran blancos con puntos negros espaciados en las alas, en 1850 se colectó un espécimen negro de esta población; 100 años más tarde más del 95% de las polillas moteadas de esa población son de variedad oscura. Este fenómeno llamado "Melanosis industrial" es un ejemplo de un cambio que afecta a una especie en la naturaleza y que ha ocurrido de manera suficientemente rápida para poder ser registrada por los naturalistas: ¿Cómo podría explicarse este cambio evolutivo? La polilla vuela de noche y descansa durante el día sobre los troncos de los árboles del bosque, en áreas lejanas de actividad industrial

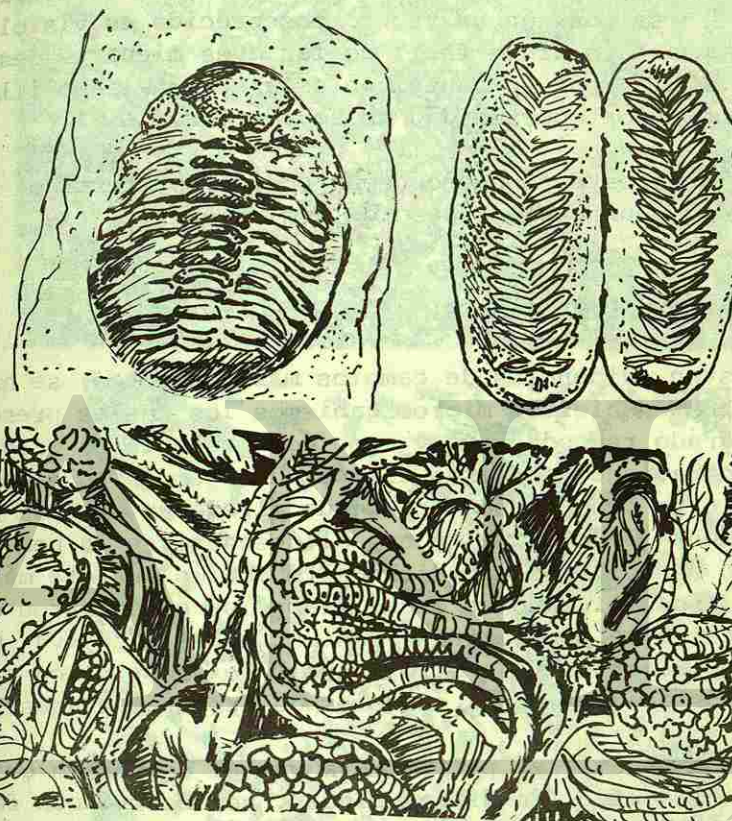


Fig. 6-1. Algunos fósiles; en la parte superior izquierda se observa un trilobites (artrópodo primitivo); a la derecha se observa una fronda fosilizada de un helecho y abajo una maraña de unos lirios marinos.

los troncos de los árboles están cubiertos de líquenes Fig. (6-2). La forma de color claro es prácticamente invisible, en contraste, en regiones en que la contaminación del aire es muy severa la mezcla de gases tóxicos y hollín hace imposible el crecimiento de los líquenes y además ha oscurecido las ramas y los troncos de los árboles, si la polilla de color claro se posa en un tronco oscurecido es visible fácilmente y así es presa fácil de las aves mientras descansa durante el día, por lo tanto, en esta región la polilla oscura tiene mejor oportunidad de sobrevivir.

Mediante este fenómeno hemos podido ser testigos y observar cómo ocurre el proceso de evolución.

#### CAMBIOS MÁS RECIENTES.

Existen evidencias de cambios más recientes; se han llevado a cabo en ciertos microorganismos los cuales presentan un alto grado reproductivo y como consecuencia un gran número de generaciones en corto tiempo; un ejemplo lo encontramos en cierto tipo de bacterias que alrededor de 1940 eran moderadamente infectivas y que al descubrirse la penicilina fueron controladas por dicho antibiótico durante más o menos 10 años, al cabo de dicho tiempo se encontraron cepas resistentes a la penicilina y con un grado infectivo mucho mayor que las iniciales; otro ejemplo lo encontramos en la mosca doméstica y algunas especies de insectos plagas.

Cuando se utilizó por primera vez el compuesto químico DDT para el control de dichas plagas, se observó que fácilmente sucumbían dichas poblaciones plagas, por lo tanto, se pensó que por fin se había encontrado un control para las plagas, el cual era económico y efectivo a corto plazo. Durante algunos años se siguió utilizando este control, hasta que se observó que algunos tipos de plagas empezaban a resistir los efectos de dicho veneno químico, con lo cual aparecieron las primeras especies resistentes al DDT; la pregunta es: ¿Cómo se operaron dichos cambios, tanto en las bacterias como en los insectos plagas? Observe que los cambios mencionados aquí no están implicados en cuanto a morfo

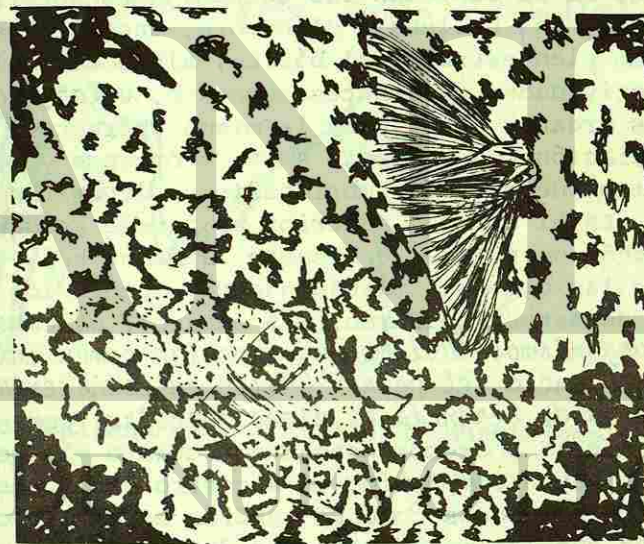
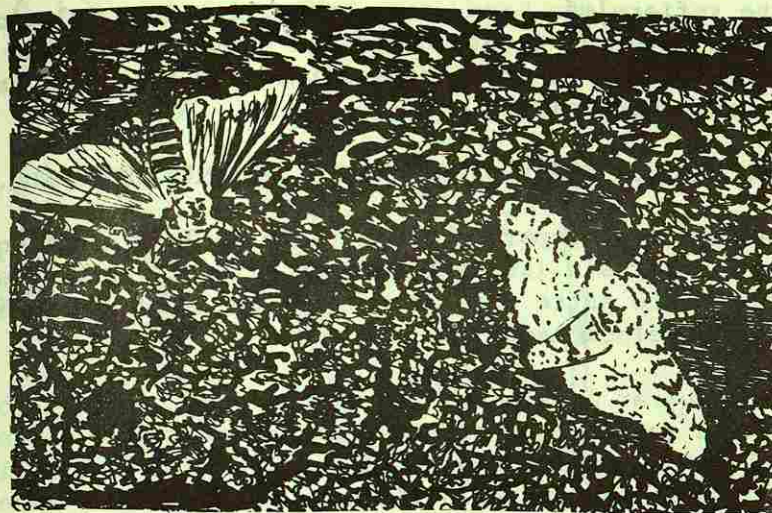


Fig. 6-2. La polilla moteada *Biston betularia* y la forma oscura carbonaria en la parte superior, se observan posados en un tronco ennegrecido de un árbol típico de las zonas cercanas a áreas industriales; en la parte inferior se observan las dos mismas variedades de polillas descansando sobre un árbol cubierto de líquenes en el campo libre de contaminaciones.

logía se refiere, más bien, son cambios internos relacionados con su material genético que les permitió volverse más resistentes a dichos compuestos químicos con lo cual se aseguró su supervivencia.

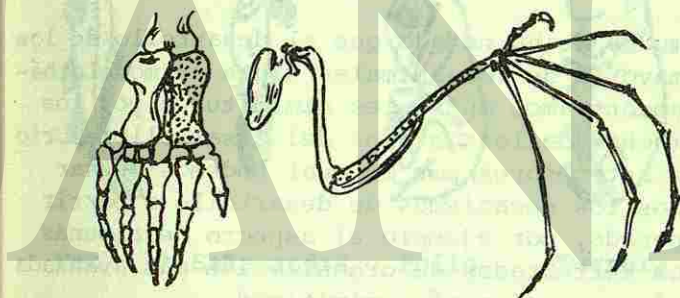
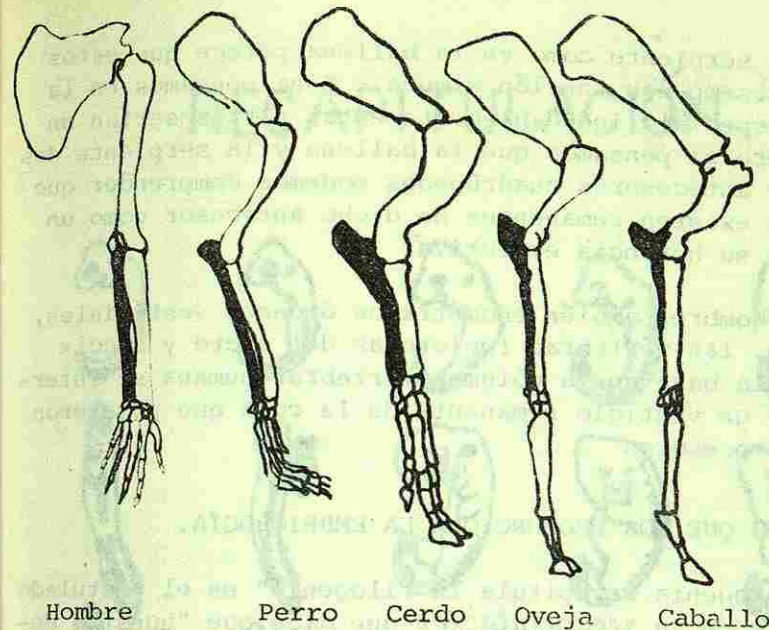
PRUEBAS QUE NOS PROPORCIONA LA ANATOMÍA COMPARADA.

La anatomía comparada es la parte de la biología que compara y contrasta las semejanzas y diferencias de las estructuras tanto entre plantas como en animales que están estrechamente relacionados.

Al comparar la anatomía de un mamífero con la de otro mamífero se observa que ciertas partes del cuerpo están construidas de acuerdo con el mismo plan de cada espécimen, dichos órganos pueden ser utilizados de diferentes maneras, por ejemplo, si se comparan las extremidades anteriores de un murciélago, una ballena y el hombre, encontramos que tienen el mismo plan estructural básico, sin embargo los utilizan para actividades diferentes como son, *volar, nadar y levantar*. Los órganos que tienen la misma estructura básica y la misma relación con respecto a otros órganos y como es obvio el mismo desarrollo embrionario se denominan *órganos homólogos*. En el ejemplo anterior no parece razonable que un solo patrón de huesos represente la mejor estructura para ejecutar las diversas tareas que desempeñan los miembros anteriores de estos mamíferos, sin embargo, *al considerar que estos organismos tuvieron un ancestro común interpretamos la persistencia del patrón básico en estas extremidades como evidencia de herencia de dicho ancestro*. Como una consecuencia de esto podremos pensar que cuanto más recientes especies hayan compartido un ancestro común, mayor número de órganos homólogos comunes tendrán estas especies y comprendemos que las modificaciones de dichos órganos son adaptaciones al plan de las necesidades de cada organismo.

Fig. 6-3.

Al estudiar la importancia de los órganos homólogos para proporcionar una prueba de la evolución; se hace factible al hacer una disección de una serpiente o de una ballena encontramos huesos homólogos a la cadera de otros vertebrados,



Aleta de Ballena      Ala de Murciélago

Fig. 6-3. Homología de miembros anteriores de mamíferos.

tanto en la serpiente como en la ballena parece que estos huesos no desempeñan función alguna. Y si pensamos en la "creación especial" indudablemente estas partes serían un defecto, pero si pensamos que la ballena y la serpiente descienden de antecesores cuadrúpedos podemos comprender que actualmente existen remanentes de dicho antecesor como un vestigio de su herencia evolutiva.

En el hombre también encontramos órganos vestigiales, por ejemplo, las vértebras fusionadas del sacro y cóccix que forman la base de la columna vertebral humana se interpretan como un vestigio remanente de la cola que poseyeron nuestros antecesores.

#### PRUEBAS QUE NOS PROPORCIONA LA EMBRIOLOGÍA.

"La ontogenia recapitula la filogenia" es el postulado de la teoría de la *recapitulación* que dice que "nuestro desarrollo embrionario repite el de nuestros antecesores".

Desde hace mucho se ha notado que el desarrollo de los embriones de la mayoría de los animales sigue un modelo básico, en el que encontramos múltiples similitudes por los que atraviesan muchos de los estados del desarrollo embrionario de nuestros antecesores, por lo cual podemos pensar que heredamos todos los mecanismos de desarrollo a partir de un mismo antepasado, por ejemplo el aspecto de algunas estructuras de los vertebrados de organización más avanzadas es similar al de las especies más primitivas.

El embrión humano de un mes de edad posee una serie de fosas branquiales localizadas en la región del cuello, dicho patrón de organización está presente en el desarrollo de todos los vertebrados, en los peces dichas fosas se transforman y se convierten en las *branquias*, en los vertebrados las fosas desaparecen.

Dichas similitudes son tomadas como evidencia de una relación evolutiva entre los vertebrados. Fig. 6-4.

## RECAPITULACIÓN

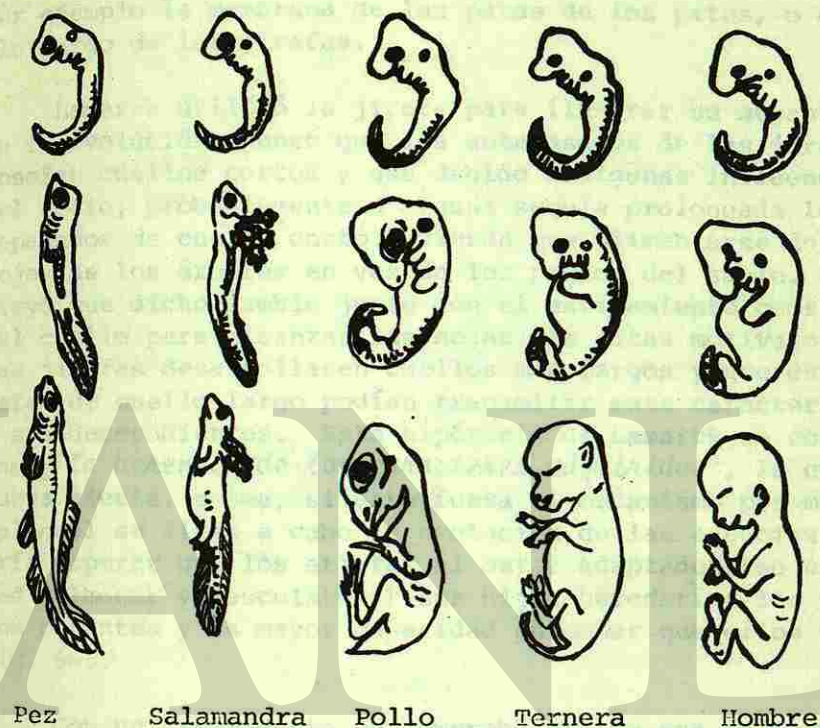
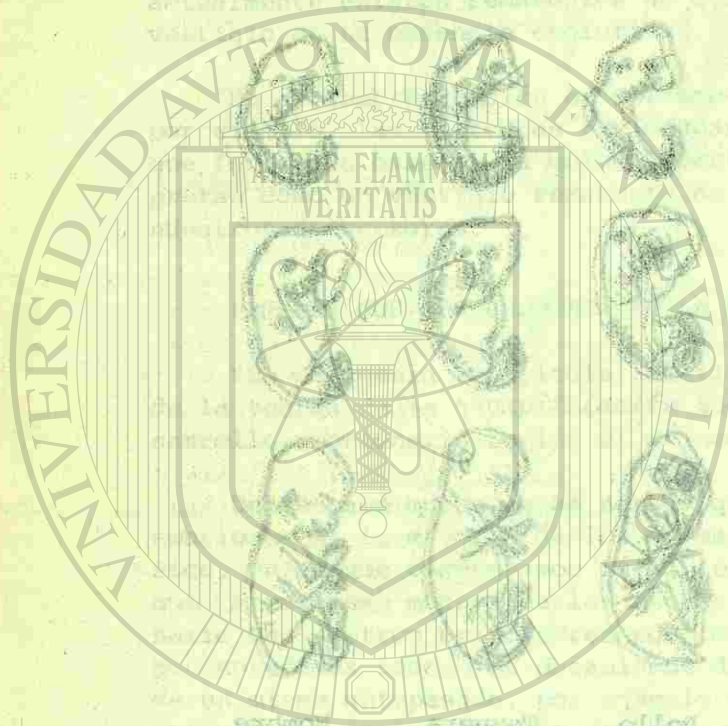


Fig. 6-4. Las branquias aparecen en las primeras etapas de vida embrionaria de todos los vertebrados, note la gran similitud de dichos embriones en sus primeras fases.



por Juan Bautista de Lamarck en la cual explicaba un mecanismo por medio del cual se llevaba a cabo la evolución.

Las adaptaciones son características estructurales o funcionales que le permite a un organismo poseer una ventaja en determinado medio, algunos ejemplos de adaptación son por ejemplo la membrana de las patas de los patos, o el cuello largo de las jirafas.

Lamarck utilizó la jirafa para ilustrar su mecanismo de la evolución, pensó que los antepasados de las jirafas poseían cuellos cortos y que debido a algunas influencias del medio, probablemente a alguna sequía prolongada los antepasados de cuello corto tuvieron que alimentarse de las hojas de los árboles en vez de los pastos del suelo, Lamarck creyó que dicho cambio junto con el estiramiento continuo del cuello para alcanzar las hojas más altas motivaron que las jirafas desarrollasen cuellos más largos y que estas jirafas de cuello largo podían transmitir esta característica a sus descendientes. Esta hipótesis de Lamarck se conoce como "*la herencia de los caracteres adquiridos*", la cual si fuera cierta, o sea, si este fuera el mecanismo por medio del cual se lleva a cabo la evolución de las especies cabría esperar que los atletas al estar adaptados, (su capacidad pulmonar y musculatura), sus hijos heredarían los músculos potentes y la mayor capacidad pulmonar que ellos poseen. Fig. 6-5.

Con un experimento se comprobó que no era de la manera como Lamarck pensaba que se llevaba a cabo el proceso de evolución, dicho experimento se llevó con ratones, los cuales al nacer se les amputó la cola a veinte generaciones consecutivas, pero nunca se obtuvieron ratones sin cola, con lo cual se refutaba la hipótesis de Lamarck cuyo error más grande fue el pensar que los caracteres adquiridos se heredan. Actualmente sabemos que la capacidad hereditaria reside en última instancia en el material genético y que se transmite de una generación a la siguiente.

### Teoría de la evolución de Darwin.

Darwin durante los primeros 22 años de su vida, no parecía destinado a hacer ninguna contribución a la Ciencia Biológica. En sus años escolares no sobresalió, pues dedicaba mucho tiempo a cazar al aire libre; su padre, un médico famoso lo hizo que ingresara a la Escuela de Medicina, donde de 2 años más tarde salió para entrar por obra de su padre a la Facultad de Teología en Cambridge en donde en el tercer año cuando tenía 22 años, dos de sus profesores le brindaron la oportunidad de viajar en calidad de naturalista en el H.M.S. Beagle, que era un barco encargado de hacer los mapas de las costas de América del Sur y de las islas del Pacífico, cuyo viaje duraría 5 años.

Los deberes de Darwin como naturalista comprendían tanto la colección de ejemplares de animales y plantas como la elaboración de un informe sobre sus observaciones.

A su paso por Sudamérica observó la gran diversidad de animales y plantas, así como las variaciones locales, a su vez que observó los grandes cambios en la corteza terrestre.

En las islas Galápagos al oeste del Ecuador observó la gran diversidad de especies, en estas islas Darwin encontró un laboratorio viviente donde recolectó datos que más tarde le permitieron eslabonar su teoría sobre la evolución de las especies.

Dicha teoría sostiene que se producen nuevas especies por un proceso de *selección natural*. Esta idea de la selección natural, surgió en Darwin después de su regreso a Inglaterra en 1836, pero transcurrieron 20 años para que ordenara sus datos acumulados, los cuales constituyeron su obra "Origen de las Especies".

En 1858 recibió un manuscrito de Alfred Russel Wallace otro naturalista, el cual formulaba la idea de la selección natural sin conocer la obra de Darwin, pero inspirado al igual que Darwin por el tratado de Malthus sobre la población y la necesaria "lucha por la existencia".



Fig. 6-5. Según la teoría de Lamarck la jirafa desarrolló cuello largo durante varias generaciones en busca de hojas en los árboles.

Darwin adoptó la frase de la "lucha por la existencia" puntualizó que no debe de ser mal interpretada, puesto que no es una lucha física, sino más bien, que los organismos según el medio ambiente en que vivan sobrevivirán los que estén más adaptados a dicho medio.

#### TEORÍA DE DARWIN - WALLACE DE LA SELECCIÓN NATURAL.

Como ya dijimos, Darwin y Wallace concuerdan en sus explicaciones respecto a la forma como ocurre la evolución, que puede resumirse de la manera siguiente:

- 1º En todas las especies de plantas y animales es característico que presenten variaciones. Darwin suponía que dichas variaciones eran una de las propiedades de los seres vivos, de las cuales las variaciones producidas por mutaciones son importantes en la evolución.
- 2º Las especies tienen un potencial reproductor grande por lo cual nacen más individuos de los que pueden obtener su alimento y sobrevivir; con lo cual el número de individuos de cada especie permanece constante, de lo contrario si prosperaran en su totalidad y se reprodujera pronto una sola especie avasallaría a todas las demás especies.
- 3º Las poblaciones se mantienen en equilibrio por obra de la "lucha por la existencia"; es decir nacen más organismos de los que pueden sobrevivir. Por lo tanto, existe una competencia en busca de espacio y alimento, lo cual lo logran los organismos más adaptados al medio, los menos adaptados sucumben y así se establece el equilibrio.
- 4º Las variaciones que capacitan al organismo para sobrevivir en un ambiente dado, favorecerá a sus poseedores sobre otros organismos, o sea, "la supervivencia del más apto", los individuos supervivientes originan la siguiente generación y de este modo se transmiten variaciones "afortunadas" de generación a generación.

Este mecanismo de selección natural durante muchos años puede conducir a la aparición de descendientes diferentes a sus antecesores.

- a) Describa en qué consiste la teoría de la evolución.

---

---

---

---

---

- b) Explique la contribución de cada uno de los siguientes científicos: Darwin, Lamarck, Wallace; sobre la teoría de la evolución.

---

---

---

---

---

#### 6-3 LOS MECANISMOS DE LA EVOLUCIÓN.

Los elementos principales del proceso evolutivo son la *variación* y la *selección natural*, la variación nos marca que los individuos de una misma especie son diferentes entre sí. Dichas *variaciones* hacen posible que unos organismos de la misma especie respondan mejor a las condiciones que otros, o sea, que se debe a la *variación*, el hecho de que unos individuos estén mejor adaptados que otros para la supervivencia en un determinado medio, y la *selección natural* es el mecanismo mediante el cual unos individuos sobreviven en lugar que otros o con ventaja con relación a otros.



La variación es la materia prima sobre la cual la selección va a actuar, el resultado -a través del tiempo- de la interacción de ambos procesos, es la evolución.

Como se mencionó anteriormente, la transmisión de variaciones "afortunadas" que pasan de generación en generación es un hecho; pero ¿dónde tiene su origen la variación?

La variación tiene su origen en dos procesos principales; la *mutación* y la *recombinación*.

La mutación es un cambio en la estructura química del material genético que va a provocar una nueva expresión fenotípica, su magnitud es muy variable y por lo tanto es muy distinta la forma en que se manifiesta el fenotipo, desde pequeñísimas diferencias hasta un cambio radical que puede conducir a la muerte durante las primeras etapas del desarrollo.

La recombinación genética es la mezcla de alelos del conjunto de genes que forman el material hereditario durante generaciones sucesivas, que nos da como resultado distintos genotipos a base del material básico común de cada especie.

#### PRINCIPIOS DE LA EVOLUCIÓN.

Las opiniones de los investigadores discrepan respecto a la naturaleza de las mutaciones, a las que se presentaron en la evolución y al grado en que intervinieron en la misma los distintos factores de selección, aislamiento, recombinación genética, hibridación y volumen de los grupos, aunque en ciertos principios fundamentales hay unanimidad de pareceres, que es necesario cierto grado de aislamiento para la creación de una nueva especie, y que la selección natural es precisa para la perpetuación de algunas de las mutaciones ocurridas, pero no de todas. Además, se conocen cinco principios de la evolución los cuales suscriben prácticamente todos los biólogos.

1. La evolución es más rápida en unos momentos que en otros. En la época actual se desarrolla con rapidez con aparición constante de nuevas formas y extinción de otras.

2. La evolución es de intensidad variable en los diferentes tipos de organismos. En un extremo de la escala se encuentran los moluscos bivalvos conocidos como braquiópodos, mantenidos invariables durante un lapso de 500 millones de años, pues los fósiles de aquel tiempo revelan identidad con las formas presentes. Por contraste, han aparecido varias especies de homínidos, que se extinguieron en los últimos cientos de miles de años. En general, la evolución es rápida al aparecer una nueva especie, para luego ser más lenta una vez que el grupo ha logrado establecerse.

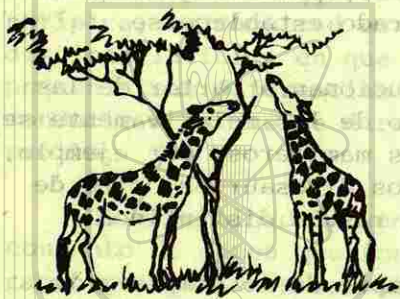
3. Las nuevas especies no evolucionan a partir de las adelantadas y especializadas, sino de las relativamente sencillas y sin especialización. Los mamíferos, por ejemplo, no descienden de los especializados dinosaurios, sino de grupos de reptiles pequeños y sin rasgos distintivos.

4. La evolución no procede siempre de lo simple a lo complejo. Hay, en efecto, muchos ejemplos de evolución "regresiva" por la cual, de una forma superior ha derivado una más sencilla. Muchos parásitos evolucionaron de un progenitor de vida independiente, desde luego más completo que la forma adaptada a la vida parasitaria. Las aves sin alas como el casuario descienden de otras que podían volar y lo mismo pasa con varios insectos ápteros, descendientes de unos parecidos alados. También las serpientes han evolucionado desde reptiles con patas, en tanto la ballena, sin extremidades posteriores, deriva de mamíferos con cuatro miembros. Estos casos confirman el hecho de que las mutaciones son casuales, de que no progresan de lo simple a lo complejo o de lo "imperfecto" a lo "perfecto". Si de todo esto llega a resultar que una especie tiene ventajas en ser de estructura más sencilla, o incluso prescindir de algún carácter toda mutación en este sentido se acumulará por selección natural.

5. La evolución ocurre por poblaciones, no por individuos; por procesos de mutación, reproducción no casual, selección natural y desplazamiento genético.

Fig. 6-6 Comparación entre los conceptos de Lamarck y Darwin.

Teoría de Lamarck.

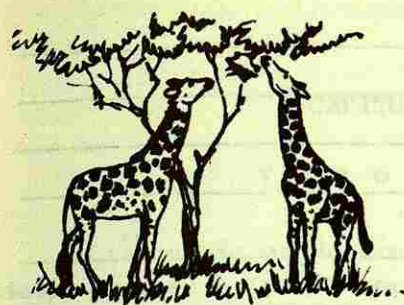


Una población de jirafas ancestrales de cuello corto sufre el efecto de frecuentes esfuerzos en el alargamiento del cuello por alcanzar el follaje verde de los árboles de la sabana.

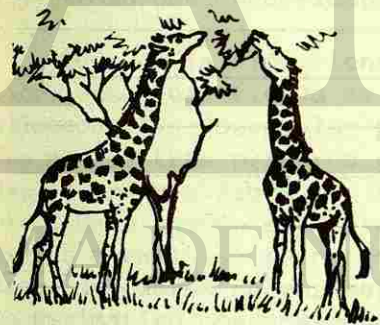
Teoría de Darwin.



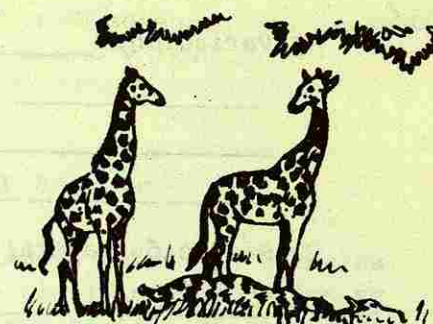
La población de jirafas ancestrales muestra una variación en la longitud del cuello.



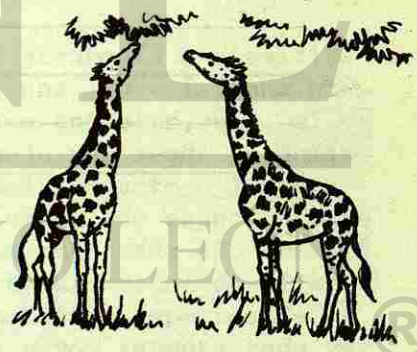
Como resultado de los esfuerzos realizados, los descendientes tienen cuellos cada vez más largos, que continúan alargándose como consecuencia de nuevos esfuerzos.



El continuo esfuerzo por alcanzar las hojas de los árboles ha dado jirafas con cuello largo.



La selección natural hace que sobrevivan sólo aquellos individuos con cuellos largos, que pueden alimentarse más fácilmente.



La selección natural ha ocasionado que sólo sobrevivan las jirafas con cuello largo.

a) Describa brevemente en qué consiste:

1) Variación: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2) Selección natural: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3) Mutación: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

b) ¿Cree usted que ha terminado la evolución del humano?  
¿Por qué?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DIRECCIÓN GENERAL

## CAPÍTULO VII.

### TAXONOMIA.

La taxonomía es de gran importancia entre las ciencias biológicas; su estudio comprende la clasificación de los seres vivos y su nomenclatura, establece niveles de jerarquía evitando caer en confusiones en lo que respecta al origen y complejidad de los seres vivos, rechaza los nombres vernáculos que pueden ser diferentes para el mismo organismo según la región que se trate.

Con los estudios de la taxonomía el hombre determina las especies que habitan actualmente la biósfera, y sus interrelaciones, define el aprovechamiento de éstas como recurso natural para la supervivencia del hombre y se comprende mejor la evolución.

#### 7-1 ¿PARA QUÉ CLASIFICAR?

Todo en la vida tiene un orden, jerarquía o clasificación; desde una tienda de abarrotes, una librería, una biblioteca, las rocas, las plantas y los animales, etc. el orden en los tres primeros ejemplos puede ser según la demanda, en orden alfabético, el tamaño del producto o libro, etc., pero cuando se trata de seres vivos, de especies existentes o extintas se necesita más que eso. Cada año los biólogos descubren nuevas especies; el número total de ellas es estimativo, pues desconocemos el total de especies de la biósfera. La taxonomía de los seres vivos intenta cada vez con más éxito enumerar el total de especies de acuerdo a su FILOGENIA; rastrear en la historia de la evolución y acomodarlas según el parentesco o niveles donde los organismos presenten una misma característica, llamados TAXAS. Cada taxa representa o contiene una cantidad de información que

a) Describa brevemente en qué consiste:

1) Variación: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2) Selección natural: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3) Mutación: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

b) ¿Cree usted que ha terminado la evolución del humano?  
¿Por qué?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DIRECCIÓN GENERAL

## CAPÍTULO VII.

### TAXONOMIA.

La taxonomía es de gran importancia entre las ciencias biológicas; su estudio comprende la clasificación de los seres vivos y su nomenclatura, establece niveles de jerarquía evitando caer en confusiones en lo que respecta al origen y complejidad de los seres vivos, rechaza los nombres vernáculos que pueden ser diferentes para el mismo organismo según la región que se trate.

Con los estudios de la taxonomía el hombre determina las especies que habitan actualmente la biósfera, y sus interrelaciones, define el aprovechamiento de éstas como recurso natural para la supervivencia del hombre y se comprende mejor la evolución.

#### 7-1 ¿PARA QUÉ CLASIFICAR?

Todo en la vida tiene un orden, jerarquía o clasificación; desde una tienda de abarrotes, una librería, una biblioteca, las rocas, las plantas y los animales, etc. el orden en los tres primeros ejemplos puede ser según la demanda, en orden alfabético, el tamaño del producto o libro, etc., pero cuando se trata de seres vivos, de especies existentes o extintas se necesita más que eso. Cada año los biólogos descubren nuevas especies; el número total de ellas es estimativo, pues desconocemos el total de especies de la biósfera. La taxonomía de los seres vivos intenta cada vez con más éxito enumerar el total de especies de acuerdo a su FILOGENIA; rastrear en la historia de la evolución y acomodarlas según el parentesco o niveles donde los organismos presenten una misma característica, llamados TAXAS. Cada taxa representa o contiene una cantidad de información que

evita a cada científico empezar desde el principio cada vez que tenga que realizar una investigación; por ejemplo al nombrar una ballena, un murciélago, un pájaro y un hombre, sabemos o nos informamos que todos pertenecen a la taxa PHYLUM CHORDATA, inmediatamente sabemos que poseen Notocordio, Cordón Nervioso dorsal hueco o Médula Espinal y Hendiduras Branquiales Faríngeas, dispuestas en pares.

Otra función importante de la Taxonomía es ponerles nombre a las especies (NOMENCLATURA); científicamente ninguna especie debe tener el mismo nombre que otra para evitar confusiones de nombres vernáculos donde diferentes especies reciben el mismo nombre o nombres derivados de otras especies, por ejemplo: Ring Tail, pintorabo, cacomixtle, son nombres por los que se conoce regionalmente la especie *Bassariscus astutus*. Donde se presentan mayor número de especies es cuando se trata de especies fósiles y la mayor parte de los datos son obtenidos por conjeturas, teniendo que cumplir, sin embargo con las condiciones taxonómicas que rigen a las especies vivas.

#### 7-2 LA ANATOMÍA COMO BASE DE LA TAXONOMÍA.

Antes del siglo XVIII, las clasificaciones de plantas y animales estaban hechas en relación al daño o perjuicio que éstos producían al hombre, así teníamos: Plantas comestibles, textiles, urticantes, venenosas, medicinales, etc. Después durante los siglos XVII y XVIII, se puede decir que se fundó la taxonomía con personajes como el inglés John Ray y el sueco Carolus Linnaeus. Ellos clasificaron miles de especies basándose principalmente en su estructura y Linnaeus el más sobresaliente de los dos, propuso ciertas características, pero considerando mayormente las características externas. El trabajo de Linnaeus es muy importante para la taxonomía moderna, pues sus libros *Sistema Naturae* de 1758 y *Species Plantarum* de 1753 sirven respectivamente de base para la clasificación de animales y plantas.

Si bien, los trabajos mencionados anteriormente son de gran validez científica debe tomarse en cuenta que fueron hechos un siglo atrás de Darwin y se pensaba entonces que las especies habían sido creadas tal cual eran y que éstas eran inmutables.

La anatomía moderna comparativa nos da bases más reales de semejanzas y diferencias entre especies siendo de gran ayuda a la taxonomía, de manera que organismos muy diferentes entre sí o que vivan en ambientes tan diferentes como el agua y la tierra pertenezcan a la misma taxa, por ejemplo, una ballena, una foca y un hombre, pertenecen los tres a la taxa; clase Mammalia. La anatomía nos demuestra que aunque una mariposa, un pájaro y un murciélago posean alas que utilicen para el vuelo éstos pertenezcan a taxas muy diferentes, pues el origen embriológico de sus alas es diferente, aunque la función (vuelo) sea la misma.

#### 7-3 TAXONOMIA MODERNA.

Para clasificar cualquier organismo se utilizan sistemas cada vez más naturales, según los avances en otras ciencias como son la fisiología, anatomía y bioquímica comparadas de modo que resulta más seguro colocar a tal o cual organismo en una categoría taxonómica o taxa, donde todos los organismos están relacionados por un ancestro común. Fig. 7-1.

Los sistemas son guías de características contra las cuales se va a comparar el organismo que se quiere clasificar y en su mayoría son simples contrastes de ausencia contra presencia de cierto carácter. En el caso de un registro fósil es muy difícil conocer en detalle la estructura de una planta o un animal, por lo que las clases dejaron de ser naturales e inventar datos para su clasificación.

Las características anatómicas son buena fuente para diferenciar grupos y especies, sin embargo se dan casos en que dos especies son muy similares teniéndose entonces que

considerar otros datos como habitat, nicho ecológico o distribución; otras especies se pueden distinguir por la fecha de migración; la forma de hacer su nido, en la forma de comer, etc.

Las categorías entre reino y especie son básicamente *Phylum*, *clase*, *orden*, *familia* y *género*, intercalándose en ocasiones los términos *super* o *sub* en cualquiera de ellos para una mayor definición del organismo a clasificar. Fig. 7-2.

Para determinar o nombrar a una especie, Linnaeus propuso el *Sistema binomial* y desde entonces se viene utilizando este sistema que consiste en que las especies deben llevar dos nombres, el del género cuya primer letra debe ser mayúscula y las demás en negrillas o cursiva y el nombre de la especie que debe escribirse todo con minúsculas y el mismo tipo de letra del género o en todo caso deberán ir subrayados. Sin importar la nacionalidad de la persona que describa una especie, el nombre debe ser en *latín* o *latinizado*. Establecido el nombre de una nueva especie, a menos que esté mal descrita, no cambiará debido a las reglas estrictas establecidas por los comités de biólogos en todo el mundo.

De acuerdo con lo anterior, investiga la clasificación completa del hombre:

Reino: \_\_\_\_\_

Phylum: \_\_\_\_\_

Clase: \_\_\_\_\_

Orden: \_\_\_\_\_

Familia: \_\_\_\_\_

Género: \_\_\_\_\_

Especie: \_\_\_\_\_

Reino  
phylum  
clase  
orden  
familia  
género  
especie.

Otras ciencias colaboran en la determinación de especies; la química busca compuestos orgánicos presentes en los organismos, la genética cuenta y enumera los cromosomas de la célula, la biogeografía, su distribución, la evolución, su origen, etc.

#### 7-4 LOS CUATRO REINOS.

Los antiguos griegos tenían a los seres vivos divididos en dos *Reinos*: Vegetal y animal, reconociendo fácilmente las características de los representantes superiores de uno y otro. Esto era sin imaginarse a los seres microscópicos, aparte muchas especies con características ambiguas es taban mal colocadas dentro de un reino.

Bajo el microscopio, muchas especies unicelulares presentan características indefinidas respecto a cualquiera de los dos reinos, por lo que el biólogo alemán Ernest Haeckel sugirió hace más de un siglo la conveniencia de constituir un tercer reino; el reino *protista*. Aunque al principio se pensó que confundiría más que aclarar, siempre será más conveniente tener por separado para su estudio a todos los seres microscópicos que presenten características vegetales y animales a la vez; estos microorganismos tienen núcleo definido, algunas formas son multicelulares y otras están organizadas en tejidos u órganos. Posteriormente, otros biólogos sugirieron otro reino donde se colocará a todos los microorganismos que no presentan un núcleo definido y cuya reproducción es generalmente por división celular asexual; este reino se denominó *monera*. Moderadamente se reconocen estos cuatro reinos con pequeñas variantes en la nominación de las dos primeras que suelen llamarse también plantae o metaphyta y animalia o metazoa.

La categoría taxonómica de reino es la más amplia y general. Después la cantidad de características se va desglosando y particularizando para ir definiendo las demás taxas hasta llegar a especie que es la forma de descripción más exacta de un organismo. Fig. 7-2.

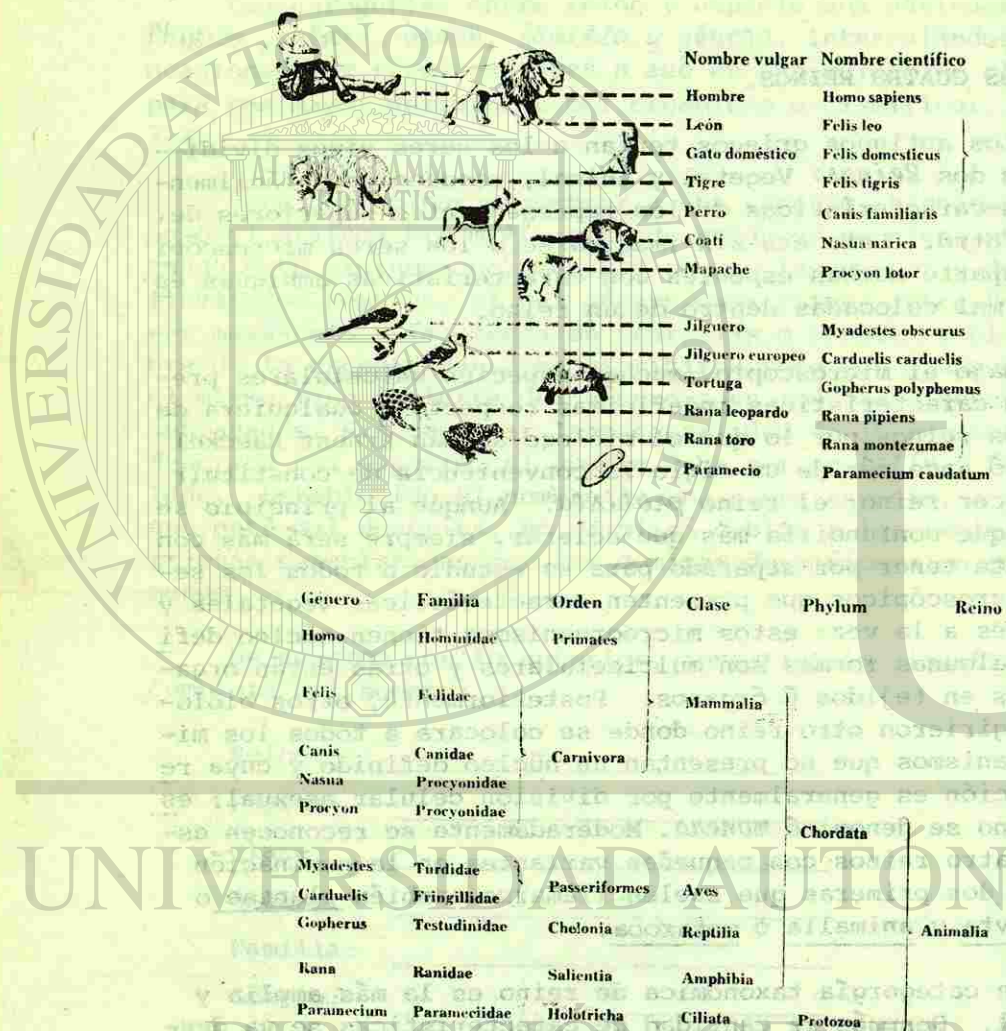


Fig. 7-2. Ejemplos de clasificación animal.

1.- Clasifique a sus compañeros de grupo según el color aparente de su piel, cabello, ojos y estatura/separándolos en grupos.

---



---



---

2.- Considerando la importancia de reconocer a una especie con su nombre científico, anota el nombre verdadero de diez especies de animales o plantas (escrito correctamente).

---



---



---



---

3.- Considere la importancia de los siguientes naturalistas John Ray, Carlos Linneo, Carlos Darwin y Ernest Haeckel.

---



---



---

4.- Señale las características más importantes de los cuatro reinos (Monera, Protista, Vegetal y Animal).

---



---



---

5.- ¿En qué consiste el sistema binomial propuesto por Linneo para nombrar a las especies?

6.- Anote las categorías taxonómicas que hay entre Reino y Especie.

NIVEL	PERRO	LOBO	HOMBRE	LANGOSTA	MARGARITA	PARAMECIO
REINO	Animalia	Animalia	Animalia	Animalia	Plantae	Protista
PHYLUM	Chordata	Chordata	Chordata	Arthropoda	Tracheophyta	Ciliophora
CLASE	Mammalia	Mammalia	Mammalia	Crustacea	Angiospermae	Ciliata
ORDEN	Carnivora	Carnivora	Primates	Decapoda	Campanulales	Holotricha
FAMILIA	Canidae	Canidae	Hominidae	Homaridae	Compositae	Paramecium
GENERO	<i>Canis</i>	<i>Canis</i>	<i>Homo</i>	<i>Homarus</i>	<i>Chrysanthemum</i>	<i>Paramecium</i>
ESPECIE	<i>familiaris</i>	<i>lupus</i>	<i>sapiens</i>	<i>americanus</i>	<i>leucanthemum</i>	<i>caudatum</i>

Fig. 7-1. Ejemplos de clasificaciones taxonómicas donde se omiten las categorías intermedias.

3er. SEMESTRE.

ÁREA I.

UNIDAD VI.

### CLASIFICACIÓN DE LAS ESPECIES.

#### INTRODUCCIÓN.

Quando vamos al campo nos llama principalmente la atención el movimiento (animales). Estos generalmente se mueven entre los vegetales y seguramente nos da curiosidad levantar piedras y troncos o ver en el río para distinguir otros animales. Pero, ¿qué plantas y animales son esos?

Si aprendes esta unidad, cuando vuelvas al campo, lo harás con un gusto mayor y volverás más satisfecho.

#### OBJETIVOS.

- 1.- Definir virus.
- 2.- Describir la estructura y función de un virus.
- 3.- Explicar los mecanismos que ocurren en una célula invadida por un virus.
- 4.- Explicar el control de las enfermedades causadas por un virus.
- 5.- Explicar las diferencias entre los reinos monera y protista.
- 6.- Describir los phylum del reino Monera.
- 7.- Describir y explicar la importancia de bacterias, microplasmas y rickettsias.
- 8.- Explicar el objeto del estudio y definir botánica general, especial y sistemática.



- 9.- Describir los phylum de las plantas criptógamas y fanerógamas.
- 10.- Describir por lo menos 5 de las principales familias de mono y dicotiledóneas.
- 11.- Describir y ejemplificar los phylum del reino animalia.

#### PROCEDIMIENTO DE APRENDIZAJE.

- 1.- Esta unidad comprende los capítulos 8,9,10 y 11 del presente libro.
- 2.- Observa y estudia cuidadosamente cada dibujo, tabla o figura, pues son representaciones gráficas de un conocimiento.
- 3.- Tu maestro asesor y el coordinador saben las respuestas pregúntales.
- 4.- Como autoevaluación, resolverás las preguntas que vienen al final de cada punto de los capítulos 8, 9, 10 y 11 de este libro, la cual tendrás que mostrar a tu maestro para que se te acredite.

#### PRERREQUISITO.

Tendrás una sesión de prácticas de laboratorio o de audiovisual como refuerzo a los conocimientos teóricos a la que deberás asistir so pena de perder tu derecho a la evaluación semanal.

## CAPÍTULO VIII.

### LOS VIRUS.

Virus es una palabra latina que significa "veneno", el uso de esta palabra se remonta a los tiempos en que nadie sabía realmente lo que eran los virus.

A fines del siglo XIX, Louis Pasteur, Robert Koch y otros Bacteriólogos establecieron los Fundamentos de la Microbiología Moderna y habían demostrado que muchas enfermedades del hombre y de los animales eran causadas por Bacterias, pero en ciertas enfermedades estaban confusos ya que no encontraron ninguna bacteria ni otro organismo que causara la enfermedad, y solo fue posible observarlos con la invención del Microscopio Electrónico.

Actualmente la "Virología" o sea el estudio de los virus, es de los campos más conocidos y amplios en la Investigación Biológica.

#### 8-1 DESCUBRIMIENTO DE LOS VIRUS.

*Los virus cristalizados.* Louis Pasteur y sus contemporáneos reconocieron la importancia del "virus" como un agente de enfermedades. A diferencia de las bacterias que siempre fueron encontradas en ciertas enfermedades, las partículas de materia en las enfermedades producidas por virus nunca se pudieron descubrir con el microscopio. Más aún, los filtros de porcelana finos que se usaban para separar las bacterias de los líquidos no sirvieron para retener los virus. Estos pasaban fácilmente a través de los filtros sin ser retenidos. Todavía a principios de la década de 1930,

- 9.- Describir los phylum de las plantas criptógamas y fanerógamas.
- 10.- Describir por lo menos 5 de las principales familias de mono y dicotiledóneas.
- 11.- Describir y ejemplificar los phylum del reino animalia.

#### PROCEDIMIENTO DE APRENDIZAJE.

- 1.- Esta unidad comprende los capítulos 8,9,10 y 11 del presente libro.
- 2.- Observa y estudia cuidadosamente cada dibujo, tabla o figura, pues son representaciones gráficas de un conocimiento.
- 3.- Tu maestro asesor y el coordinador saben las respuestas pregúntales.
- 4.- Como autoevaluación, resolverás las preguntas que vienen al final de cada punto de los capítulos 8, 9, 10 y 11 de este libro, la cual tendrás que mostrar a tu maestro para que se te acredite.

#### PRERREQUISITO.

Tendrás una sesión de prácticas de laboratorio o de audiovisual como refuerzo a los conocimientos teóricos a la que deberás asistir so pena de perder tu derecho a la evaluación semanal.

## CAPÍTULO VIII.

### LOS VIRUS.

Virus es una palabra latina que significa "veneno", el uso de esta palabra se remonta a los tiempos en que nadie sabía realmente lo que eran los virus.

A fines del siglo XIX, Louis Pasteur, Robert Koch y otros Bacteriólogos establecieron los Fundamentos de la Microbiología Moderna y habían demostrado que muchas enfermedades del hombre y de los animales eran causadas por Bacterias, pero en ciertas enfermedades estaban confusos ya que no encontraron ninguna bacteria ni otro organismo que causara la enfermedad, y solo fue posible observarlos con la invención del Microscopio Electrónico.

Actualmente la "Virología" o sea el estudio de los virus, es de los campos más conocidos y amplios en la Investigación Biológica.

#### 8-1 DESCUBRIMIENTO DE LOS VIRUS.

*Los virus cristalizados.* Louis Pasteur y sus contemporáneos reconocieron la importancia del "virus" como un agente de enfermedades. A diferencia de las bacterias que siempre fueron encontradas en ciertas enfermedades, las partículas de materia en las enfermedades producidas por virus nunca se pudieron descubrir con el microscopio. Más aún, los filtros de porcelana finos que se usaban para separar las bacterias de los líquidos no sirvieron para retener los virus. Estos pasaban fácilmente a través de los filtros sin ser retenidos. Todavía a principios de la década de 1930,

cuando los investigadores se referían a estos agentes desconocidos de enfermedades, los llamaban *virus filtrables*.

En la década de 1930 dos descubrimientos clave ayudaron a comprender la misteriosa naturaleza de los virus filtrables. El primero fue en 1931 cuando el científico inglés, Dr. William Elford, ideó unos filtros con pequeñísimos orificios. Con estos filtros pudo separar el agente infeccioso de los líquidos, llegando a la conclusión que los virus eran partículas sólidas. Otros científicos que habían observado en células enfermas unas partículas diminutas no conocidas todavía, se preguntaron si el virus sería realmente un organismo vivo extraordinariamente pequeño. Esta última conjetura se contradujo pronto con los resultados del segundo descubrimiento importante de esa década, la cristalización de un tipo de virus hecha por el Dr. Wendell Stanley en 1935.

Específicamente, Stanley creyó que el virus era una molécula proteica, emprendió la purificación del virus que causa una enfermedad en las hojas de la planta del tabaco, llamado *virus del mosaico del tabaco* (VMT), que después de un trabajo intenso, Stanley redujo alrededor de una tonelada de plantas de tabaco infectadas a menos de una cucharada de polvo cristalino blanco. Ante el asombro de algunos de sus colegas, demostró que los cristales eran más infecciosos que el líquido tomado de una planta infectada.

Los trabajos de Stanley fueron confirmados por otros químicos. Más tarde, no hubo ya duda alguna que los virus eran realmente partículas de materia sumamente pequeñas. En esa misma década, con el invento del microscopio electrónico se tomaron algunas micrografías, las cuales revelaron la forma de vara o esférica de ciertos virus, pero la pregunta ¿qué son los virus? permaneció casi sin respuesta.

## LOS VIRUS BACTERIALES.

La naturaleza molecular de los virus fue parcialmente determinada en los años de 1930. Después se descubrió, como Stanley lo había predicho, que los virus contenían proteínas. Pero eso no era todo. Siempre uno de los ácidos nucleicos DNA o RNA estaba presente, aunque en cantidad menor que las proteínas. Los investigadores se interesaron en el papel correspondiente a la parte de ácidos nucleicos de los virus, especialmente después de los descubrimientos de Avery, MacLeod y de McCarthy. Vimos ya que en 1944 estos científicos anunciaron al DNA como agente transformador de bacterias.

En 1952 dos virólogos, A.D. Hershey y Martha Chase, publicaron los resultados de sus experimentos. Efectuaron sus experimentos en una cepa de virus que ataca y destruye la bacteria llamada *E. coli*. *Escherichia*, es una bacteria común que se encuentra en el intestino grueso o colon de los animales. La cepa particular de virus que se usó -conocido como T<sub>2</sub>- pertenece al grupo general llamado *virus bacteriales* o *bacteriófagos*. Los virus bacteriales tienen un DNA central. Muchos tienen una "capa" de un tipo especial de proteína que da a los virus una forma semejante a la de un renacuajo. (Fig. 8-1).

Hershey y Chase trataron de descubrir qué ocurriría exactamente cuando el virus T<sub>2</sub> infecta la célula bacteriana; los primeros experimentos habían revelado que bajo ciertas condiciones, el virus T<sub>2</sub> expulsa su DNA central dejando la cubierta proteica.

Para descubrir lo que ocurría, estos científicos cultivaron *E. coli* en un medio que contenía azufre y fósforo radiactivos. El átomo de azufre es un componente de ciertos aminoácidos. De este modo, el azufre (radiactivo) se incorpora rápidamente a muchas de las proteínas bacteriales. Debe recordar que el fósforo es un átomo que se encuentra en los nucleótidos de la molécula DNA. Hershey y Chase encontraron que los virus T<sub>2</sub> que infectaban las células *E. coli* radiactivas se reproducían dentro de ella y se "marcaban" a

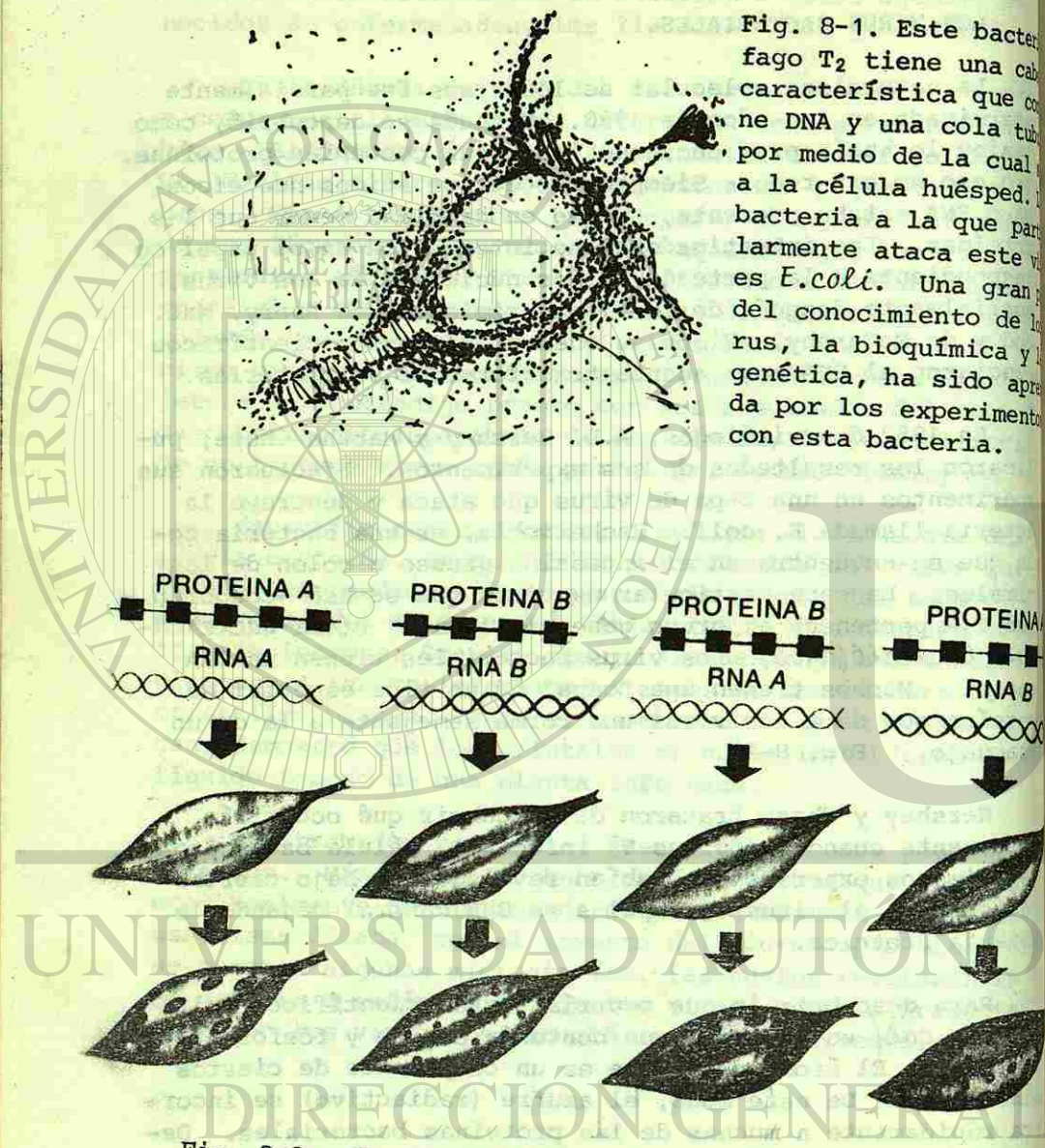


Fig. 8-2. En el experimento de Frankel-Conrat, las características de la enfermedad fueron producidas por el RNA y no por la proteína.

Fig. 8-1. Este bacteriophago T<sub>2</sub> tiene una cubierta proteica característica que contiene DNA y una cola tubular por medio de la cual se adhiere a la célula huésped. La bacteria a la que particularmente ataca este virus es *E. coli*. Una gran parte del conocimiento de la estructura del virus, la bioquímica y la genética, ha sido aprendida por los experimentos realizados con esta bacteria.

sí mismos. Las cubiertas proteicas de los virus quedaron marcadas con azufre radiactivo y su DNA con fósforo radiactivo.

Después de haber marcado los virus T de esta manera, Hershey y Chase transfirieron estos virus a cultivos no radiactivos de bacterias *E. Coli*. Se separaron del cultivo muestras de bacterias y se mataron a intervalos después de exponerlas al T radiactivo. Así, si ambos, la proteína y el DNA del virus T se introducían en la célula de la bacteria, tanto el azufre radiactivo como el fósforo radiactivo deberían de encontrarse en la bacteria. Si solamente la porción DNA del virus entraba en la bacteria, el fósforo radiactivo estaría presente. Como encontraron fósforo radiactivo, pero casi nada de azufre el núcleo DNA del virus es el que invadió la célula.

#### EXPERIMENTOS CON VIRUS DEL MOSAICO DEL TABACO.

Los experimentos de Hershey-Chase establecieron la importancia del DNA en las infecciones virales. ¿Los virus que contienen RNA se comportan de la misma manera que los que contienen DNA? En el laboratorio del Dr. Stanley en la Universidad de California varios investigadores continuaron trabajando con el virus del mosaico del tabaco. Los análisis químicos y el microscopio electrónico mostraron este virus como una vara larga y delgada, con una cubierta de proteína que constituye el 95 por ciento de su estructura total. Dentro de la cubierta, un delgado hilo de RNA constituye el 5 por ciento restante. Hacia 1956 el Dr. Heinz Fraenkel-Conrat, realizó experimentos que demostraron la importancia del RNA central.

Fraenkel-Conrat es un químico especializado en las proteínas. Cuando se publicaron los experimentos de Hershey-Chase, se sentía escéptico de que la fracción del RNA del núcleo del virus fuera el único agente infeccioso. Más bien, le parecía lógico que la capa de proteína del virus tuviera un papel en la infección viral. Con otros científicos encontró la manera de separar la capa proteica del núcleo del VMT. Pudo probar, separadamente, cada componente sobre

plantas de tabaco para ver su efecto. Normalmente, las hojas de la planta de tabaco mostraron manchas después de que se les aplicó el virus en su superficie. Pero, la proteína que fue extraída del VMT nunca causó infección en el área donde fue aplicada. Las dosis normales de RNA tampoco causaron infección. Aun cuando el RNA fue aplicado en dosis masivas sólo se obtuvieron infecciones pequeñísimas. Este resultado hizo pensar a Fraenkel-Conrat que algunas partículas intactas de virus habrían podido permanecer accidentalmente, en la preparación del RNA, y ellas, no el RNA aislado, eran las causantes de la infección.

Una mejor explicación resultó de un interesante experimento que Fraenkel-Conrat hizo con la esperanza de que podría indicar los papeles correspondientes a la proteína del VMT y el RNA. Usó 2 cepas diferentes de VMT. Una cepa (A) causaba manchas grandes en las hojas del tabaco y otra (B) causaba manchas mucho más pequeñas. Mezcló la proteína de la cepa A con el RNA de la cepa B y frotó las hojas con el virus recién formado. Inversamente, mezcló la proteína de la cepa B con el RNA de la cepa A y trató otras hojas de tabaco con el nuevo virus.

Después de tres días Fraenkel-Conrat había demostrado que el RNA central del virus era el agente infeccioso. En cada caso, las características de la enfermedad fueron proporcionadas por el RNA del virus y no por la capa proteica. Desde que se anunció este experimento en 1956, los ácidos nucleicos que componen numerosos virus han sido aislados; se ha llegado a la conclusión que estos virus aislados son los verdaderos agentes infecciosos. (Fig. 8-2).

a) Explique los trabajos del Dr. Wendell Stanley en 1935.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

b) Explique los experimentos de los Virólogos Hershey y Chase.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

c) Explique los experimentos que se llevan a cabo con el virus del mosaico del tabaco.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## 8-2 ESTRUCTURA Y FUNCIÓN DE LOS VIRUS.

¿Cómo inyectan los virus sus componentes de ácido nucleico en las células? ¿Qué hace el ácido nucleico una vez que se encuentra dentro? ¿Todos los virus causan daño dentro de la célula? Hay cientos de preguntas más que excitan la imaginación de los investigadores acerca de cómo surgió la verdadera naturaleza de los virus. Por otra parte, el interés de los virólogos a mediados de la década de 1950 coincidió con el de otros biólogos que trataban de comprender los papeles del DNA y del RNA en la célula normal. En muchos laboratorios se usaron los virus para investigar sobre el control celular. Mucho de lo que ahora conocemos sobre el funcionamiento de los virus es el resultado de la investigación con E. coli y la cepa de virus que la infecta.

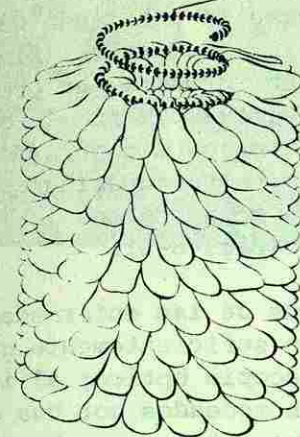
Estudios recientes usando la difracción de rayos X y el microscopio electrónico han proporcionado con mayor claridad la estructura de los virus. No hace mucho era correcto describir un virus como un "trozo" de ácido nucleico dentro de una cubierta proteica, expresión comúnmente oída a mediados de la década de 1950. Si bien es cierto que el material proteico en general rodea al ácido nucleico, esta relación física no es de una envoltura como se pudiera suponer. Además, hay en los virus estructuras especializadas que pueden contener otros tipos de moléculas por ejemplo, grasas.

(Todos los virus presentan alguno de los tres tipos de simetría. El tipo llamado *simetría helicoidal*) lo presenta el virus del mosaico del tabaco. El VMT ha sido el virus que se ha estudiado con más intensidad, tanto en su estructura como en sus efectos. Estudie el diagrama del VMT. Note que la "cubierta" del VMT es un racimo de subunidades proteicas (capsómeros) alrededor del RNA en forma de espiral. Las subunidades proteicas que parecen física y químicamente idénticas, proveen un tipo único de "paquete" o cápside que encierra y protege a la banda en espiral del RNA. Sin embargo, el RNA no determina necesariamente la forma del virus. Bajo ciertas condiciones y sin el RNA, las subunidades se agrupan y forman varas siendo ésta la forma del VMT. (Fig. 8-3)

(El segundo tipo de simetría que pueden tener los virus se llama *simetría cúbica*.) Estos virus son *poliedros* regulares con 4, 12 ó 20 caras. El modelo de estos virus es el *adenovirus*. En contraste con el modelo en forma de espiral, el modelo cúbico muestra un número menor de subunidades de proteína para envolver la mayor cantidad de DNA o RNA. Más aún muestra un área superficial mínima en relación al volumen total, este hecho puede dar a estos virus una oportunidad mayor de supervivencia ante productos químicos antivirales. (Fig. 8-4).

(El tercer tipo de simetría que presentan los virus es la *simetría compleja*.) Ciertos tipos T de virus bacteriales son ejemplos de esta simetría compleja. Muestra la ilustración del virus T. La cabeza es de forma simétrica. (Se define como un *prisma hexagonal bipyramidal*). Está formado

ACIDO NUCLEICO VIRAL

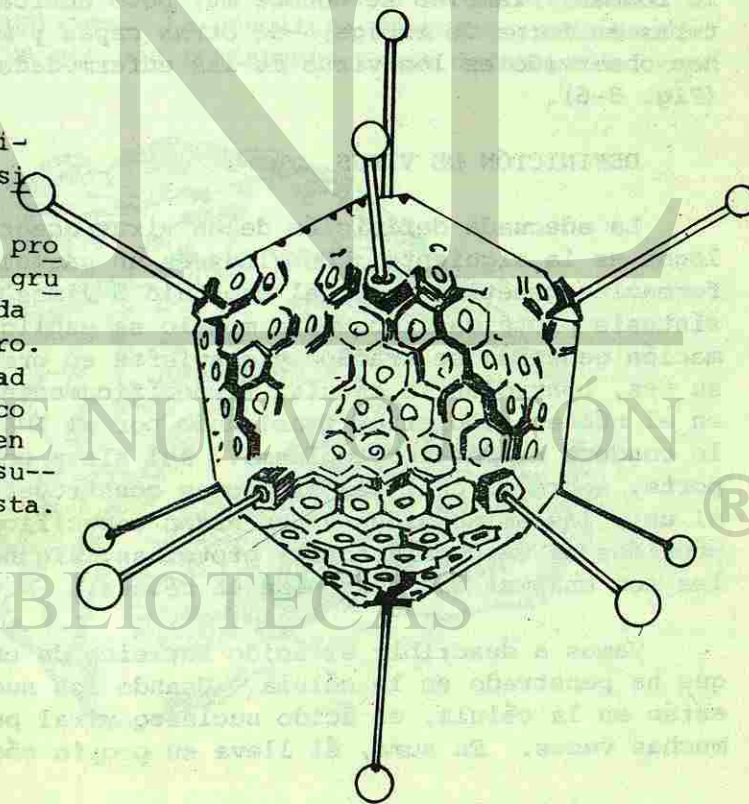


MOLECULAS PROTEICAS

Fig. 8-3. Diagrama moderno del VMT muestra que la "capa" proteica está realmente formada de numerosas subunidades proteicas que se encuentran unidas a la molécula helicoidal del RNA.

Fig. 8-4. Este virus ilustra la simetría cúbica.

Las subunidades proteicas están en grupos de 10 en cada cara del poliedro. Una gran cantidad de ácido nucleico quedó envuelto en una menor área superficial expuesta.



por subunidades proteicas que encierran una banda de DNA. Unida a la cabeza del virus se encuentra una cauda que comprende una delgada vaina hueca y fibras caudales (flagelos) colocadas en forma de penacho; están formados por proteínas aunque todavía no está claro cómo es exactamente la ordenación de las moléculas. Uno de los rasgos más marcados del virus T (y de otras variedades T) es su capacidad para contraer su vaina. Se supone que ésta coincide con la inyección del DNA a la célula huésped. (Fig. 8-5).

Aún más complejos son los virus de las enfermedades "eruptivas"; muchos de ellos son lo suficientemente grandes para poder ser vistos con el microscopio óptico; al igual que los virus de otros grupos están rodeados por una envoltura de materia grasa. A pesar de que estos virus son más grandes que los VMT y T, se sabe mucho menos de la disposición del ácido nucleico y de las subunidades de proteína que lo rodean. También se conoce muy poco acerca de las estructuras en forma de espiga, -de otras capas y membranas que se han observado en los virus de las enfermedades eruptivas. (Fig. 8-6).

#### DEFINICIÓN DE VIRUS.

La adecuada definición de un virus aceptada por los Biólogos es la siguiente: "Un virus es un paquete aislado de información genética". En el capítulo 5 vimos el modelo de la síntesis proteica. Con este modelo se explica cómo la información genética se traduce y convierte en proteínas que, a su vez, controlan la célula. Específicamente, el código DNA en el núcleo celular es trasladado por el RNA mensajero que lo conduce hacia el citoplasma. Ahí sirve como modelo o soporte, sobre el cual los ribosomas construyen polipéptidos al unir los aminoácidos en un orden específico. Estos polipéptidos se unen para formar proteínas, algunas de las cuales son enzimas que controlan la célula.

Vamos a describir el ácido nucleico de un virus después que ha penetrado en la célula. Usando los nucleótidos que están en la célula, el ácido nucleico viral puede copiarse muchas veces. En suma, él lleva su propio código genético

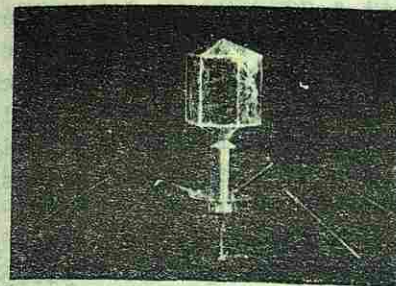
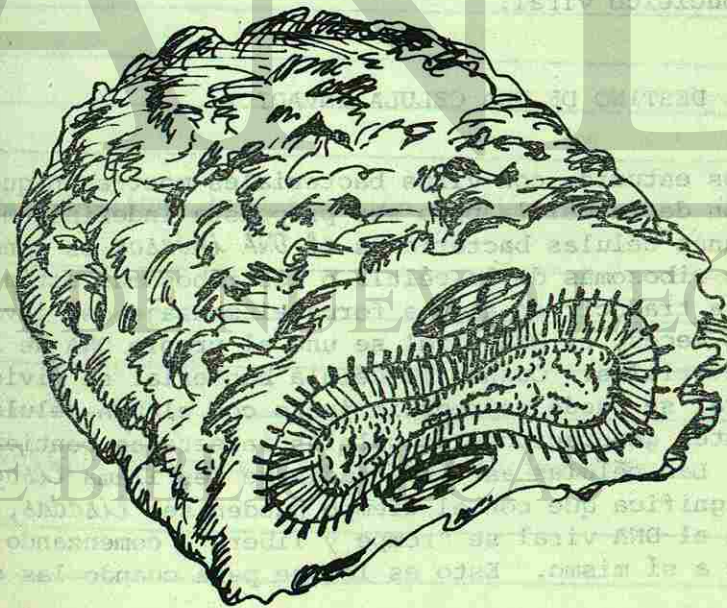


Fig. 8-5. El virus "T", en la fotografía superior, ha contraído su vaina tubular. La fotografía del modelo T (inferior) muestra la simetría de la cabeza del virus "T".

Fig. 8-6. Envoltura de grasa que rodea a la proteína y ácido nucleico de un virus gigante de enfermedades virales eruptivas. La envoltura de grasa puede hacer que el virus sea más resistente a las defensas del organismo.



que puede ser traducido en la misma forma que la célula hace con su propio código genético. Específicamente, el RNA del virus invasor parece que al actuar como banda conductora del mensajero RNA sirve como molde sobre el cual los ribosomas de las células infectadas fabricarán los polipéptidos que el código viral especifique. Aunque el mecanismo puede ser diferente con los virus DNA, el resultado es el mismo. Los DNA o RNA virales originan en la célula su propia maquinaria de síntesis proteica para producir polipéptidos y proteínas, y éstas son especificadas por el código genético del virus.

Algunas proteínas se agrupan alrededor de las nuevas copias de bandas de DNA o RNA. Estas cubiertas proteicas protegen al ácido nucleico y dan al virus su forma externa. El ácido nucleico viral también acarrea el código de información de otras proteínas. Algunas son enzimas que ayudan a la reproducción del ácido nucleico viral, otras enzimas ayudan a la formación y agrupación de las subunidades de la cubierta proteica. Aún otras enzimas pueden ser producidas, esto depende de la cantidad de información genética en el ácido nucleico viral.

#### EL DESTINO DE UNA CELULA INVADIDA.

Los estudios con virus bacteriales mostraron que la destrucción de la célula pudo ser propuesta indefinidamente. En algunas células bacteriales el DNA invasor es ignorado por los ribosomas de la célula o los ribosomas están prevenidos para traducir en alguna forma el mensaje del invasor. Algunas veces, el DNA viral se une al propio DNA de las células bacteriales. Cuando la célula bacterial se divide, el DNA viral se puede reproducir junto con el DNA celular y las siguientes generaciones de células infectadas contienen DNA viral. Las células así infectadas se les llama *lisogénicas*. Esto significa que con el tiempo pueden ser *lisadas*, destruidas, si el DNA viral se "rompe y libera", comenzando a reproducirse a sí mismo. Esto es lo que pasa cuando las células

lisogénicas se someten a ciertos tipos de tratamiento físico o químico; por ejemplo, los tratamientos con luz ultravioleta, rayos X o con ciertos productos químicos. (Fig. 8-7).

Gran número de enfermedades misteriosas, incluyendo el cáncer, podrán ser explicadas como resultado de las investigaciones de las células lisogénicas. Como lo han indicado algunos estudios, ciertas clases de virus DNA o RNA pueden unirse en forma semipermanente a un DNA de una célula, reforzando así la información genética propia de la célula. En tal caso, la infección viral podría ser una "ayuda" para la célula en lugar de una sentencia condenatoria. Ya se especula sobre la "confección" de virus que se podrían usar algún día para alterar o reforzar un código genético individual. Sin embargo, debe indicarse que el hueco entre esa especulación y la realidad es, por ahora, muy grande.

a) Describa los tres tipos de simetría de los virus.

---

---

---

---

---

---

---

---

b) Dé y explique la definición de virus.

---

---

---

---

---

---

---

---

c) Explique el destino de una célula invadida.

---

---

---

---

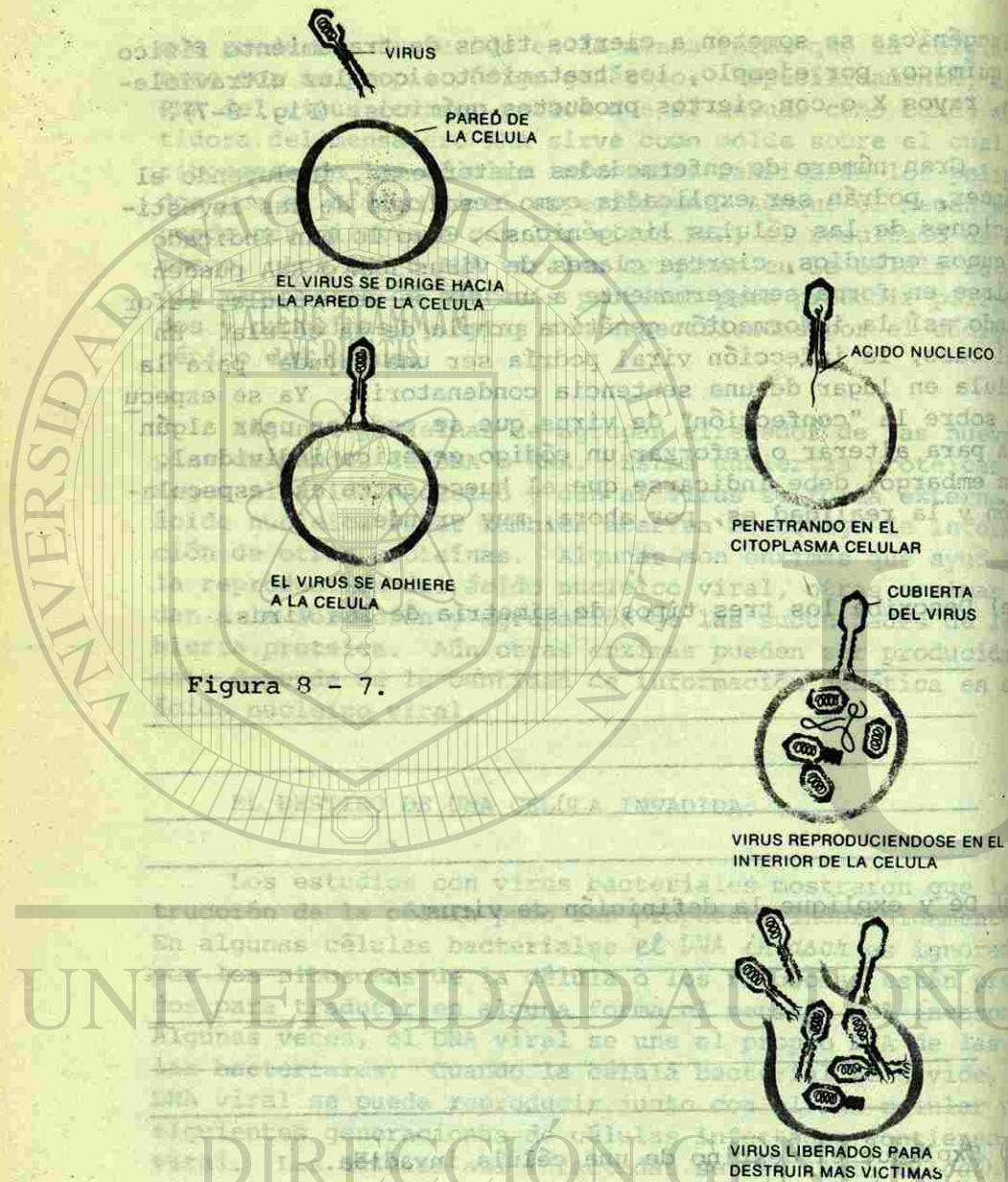
---

---

---

---





Muerte  
molécula  
atacada

8-3 CONTROL DE ENFERMEDADES CAUSADAS POR VIRUS.

Los biólogos esperan que un mejor conocimiento de la estructura y función de los virus permitirá controlar las enfermedades virales.

LA VACUNA.

Edward Jenner, médico rural inglés, observó que cualquier ordeñador que hubiese contraído una infección "vacuna" no contraía la viruela. La "vacuna" es una enfermedad semejante a la viruela, pero mucho más atenuada. Deliberadamente, Jenner inoculó a su propio hijo el pus de la llaga de una "vacuna" que tomó de la mano de una ordeñadora. Le salieron al niño grandes costras pero le fueron desapareciendo. Nuevamente fue inoculado muchas veces con pus de las llagas de las viruelas sin contraer nunca la enfermedad. El niño estaba inmunizado. Este proceso de inmunización fue llamado *vacunación*. Probablemente todos tenemos una cicatriz de vacuna, por la aplicación del descubrimiento de Jenner.

Los experimentos de Jenner ayudaron a dominar la viruela que en Europa causaba la muerte a una de cada diez personas. El descubrimiento de 1766 marcó el camino para que otros científicos con la adopción de métodos semejantes dominaran otras enfermedades.

Edward Jenner estableció una técnica de vacunación que fue usada con éxito en el control de ciertas enfermedades causadas por virus; en aquella época nadie sabía lo que era un virus. La técnica es como sigue: Desarrolle una cepa de virus que pueda ser inoculada en el cuerpo de un individuo. Esto hará que el virus, inoculado, estimule la producción de anticuerpos contra el virus. (Los anticuerpos son proteínas que ayudan a destruir los microorganismos invasores). Estos anticuerpos permanecen mucho tiempo después de que el virus inicial fue introducido. Más tarde, el individuo podrá ser infectado con formas más potentes del mismo virus y los anticuerpos estarán listos para resistir al invasor.

Desafortunadamente, la explicación anterior no ha quitado el pesar y el dolor de cabeza a los virólogos que han pasado años tratando de encontrar vacunas efectivas. Uno de los problemas más difíciles ha sido la manera de cultivar las cepas de virus específicas para ser usadas en vacunas. Las bacterias son generalmente fáciles de cultivar en tubos o placas con medios nutritivos. Pero, los virus sólo pueden multiplicarse dentro de células vivientes. Algunas de las primeras técnicas comprendían la transferencia de fluidos corporales de un animal infectado a otro sano. Usando otra técnica en conejos, Louis Pasteur pudo desarrollar cepas atenuadas del virus de la rabia para que pudieran ser empleadas para la inmunización.

Hay muchos problemas relacionados con el mantenimiento de un cultivo de virus en una población de animales vivos. Uno de los principales problemas es la dificultad para obtener suficientes virus necesarios para una producción de vacunas en gran escala. Fue hasta la década de 1930 cuando se perfeccionaron las nuevas técnicas del cultivo de virus que pueden agregarse a las de los pioneros Jenner y Pasteur. El mayor descubrimiento de la técnica en embrión de pollo. Con esto, los virus fueron cultivados en huevos de gallina fecundados que habían sido incubados de 5 a 12 días. Esta técnica tiene, además, la ventaja de que el huevo por sí mismo

es un receptáculo estéril muy conveniente, y, además, los virus pueden ser inyectados en los tejidos que ofrezcan las condiciones más favorables para su reproducción. La técnica del embrión de pollo es ahora usada en la producción masiva de virus para las vacunas de la viruela, fiebre amarilla, influenza y otras enfermedades.

Otra técnica del cultivo del virus, llamada *técnica del cultivo en tejidos*, ha sido extremadamente útil en el avance de las vacunas. Lo vemos en la producción de la vacuna contra la poliomielitis, temible enfermedad que estaba matando y lisiando a miles de jóvenes hace dos décadas. Con esta técnica, los virus fueron cultivados en tejidos obtenidos de animales y conservados en soluciones nutritivas. En el caso del virus de la polio, las células vivas cultivadas en tejidos de riñón de mono probaron ser ideales para la reproducción de los virus. De hecho, la técnica del cultivo en tejidos fue usada en gran escala hasta el final de la década de 1940, aun cuando se había desarrollado antes la técnica en embriones de pollo. El problema era que el cultivo aislado estaba constantemente expuesto a la contaminación bacteriana, y podría tener numerosos efectos peligrosos. Con la aparición de algunos antibióticos, tales como la penicilina y estreptomycin, fue cuando la técnica se pudo adoptar en gran escala. Los antibióticos evitan la contaminación bacteriana de los cultivos en tejidos sin afectar a las células, o a los virus, que en ellas se están reproduciendo.

Por lo cual una enfermedad producida por virus en nuestro cuerpo no se controla con la administración de antibióticos, usados actualmente contra las enfermedades bacteriales. ®

Se aprecia por qué los virus son difíciles de controlar si consideramos su estructura y su función cuando está fuera de una célula el ácido nucleico, relativamente sensible, está rodeado de una capa resistente de proteína y quizá por otra capa de material graso. En estas condiciones, el virus es más difícil de destruir que las células bacteriales que tienen un nivel más alto de organización y son más suscepti-

bles de dañarse. Más aún, si el ácido nucleico viral se encuentra en la célula, ¿cómo se puede destruir este ácido nucleico para dañar el de la célula? Por esto es muy difícil desarrollar sustancias capaces de destruir el DNA o el RNA virales cuando se encuentran en la célula. (Fig. 8-8).

En el campo de las investigaciones se busca la manera de controlar las enfermedades causadas por virus. En Inglaterra, por 1957, el Dr. Alick Isaacs y sus colaboradores encontraron una proteína producida por células que fueron infectadas por un virus. Esta proteína interfería en la propagación de la infección viral. Apropiadamente llamaron a esta proteína *interferon*. De algún modo, el interferon producido por una célula infectada se disemina en otras células. Estas células, a su vez, son estimuladas para producir otra proteína y bloquear la reproducción de los virus cuando se esparcen después de la ruptura de la célula. Muchos investigadores confían en que un mayor conocimiento del interferon y su manera de reaccionar dará el primer paso importante para controlar las enfermedades causadas por virus.

a) Consulte diez tipos de enfermedades virulentas en el hombre, animales o plantas.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

b) ¿Controlan verdaderamente los antibióticos a las enfermedades virales?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

c) ¿Cuáles técnicas de cultivos ayudaron al desarrollo de vacunas que controlan las enfermedades virales?

\_\_\_\_\_

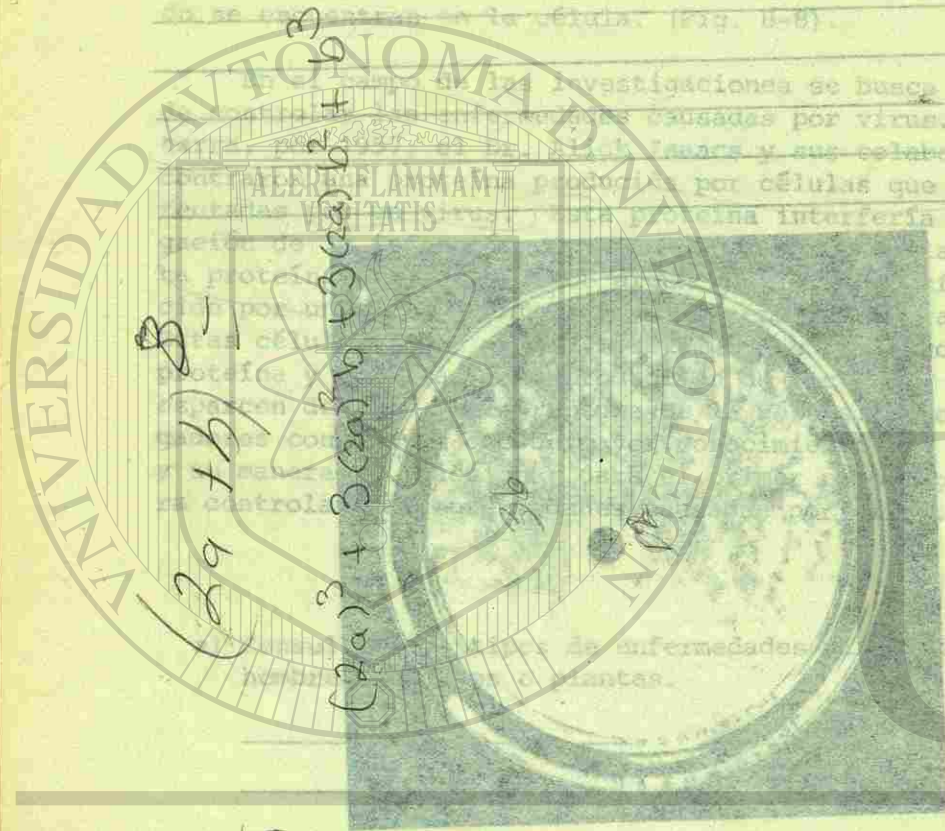
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



Fig. 8-8. El Symmetrel, compuesto, recientemente desarrollado, puede ser la primera droga antiviral. En esta fotografía, el disco oscuro del centro del disco ha sido impregnado con Symmetrel. El disco contiene células de embrión de pollo que han sido inoculadas con virus de la influenza. Cerca del centro de la vasija donde el Symmetrel está más concentrado el virus ha muerto. Hacia la orilla del disco, donde el Symmetrel tiene poca densidad, unas manchas blancas (placas) indican la multiplicación de colonias virales.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECA Y DOCUMENTACIÓN

CAPÍTULO IX.

REINOS MONERA Y PROTISTA.

Todos los organismos están agrupados atendiendo a sus similitudes en un sistema de clasificación basado en 4 reinos: *Monera*, *protista*, *plantae* y *animalia*, sin embargo algunos Biólogos prefieren la clasificación de los Organismos basada en dos reinos, *plantas* y *animales*; otros reconocen 3 reinos: *Protistas*, *plantas* y *animales*.

Muchos naturalistas hicieron el intento de clasificar los organismos, ejemplo de ello tenemos a Aristóteles, Lamarck, Linneo, etc. Cada uno de ellos aportaba su sistema, que con el correr de los años fue completándose; desde los "animáculos" de Leewenthoek hasta el estudio de los mamíferos y plantas con flores; la descripción de los organismos que evidentemente no eran plantas ni animales se agrupan en un reino "los protistas", sin embargo, existen diferencias entre organismos incluidos aquí; de donde surgió el reino *Monera*; aún más, existen organismos que no se pueden incluir en estos reinos pero que poseen las características de lo viviente, es decir, se reproducen: *Los virus*, que algunos biólogos los incluyen en un grupo aparte: *Vira*.

**REINO MONERA:** Los organismos comprendidos en este reino son unicelulares, carecen de núcleo organizado y en general se reproducen asexualmente, este reino está dividido en dos *Phylum*, *Schizophyta* y *Cyanophyta*.

**Phylum Schizophyta:** Los organismos incluidos en este phylum conocidos con el nombre de bacterias, son unicelulares, carecen de clorofila y no poseen núcleo.

Las bacterias son formas microscópicas cuyo tamaño oscila entre una micra o menos.

Estos microorganismos poseen una *pared celular*, y algunos de ellos aparte una *cápsula*; en cuanto a su morfología encontramos tres modelos básicos, 1) en forma de bastón, llamados *bacilos*; 2) en formas esféricas llamados *cocos*, 3) en formas de tirabuzón llamados *espirilos*. Fig. 9-1.

De las formas redondas (cocos) pueden estar aglomerados o apelotonados llamados a estos *estreptococos* o unidos en forma de cadena llamados *estafilococos*.

Todas las bacterias se reproducen por división binaria es decir la división de una bacteria en dos, además algunas bacterias crean estructuras de resistencia llamadas *esporas* que cuando las condiciones ambientales son desfavorables pueden resistir, y dar origen después a otra bacteria. Mediante experimentos se ha comprobado que las esporas de bacterias pueden resistir temperaturas tales como 100°C. sobre cero y más de 200°C. bajo cero.

Las bacterias se encuentran prácticamente en todas partes, desde las altas montañas, en aguas termales, en el suelo, en el aire, en las plantas, en el interior de los animales, en el mar, en fin ocupan una gran diversidad de habitats.

Se conocen aproximadamente unas 2,000 especies de bacterias y aunque no se han estudiado todas las especies de bacterias, es indudable que existen muchas no clasificadas el problema (en su clasificación) estriba en el hecho que en cuanto a su morfología muchas especies son iguales, por lo tanto, se requiere clasificarlas por sus aspectos fisiológicos, como lo son sus reacciones bioquímicas para saber a que grupo pertenece una bacteria.

**Alimentación:** La gran mayoría de las bacterias obtienen su alimento ya elaborado tomándolo del medio, sus nutrientes son casi todas las sustancias químicas producidas por organismos vivos.

Algunas bacterias pueden obtener su alimento mediante la fotosíntesis.

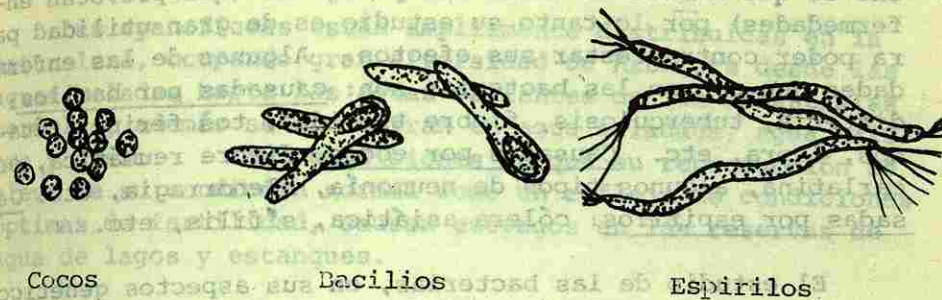


Fig. 9-1. Tipos de Bacterias.

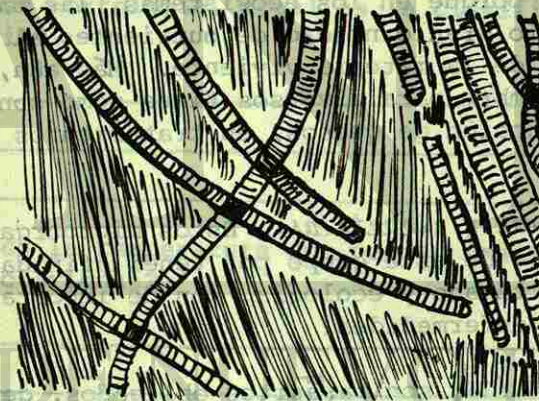


Fig. 9-2. *Oscillatoria*, alga verde-azulada filamentososa.

**Importancia económica:**

La importancia de estudiar este grupo estriba en el hecho de que muchas de ellas son patógenas (que provocan enfermedades) por lo tanto su estudio es de gran utilidad para poder contrarrestar sus efectos. Algunas de las enfermedades que causan las bacterias son: causadas por bacilos: difteria, tuberculosis, fiebre tifoidea, tos ferina, tétanos, lepra, etc. Causadas por cocos: fiebre reumática, escarlatina, algunos tipos de neumonía, blenorragia, etc. Causadas por espirilos: cólera asiática, sífilis, etc.

El estudio de las bacterias, en sus aspectos genéticos ha sacado a luz gran información sobre la mecánica de la herencia a nivel de genética molecular

Si se compararan los daños que causan las bacterias como agentes patógenos con los beneficios que provocan al hombre y a la naturaleza misma, es indudable que el beneficio es mucho mayor porque en los ecosistemas, las bacterias reconstituyen al medio gran cantidad de nutrientes al degradar todos los restos de la materia viviente. Más aún, son utilizados por el hombre para diversos fines como son las fermentaciones, producción de quesos, en tratamientos de aguas grasas, etc.

**Microplasma y rickettsias:** Estos microorganismos son incluidos dentro de este grupo por tener afinidades con éstas, en forma, tamaño y ecología, son de importancia algunos por causar enfermedades.

Las rickettsias, son parásitos obligados, de tamaño inferior al de las bacterias, un tipo de ellas provoca el tifo. Los microplasma, se parecen a pequeñas bacterias, desprovistas de pared celular y de tamaño inferior a ellas, algunos son de vida libre y otros parásitos, de los cuales algunos producen un tipo de neumonía.

**Phylum cynaophyta:** Este grupo de organismos incluido dentro del reino Monera son conocidos con el nombre de algas verde azuladas, las cuales poseen un pigmento azul pre-

sente junto con la clorofila, que no están incluidos en ninguna estructura o granos directos (plástidos), como en las demás algas sus células no poseen núcleo.

Las cyanofíceas están ampliamente distribuidas en la naturaleza, ocupando gran diversidad de habitats desde las aguas heladas hasta las aguas calientes de los manantiales termales, además se encuentran en agua salada, agua salobre y suelo. En condiciones en que su reproducción se eleva de su condición normal como un reflejo de condiciones óptimas de fertilidad, causan estragos en las reservas de agua de lagos y estanques.

Generalmente las cyanofíceas son formas unicelulares, pero también se encuentran formas filamentosas, por ejemplo, *oscillatoria* la cual presenta movimientos lentos de desplazamiento aún no muy bien comprendido. Fig. 9-2.

a) Según su morfología, ¿cuál es la clasificación de las bacterias?

---

---

---

b) ¿Cuál es la temperatura que pueden resistir las esporas bacterianas?

---

---

---

c) Enliste varios tipos de enfermedades transmitidas por bacterias.

---

---

---

**REINO PROTISTA:** La diferencia entre *monera* y *protista* es que en el primero encontramos un núcleo difuso y ausencia de membrana nuclear, llamados generalmente por ello a estos organismos: *procariotes*.

En contraste con los protistas, plantas y animales se denominan *eucariotes* por tener todos ellos verdaderos núcleos con membrana nuclear.

Los organismos incluidos en el reino protista no son ni "plantas" ni "animales" "típicos", algunos tienen características de los dos reinos. Ciertos phylum comprenden especies multicelulares pero sin una organización en tejidos como en las plantas y en los animales.

Existen en este reino dos líneas evolutivas de organismos, los *algaceos* y los *protozoarios*; ambos poseen cierto número de phylum.

Dentro del grupo de protozoos se incluyen unos 30,000 organismos unicelulares y desprovistos de clorofila, algunos autores los incluyen en un solo phylum, pero debido a la gran diversidad de organismos que presenta, es posible hacer una división de varios phylum; atendiendo al modo de locomoción que utilizan; tales son:

- Phylum rhizopoda (pseudópodos)
- Phylum mastigophora (flagelados)
- Phylum ciliophora (ciliados)
- Phylum sporozooa (formadores de esporas)

Dentro del grupo de los Algaceos tenemos organismos que contienen clorofila razón por la cual algunos botánicos los consideran dentro del reino vegetal; pero la apariencia es solo superficial; las diferencias entre los phyla de este grupo es atendiendo a la presencia de un pigmento junto con la clorofila. Encontramos los siguientes phylum:

- Phylum chlorophyta (algas verdes)
- Phylum chrysophyta (algas doradas)
- Phylum phaeophyta (algas pardas)
- Phylum rodophyta (algas rojas)

Además se encuentran incluidos en este reino dos phylum de organismos no fotosintetizadores y unicelulares: Los "Hongos"

- Phylum myxomycophyta.
- Phylum mycophyta.

**Phylum Rhizopoda:** Los organismos comprendidos en este phylum no poseen una forma definida; su desplazamiento es mediante proyecciones citoplasmáticas temporales denominadas "Pseudópodos" ejemplo de este grupo lo es la *amiba*; por la cual a este tipo de movimiento se le denomina *amiboideo*. Fig. 9-3.

Existen amibas causantes de enfermedades las más frecuentes es una enfermedad llamada *desinteria amibiana*.

Existen también dos grupos de organismos incluidos en este Phylum: Los *foraminíferos* que son organismos protegidos por un esqueleto exterior de carbonato de calcio. Fig. 9-3.

El otro grupo, los *radiolarios* que poseen un esqueleto interno de sílice de gran complejidad, dichos organismos abundan en el océano Pacífico, ambos grupos poseen pseudópodos.

**Phylum mastigophora** (flagelados): Este grupo de organismos se mueven por medio de una estructura en forma de látigo denominados *flagelo*; ejemplo de ellos *trypanosoma gambiense*; causantes de la enfermedad del sueño. *Euglena* y *Astasia*. Fig. 9-3.

**Phylum Ciliophora** (ciliados). Los ciliados se caracterizan por tener numerosas estructuras parecidas a vellos cortos denominados *cilios* su desplazamiento es por medio de golpes rítmicos de ellos. Ejemplos de ciliados: *vorticella*, *stentor* y *paramecium*. Fig. 9-3.

**Phylum Sporozooa:** (formadores de esporas). Los esporozoarios son organismos, como su nombre lo indica, formadores de esporas, cuyo ciclo vital es muy complejo, su impor-

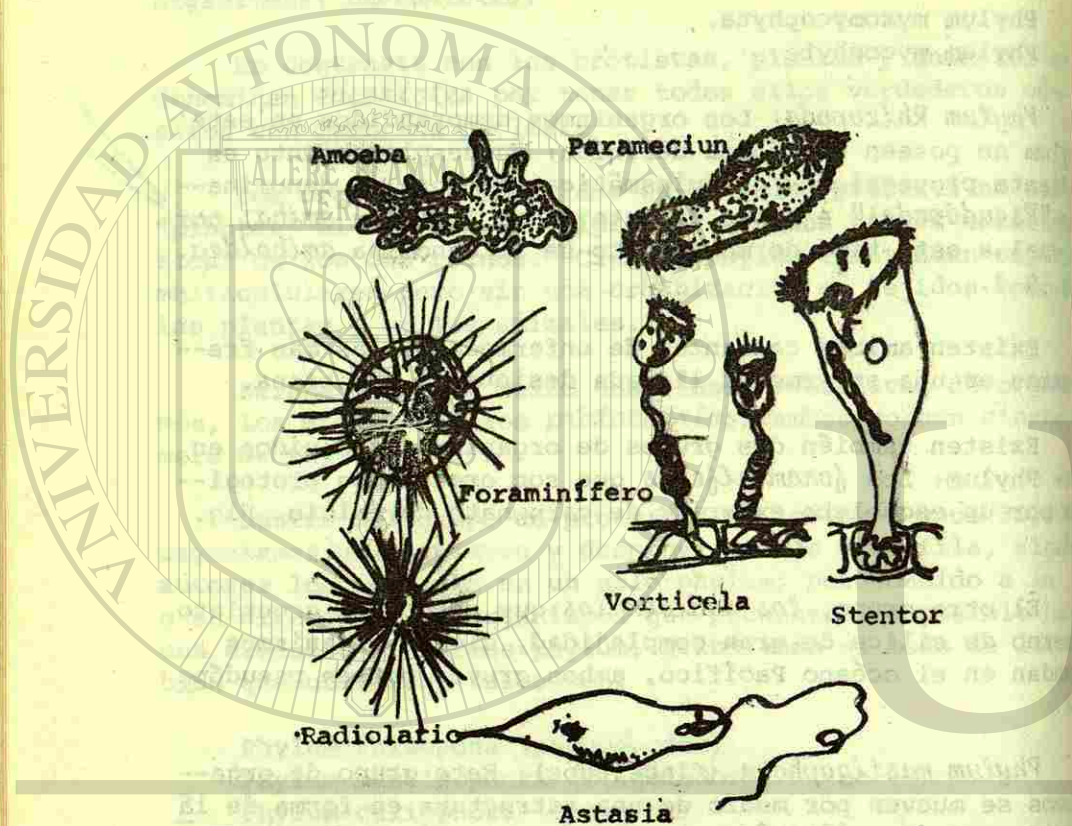


Fig. 9-3. Algunos organismos representantes del Reino Protista.

tancia es el hecho de causar enfermedades al hombre como la *malaria*, causada por un esporozoario del género *plasmodium* transmitida por el mosquito *anopheles*.

ALGÁCEOS:

*Phylum Chlorophyta*: (algas verdes). Comprende organismos autótrofos que se encuentran principalmente en forma unicelular, presentan paredes celulares rígidas y forma estable, son importantes como fuente primaria de alimentos de muchos protozoos y animales, ejemplos de algas verdes: *Chlamydomonas*, *Spyrogyra*, *Volvox*. Fig. 9-4.

*Phylum Chrysophyta*: (algas doradas). Poseen un pigmento amarillo pardo junto con la clorofila dentro de sus células, la mayoría son organismos unicelulares, un grupo de este phylum recibe el nombre de *diatomeas* que poseen una pared celular en forma de concha construida de dos válvulas; son importantes porque en los océanos realizan la mayor parte de la actividad fotosintética que ocurre sobre la tierra, son la base de la cadena alimenticia marina. Fig. 9-4.

*Phylum Phaeophyta*: (algas pardas). Llamadas así por la presencia de un pigmento pardo que enmascara el color verde de la clorofila, este phylum comprende formas multicelulares parecidas a plantas, son marinas, algunas de gran complejidad, ejemplo: *Fucus vesiculosus*. Fig. 9-4.

*Phylum Rhodophyta*: (algas rojas). Algunas algas rojas son unicelulares, se caracterizan por tener un pigmento rojo que enmascara a la clorofila, la mayoría viven en aguas saladas, algunas son de importancia porque se utilizan para alimentación, el *agar-agar*, material utilizado como base para los cultivos de bacterias se extrae de un alga roja del género *Gelidium*.

*Phylum Myxomycophyta*: (moho del fango). Son organismos heterótrofos, tienen células semejantes a las amibas, llamadas *plasmodium*, el cual tiene miles de núcleos y se mueve por el substrato como las amibas.



...causada por un esporocario del género *Plasmodium* transmitida por el mosquito anopheles.

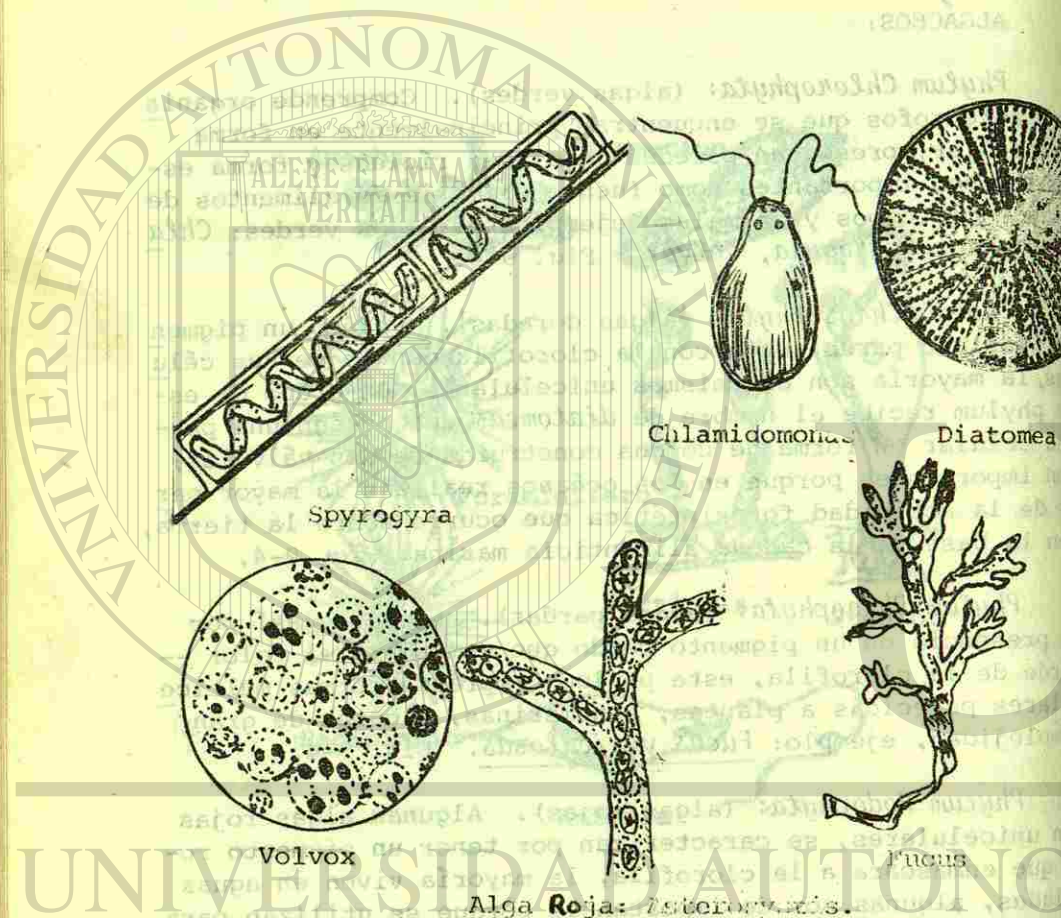


Fig. 9-4. Ejemplos de Algáceos.

Phylum Mycophyta, (hongos). Son organismos heterótrofos, la mayoría son saprofitos, parásitos, no poseen clorofila y adoptan diversas formas.

Los hongos se propagan mediante la producción de esporas, se conocen unas 30,000 especies de hongos. Este phylum generalmente se divide en 3 clases:

Zoomicetos: forman las esporas asexualmente en el interior de Esporangios que se desarrollan en el ápice de las hifas, (filamentos tubulares), algunos son parásitos, otros saprofitos, ejemplo *Rhizopus nigricans*. Fig. 9-5.

Basidiomicetos: Las esporas se desarrollan en el ápice de una estructura en forma de un basto llamado *basidio*, esta clase comprende los hongos de paraguas, los hongos de bola, las royas y tizones. Fig. 9-5.

Algunos son comestibles como el *Agaricus campestris* (champiñones) y otros son muy venenosos como el *Amanita muscaria*.

Ascomicetos: Producen dos tipos de esporas, unas formadas asexualmente se llaman *conidios*, el otro tipo de esporas se produce como resultado de copulación sexual, llamadas *ascosporas* que se desarrollan dentro de una estructura en forma de saco llamado *asco*.

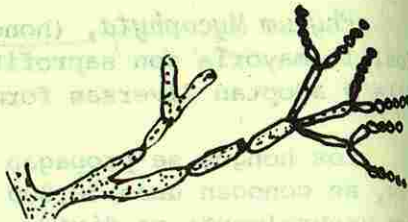
Los ascomicetos son de gran importancia para el hombre, ya que entre ellos está el ascomiceto *penicillum*, produce un antibiótico: la *penicilina*.

Las levaduras son ascomicetos utilizadas en la fermentación para la producción de alcohol, de ahí su importancia.

Existen hongos en los cuales solo se conoce una descendencia la cual no puede reproducirse sexualmente, por lo cual no se pueden ubicar dentro de los ascomicetos o basidiomicetos y por lo tanto se ubican en un grupo especial: los hongos imperfectos algunos causan al hombre algunas enfermedades como el "Pie de atleta".



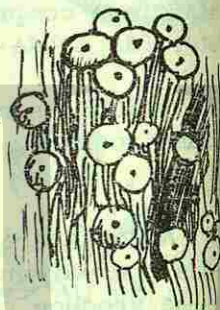
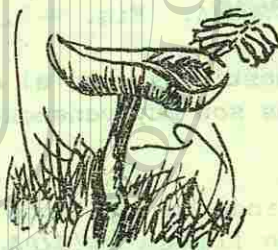
Ficoides: *Rhizopus nigricans*.



Ascomicetos: *penicillium*.



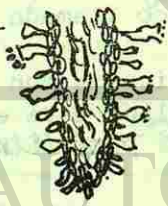
Morchela



Hongos de Bol



Láminas



Basidio con 4 basidios

Hongo de paraguas: *agaricus*.

BASIDIOMICETOS.

Fig. 9-5. Ejemplos del Phylum *Basidiomycota*.

a) Relaciona las siguientes columnas:

- |                 |                  |
|-----------------|------------------|
| a) Ciliophora   | ( ) algas pardas |
| b) Rhizopoda    | ( ) Volvox       |
| c) Chlorophyta  | ( ) Amibas       |
| d) Sporozoa     | ( ) Algas rojas  |
| e) Rodophyta    | ( ) Diatomeas    |
| f) Mastigophora | ( ) Paramecium   |
| g) Chrysophyta  | ( ) Euglena      |
| h) Phaeophyta   | ( ) Plasmodium   |

b) Explique las formas de propagación de los hongos.

---



---



---

c) Describa el hongo productor de la penicilina.

---



---



---

d) ¿Qué tipo de hongos son los causantes del "Pie de Atleta" en el hombre?

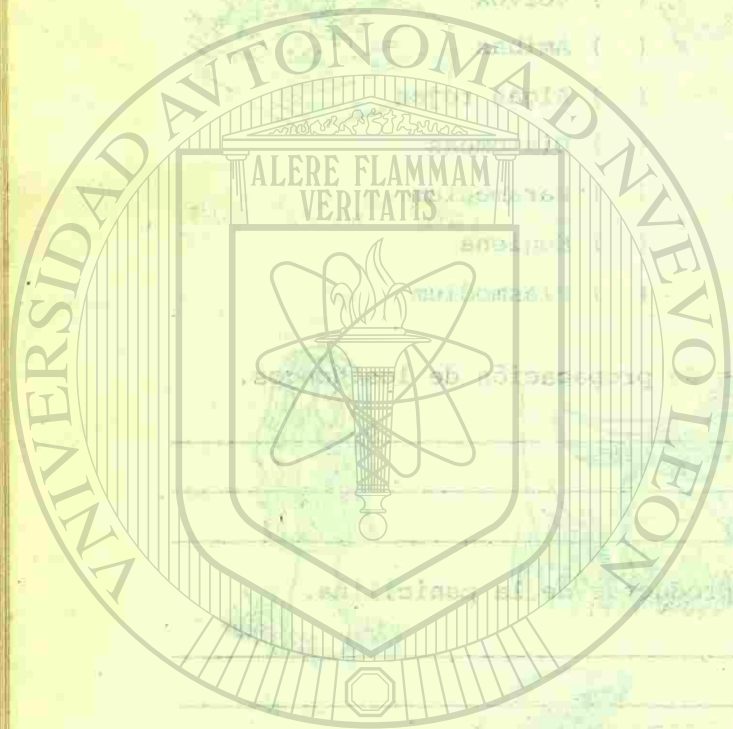
---



---



---



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL

## CAPÍTULO X.

### REINO PLANTAE.

Se denomina *botánica* la rama de las ciencias biológicas que estudia los vegetales. Las plantas han merecido la atención del hombre desde las épocas más remotas, tantos son sus usos y tantos los productos que de ellas se obtienen. No es extraño, pues, que ya entre los restos paleolíticos se hallen dibujos de plantas cuidadosamente realizados. También se encuentran representaciones de vegetales en los papiros egipcios, en los cacharros incaicos y aztecas, y en los restos de casi todas las civilizaciones antiguas.

En la actualidad la botánica incluye diversos capítulos que pueden reunirse en dos grupos diferentes:

1. *Botánica general*, que estudia los caracteres y fenómenos que son comunes a todos o gran parte de los vegetales. Incluye (a) *citología* o estudio de la célula vegetal; (b) *histología* o estudio de los tejidos de las plantas; (c) *organografía* que estudia los diferentes órganos del vegetal; (d) *fisiología*, o estudio de las actividades vitales de las plantas; (e) *ecología vegetal*, o estudio de las relaciones entre los vegetales y el ambiente.

2. *Botánica especial*, que estudia las características particulares de cada grupo de vegetales. Incluye (a) *fitogeografía* o estudio de la distribución de las plantas sobre la Tierra; (b) *fitosociología*, o estudio de las comunidades vegetales; (c) *sistemática* o *taxonomía*, o sea, clasificación y descripción de todos los vegetales.

En las plantas superiores: briófitas, helechos y fanerógamas, las células se diferencian según la función que desempeñan, agrupándose en tejidos de diversa estructura.

Los tejidos de las plantas pueden dividirse en dos grupos: *meristemas y tejidos definitivos*.

#### 10-1 MERISTEMAS.

Son tejidos de formación, a expensas de los cuales se constituyen todos los otros. Están compuestos por grupos muy compactos de células provistas de membranas delgadísimas y núcleos muy grandes, sin vacuolas, que conservan durante toda la vida del vegetal la propiedad de dividirse para formar nuevos tejidos. Hay dos tipos de meristemas, que indican a continuación.

1. MERISTEMAS PRIMARIOS. Derivan directamente de los meristemas existentes en el embrión y se hallan situados en el extremo del tallo, de sus ramas, de la raíz y de las modificaciones de la misma. Estos *meristemas aplicales* determinan el crecimiento en longitud del vegetal y la formación de nuevas ramas, hojas y flores. Se forman a expensas de un *punto vegetativo* constituido por una sola célula en las *pteridofitas*, por dos o tres células iniciales en las *gimnospermas* y en las *monocotiledóneas*.

2. MERISTEMAS SECUNDARIOS O LATERALES. Son restos de meristema primario que sólo entran en actividad en el segundo año de vida de los vegetales bienales o perennes. Los más importantes son el *cambium* y el *felógeno*. El *cambium* forma una especie de tubo, a lo largo de la raíz del tallo situado entre el floema y xilema. Sus células se dividen sobre un solo lado dando hacia afuera *liber* y hacia dentro *leño* y determinando así el crecimiento en grosor de tallos y raíces.

#### TIPOS DE TEJIDOS MÁS IMPORTANTES.

**Tejidos Definitivos.** Los meristemas originan tejidos definitivos de diversos tipos y adaptados a diferentes funciones. Las células de estos tejidos pierden la capacidad de dividirse y, con frecuencia, sus membranas se engruesan o modifican, o su protoplasma muere. En general se denominan *parénquimas* los tejidos de células más o menos isodiamétricas y *prosénquimas* los tejidos de células muy alargadas.

**Tejido epidérmico.** Está formado generalmente por una sola capa de células muy compactas que recubre los tallos jóvenes, las hojas y las diferentes piezas de las flores. La pared exterior de las células se halla por lo común cubierta de una capa de cutina más o menos espesa. Esta sustancia es casi impermeable, de modo que a través de la epidermis no pueden penetrar ni el aire ni el agua. En las plantas acuáticas los órganos sumergidos carecen de cutina y pueden absorber agua por toda su superficie. Otras veces, las células epidérmicas segregan cera, que se deposita sobre el tallo o en la hoja.

**Clorénquima.** Es un parénquima especializado en la asimilación de hidratos de carbono. Sus células son vivas y contienen cloroplastos en abundancia. Este tejido se encuentra en los tallos jóvenes, en las hojas y en ciertas piezas de las flores.

**Aerénquima.** Parénquima muy flojo, con grandes espacios intercelulares por los cuales circula el aire. Ciertos aerénquimas sirven para permitir la flotación de las hojas o de los tallos de las plantas acuáticas.

**Xilema.** Tejido de conducción denominado también *leño* o *hadroma*, que se encuentra en el cilindro central de los tallos y raíces y en las nervaduras de las hojas. En las plantas cuyos tallos duran varios años, en cada uno de éstos se agregan nuevas capas de xilema formadas por el *cambium*.

El xilema es un tejido complejo que incluye células especializadas en la conducción de agua desde el suelo hasta las hojas, como las *traqueidas* y las *tráqueas*. Las primeras son células fusiformes muertas, adosadas unas a otras por sus extremos. Numerosas puntuaciones (o pequeñas perforaciones) permiten el paso del agua de una a otra célula.

Las tráqueas o *vasos* son tubos muy largos formados por la soldadura de numerosas células alargadas, cuyos tabiques intermedios han desaparecido.

Además el xilema contiene fibras esclerenquimáticas y células parenquimáticas vivas. Todos estos elementos se unen en manojos que se denominan *hacecillos leñosos*.

**Floema.** El *floema* o *líber* es también un tejido de conducción, pero en este caso no lleva agua sino savia ya elaborada. Se encuentra normalmente en el cilindro central del tallo y de la raíz, y en las hojas, flores y frutos. Sus principales elementos son los tubos cribosos y las células liberianas. Además puede tener células anexas y fibras.

a) ¿Cuál es el objeto de la Botánica General?

b) Describa los principales tejidos meristemáticos.

c) Describa los tejidos más importantes de las plantas.

## 10-2 ORGANIZACIÓN DE LOS VEGETALES.

### LA RAÍZ.

Es un órgano generalmente subterráneo, encargado de fijar la planta en el suelo y de absorber del mismo el agua y las sales necesarias para la nutrición. La raíz es más o menos cilíndrica y alargada. Pueden diferenciarse los siguientes tipos de raíces: la *raíz primaria*, que deriva directamente de la raicilla del embrión y puede constituir el eje central de todo el sistema radicular o bien ser de vida muy breve; las *raíces secundarias* o ramificaciones de la raíz primaria, y las *raíces adventicias*, que nacen en el tallo o en algunos casos, en las hojas.

El conjunto de raíces de una planta se denomina *sistema radicular*. Existen dos tipos principales de sistemas radiculares: raíces *típicas* o *pivotantes*, con una raíz primaria que constituye el eje del sistema y raíces secundarias menores y raíces *fasciculadas* o *atípicas*, en las cuales la raíz primaria apenas se desarrolla y es sustituida por raíces secundarias o por raíces adventicias nacidas en la base del tallo, que forman una especie de cabellera.

### EL TALLO.

El *tallo* crece normalmente por encima del suelo y constituye el eje de la planta que vincula los demás órganos. Las ramificaciones del tallo se denominan *ramas*, y pueden

desarrollarse de acuerdo con dos sistemas: *monopodial* y *axipodial*. En el primero, el eje primario crece indefinidamente hasta la muerte de la planta, dando ramas secundarias a sus costados. Como las ramas más viejas son las inferiores, la planta tiene un aspecto más o menos cónico. En la ramificación simpodial, el eje primario se desarrolla durante un cierto tiempo y luego muere; crecen entonces ejes secundarios, que se alargan también por algún tiempo y dan ejes terciarios, y así sucesivamente. La planta tiene un contorno más o menos circular u ovoideo.

#### LA HOJA.

Las *hojas* son órganos aplanados que nacen del tallo; están especializados en la asimilación fotosintética. En una hoja pueden distinguirse hasta tres partes bien diferenciadas: la *vaina*, o base de la hoja que envuelve más o menos al tallo; el *pecíolo*, generalmente semicilíndrico y estrecho, y la *lámina*, ancha y plana. Con frecuencia falta la vaina o el pecíolo (hojas sentadas); también puede faltar la lámina y estar sustituida por el pecíolo aplanado, que recibe el nombre de *filodio*. En las gramíneas existe un pequeño apéndice membranáceo o piloso en el punto de unión de la hoja con la vaina, la *lígula*; en otras familias en la base del pecíolo hay apéndices foliáceos denominados *estípulas*.

Fig. 10-1

Los haces conductores que recorren la hoja son muy conspicuos y forman dibujos muy característicos. Existen hojas *paralelinervadas*, con todos los haces más o menos paralelos, con un haz principal del que nacen numerosos haces laterales paralelos entre sí, formando como las barbas de una pluma, y hojas *retinervadas*, en las cuales hay un haz central, del que nacen haces secundarios, de éstos, terciarios, y así sucesivamente, uniéndose entre sí las ramificaciones más finas y constituyendo un delicado retículo.

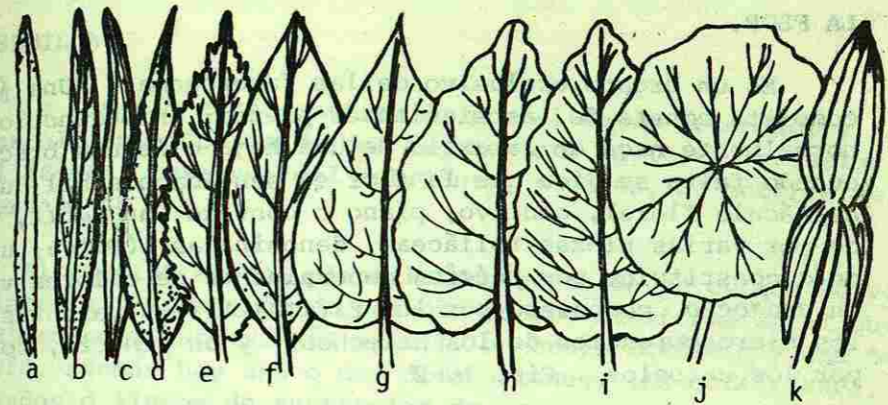


Fig. 10-1.

Formas de las hojas: (a) lineal o acicular; (b), (c) y (d) lanceoladas; (e) alargada ovada; (f) elíptica; (g) y (h) acorazonadas; (i) ovada; (j) peltada, y (k) sagitada.

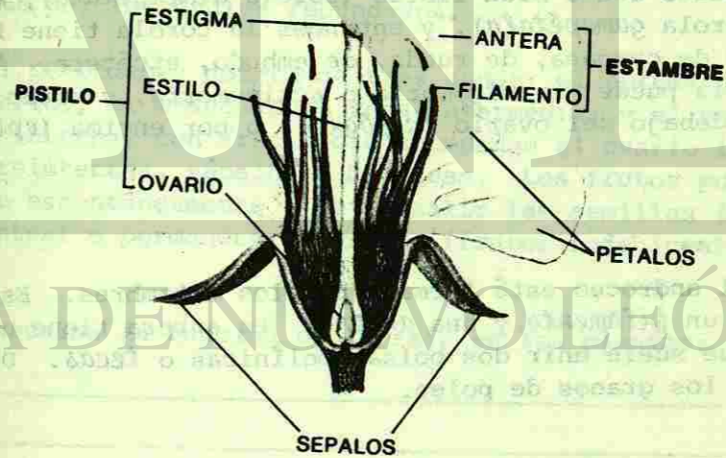


Fig. 10-2 Diagrama de una flor completa. Esta es una flor perfecta que tiene estambres y pistilos, una flor imperfecta carece de uno o del otro.

## LA FLOR.

Es un órgano exclusivo de las fanerógamas. Una flor completa consta de las siguientes piezas: un pedúnculo, que normalmente nace en la axila de una hoja o de una bráctea; cuando falta se dice que la flor es sentada o sésil; un receptáculo floral, cóncavo, plano o convexo; un cáliz, formado por varias piezas foliáceas, denominadas sépalos; una corola constituida por pétalos generalmente de colores vivos; un androceo, compuesto por los estambres (equivalentes a los microsporangios de los helechos); y un gineceo, formado por los carpelos. Fig. 10-2

El cáliz puede ser verde o coloreado, con sépalos libres o soldados (cáliz gamosépalo), actinomorfo o cigomorfo (es decir, con varios planos de simetría o con uno solo).

La corola está constituida por los pétalos, más delicados que los sépalos y de colores vivos (no verdes), que sirven para llamar la atención de los insectos polinizadores. Los pétalos son o bien libres (corola dialipétala), o soldados (corola gamopétala), y entonces la corola tiene forma de tubo de campana, de rueda, de embudo, etcétera. Además, la corola puede ser cigomorfa o actinomorfa, y estar inserta por debajo del ovario (hipógina) o por encima (epígina).

El androceo está formado por los estambres. Estos constan de un filamento y una antera. La antera tiene un conectivo que suele unir dos bolsas polínicas o tecas. Dentro forman los granos de polen.

## LA SEMILLA.

La semilla está constituida por el óvulo fecundado y desarrollado. Consta de dos tegumentos: la testa, exterior, y el tegmen, interno; del embrión y, a veces, de materia de reserva.

El embrión es una plantita rudimentaria en estado de vida latente. Consta de un pequeño cuerpo fusiforme en el que se diferencia: una yémula apical, un breve talluelo y una radícula, además hay una o dos dilataciones, los cotiledones, delgados o llenos de sustancias de reserva.

## EL FRUTO.

Se denomina fruto el gineceo maduro, a veces acompañado por piezas florales que han persistido después de la floración. En el fruto se distingue un pericarpio, formado por el ovario y piezas florales accesorias, y las semillas, constituidas por los óvulos fecundados.

El pericarpio consta de tres zonas: el epicarpio, o capa exterior, el mesocarpo o zona intermedia; y el endocarpo o capa interna, con frecuencia acompañan al ovario los estilos persistentes, sépalos o brácteas. Los frutos pueden abrirse espontáneamente y dejar salir las semillas (frutos dehiscentes) o permanecer cerradas (frutos indehiscentes).

a) Describa la función de la raíz en las plantas:

---

---

---

---



b) Describa la estructura de las hojas.

---

---

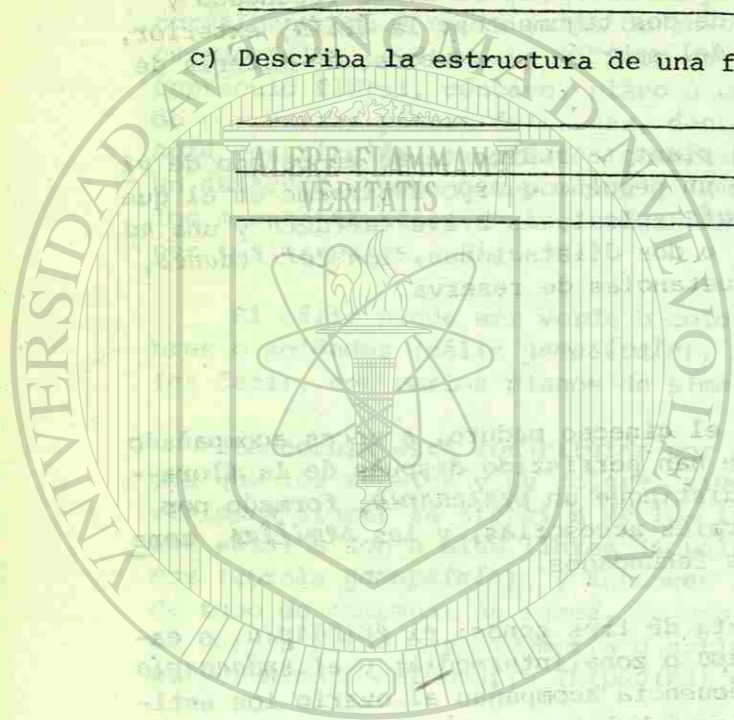
---

c) Describa la estructura de una flor completa.

---

---

---



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

PANORAMA DEL REINO VEGETAL O PLANTAE.

Desde los albores de la civilización, el hombre debe haber sentido la necesidad de diferenciar los vegetales, agrupándolos en categorías distintas, con un criterio exclusivamente utilitario. No hay duda de que los pueblos prehistóricos debían ya distinguir las plantas que les servían de alimento. En la Edad Media fueron intentadas algunas clasificaciones; pero hasta el siglo XVII no se hicieron clasificaciones aceptables, que no estuvieron basadas en uno o dos caracteres morfológicos simples, y que siempre eran artificiales. Fue Linneo el primero que estableció en 1753, una clasificación basada en un *sistema sexual*, que resultaba sumamente fácil de aplicar y en el cual se establecía un sistema binario de nomenclatura.

A partir de esa época otros botánicos comenzaron a establecer sistemas y clasificaciones. En la actualidad, las existentes tienen en cuenta, no solo los caracteres morfológicos, sino también los filogenéticos, los fisiológicos, los genéticos, etcétera.

La *botánica sistemática* es la parte de la botánica que trata de la identificación, nomenclatura y clasificación de los vegetales. En el mismo sentido se emplea el término *taxonomía vegetal*.

En el presente capítulo y con el fin de facilitar su comprensión, el reino vegetal o plantae ha sido dividido en dos sub-reinos: *criptógamas* y *fanerógamas*.



b) Describe la estructura de las hojas.

PLANTAS SIN FLORES O CRIPTÓGAMAS.

Los vegetales con los órganos sexuales escondidos se denominan *criptógamas*; antes se integraban aquí a las bacterias, las algas y los hongos, que se incluyen ahora en los reinos monera y protista; quedando incluidos dentro de las criptógamas los phylum *briophyta* y *pteridophyta*.

*Phylum briofita.* Esta división incluye los vegetales autótrofos con clorofila, generalmente terrestres, de lugares húmedos. Carecen de verdaderas raíces, que están reemplazadas por rizoides de fijación. Comprenden dos clases: *hepáticas* y *musgos*. Los musgos son vegetales pequeños, que poseen un corto tallito cubierto de hojuelas lanceoladas; viven en lugares húmedos, en los pantanos o en las rocas y los techos de las construcciones.

*Phylum pteridofita.* Comprende los helechos, que son vegetales verdes, más evolucionados que los musgos y con diferenciación morfológica y anatómica más marcada. Algunos constituyen plantas y otros adquieren forma y tamaño arborecentes. Poseen generalmente un tallo subterráneo más o menos grueso, el *rizoma*, que da raíces y muchas hojas, que reciben el nombre especial de *frondas*. La reproducción es complicada y con alternación de generaciones, presentando un gametofito y un esporofito. El *gametofito* suele tener el aspecto de una hoja pequeña y es llamado *prótalo*; sobre él se forman los órganos de la reproducción sexual. Una vez efectuada la unión de los gametos de ambos sexos, comienza el desarrollo de la generación que representa el esporofito, y que tendrá el aspecto de la planta de helecho típico, con sus raíces, tallos y hojas. En las hojas que cumplen la función de asimilación, o en otros lugares especiales, se desarrollan los *esporangios*, y dentro de éstos, las *esporas*, que una vez en libertad y en condiciones favorables, darán origen a un nuevo *prótalo*. Los esporofitos varían mucho en tamaño y aspecto, según las distintas clases en que se dividen las *pteridofitas*. Fig. 10-4

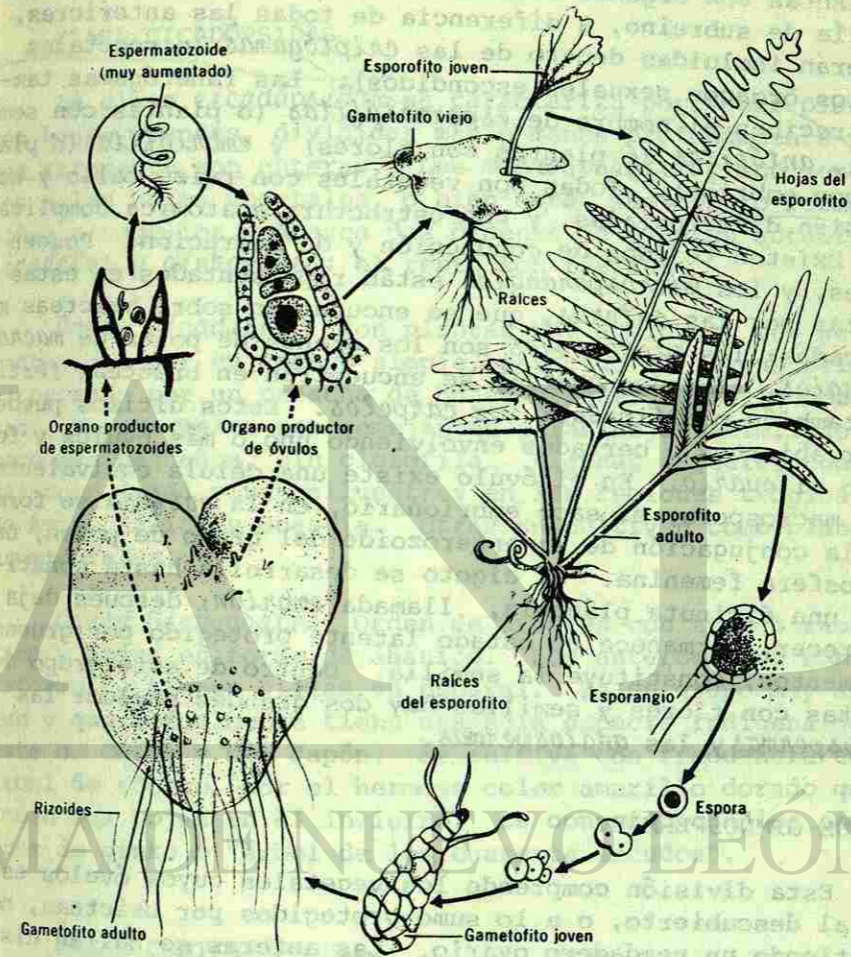


Fig. 10-4 Ciclo vital de un helecho.

## PLANTAS CON FLORES O FANERÓGAMAS.

El resto de los vegetales que serán tratados a continuación, antiguamente se clasificaban dentro de las fanerógamas (o plantas con órganos sexuales visibles). Estas tenían categoría de subreino, a diferencia de todas las anteriores, que eran incluidas dentro de las criptógamas (o vegetales con los órganos sexuales escondidos). Las fanerógamas también reciben el nombre de espermatófitas (o plantas con semillas), antófitas (o plantas con flores) y embriófitas (o plantas con embrión). Todas son vegetales con raíz, tallo y hojas bien diferenciadas, y con estructura anatómica complicada. Existen tejidos de conducción y de secreción. Poseen flores, y los microsporangios están representados en estas plantas por las anteras, que se encuentran sobre brácteas modificadas; los microsporos son los granos de polen de macrosporangios, llamados óvulos, se encuentran en brácteas fértiles también modificadas: los carpelos. Estos últimos pueden estar abiertos o cerrados envolviendo uno o más óvulos y formando el ovario. En el óvulo existe una célula equivalente a la macrospora, el saco embrionario, en la oosfera se forma por la conjugación de un anterozoide del grano de polen, en la oosfera femenina. El cigoto se desarrolla hasta constituir una diminuta plántula, llamada embrión; después de dejar de crecer, permanece en estado latente protegido por gruesos tegumentos, constituye la semilla. Dentro de este grupo de plantas con flores y semillas hay dos grandes phylum: las gimnospermas y las angiospermas.

### PHYLUM GIMNOSPERMAE.

Esta división comprende los vegetales cuyos óvulos están al descubierto, o a lo sumo protegidos por brácteas, no existiendo un verdadero ovario. Las anteras se hallan dispuestas en inflorescencias distintas de los óvulos, y dan granos de polen que en los órdenes más primitivos llevan anterozoides ciliados. Son plantas leñosas con xilema formado por traqueidas y fibras, sin verdaderos vasos. Las hojas son muy raramente caducas y suelen durar varios años. Las gimnospermas se dividen en varias clases, de las cuales serán tratadas las principales.

Gimnospermas  
Cicadópsidas

Coniferópsidas

### CLASE CICADÓPSIDAS.

La clase cicadópsidas se caracteriza por tener plantas con hojas grandes, divididas más o menos profundamente y que raramente son enteras. Los macrosporofitos son semejantes a las hojas vegetales, o bien están sueltos, o formando piñas o cogollos. Abarca dos órdenes de plantas actuales: cicadales y ginkgoales; el resto son fósiles.

*Orden cicadales.* Son plantas muy antiguas, que se caracterizan por su tronco simple, parecido al de una palmera y coronado por un penacho de hojas grandes, pinaticompuestas. Los carpelos son semejantes a las hojas asimiladoras, pero más pequeños, sin clorófila. Algunas especies conocidas como cicas viven silvestres en las regiones tropicales de Asia, Africa y Oceanía. Otras se cultivan como plantas ornamentales.

*Orden Ginkgoales.* Orden de árboles con tronco ramificado y hojas en forma de abanico. Los anterozoides son piriformes y tienen cilias en espiral. Es un grupo muy antiguo y que actualmente tiene una sola especie indígena del este de China y del Japón. Se cultiva con frecuencia como árbol de adorno, por el hermoso color amarillo dorado que toman sus hojas en el invierno. Es conocido con los nombres de ginko o "árbol de los cuarenta escudos".

### CLASE CONIFERÓPSIDAS.

La segunda clase de las gimnospermas es la de las coniferópsidas, cuyo principal orden lo constituyen las coníferas o coniferales. Son árboles generalmente grandes, de tronco frecuentemente recto, ramificación piramidal y regular. La madera contiene abundantes canales secretores, pro-

ductores de resinas. Las hojas son reducidas, aciculares o escamadas, y persistentes por lo general. Las flores son diclinas, ordinariamente monoicas (es decir, que llevan un solo sexo) y provistas de brácteas; las femeninas constituyen *estróbilos*, llamados *piñas*, en forma de cono. Habitan las regiones templadas y frías, llegando hasta las grandes alturas, y son más numerosas en el hemisferio Norte. Algunas tienen mucha importancia por el aprovechamiento de la madera, en carpintería, construcciones, industrias, etc.; por sus resinas, empleadas para varios usos; por sus semillas comestibles; por ser árboles de adorno y por formar y proteger plantaciones, etcétera. Entre ellas se cuentan el abeto, el cedro, el pino, el alerce, la araucaria y el ciprés. (Fig. 10-5).

PHYLUM ANGIOSPERMAE.

Este phylum comprende todo el resto de vegetales, que presentan las siguientes características: gran diferenciación anatómica y morfológica; plantas herbáceas o leñosas, de los variados portes, con vasos diferenciados en el xilema; flores muy evolucionadas, con los óvulos encerrados en un ovario, constituido por las hojas carpelares soldadas. Para que el óvulo sea fecundado se forma un tubo polínico, que transporta el anterozoide. Según que el embrión lleve uno o dos cotiledones, las angiospermas se dividen en dos clases: monocotiledóneas y dicotiledóneas.

Monocotiledóneas.

Angiospermas

Dicotiledóneas.

**Clase monocotiledóneas.** Esta clase se caracteriza principalmente por tener un solo cotiledón, ser herbáceas, raramente arbóreas; carecen de estructura secundaria en el tallo, las raíces suelen ser fasciculadas; las hojas casi siempre alternas y paralelinervadas; las flores *trímeras*, es decir, formadas por tres sépalos, tres pétalos, tres o seis estambres y tres carpelos. Las monocotiledóneas se dividen en órdenes y alrededor de cuarenta y cinco familias.

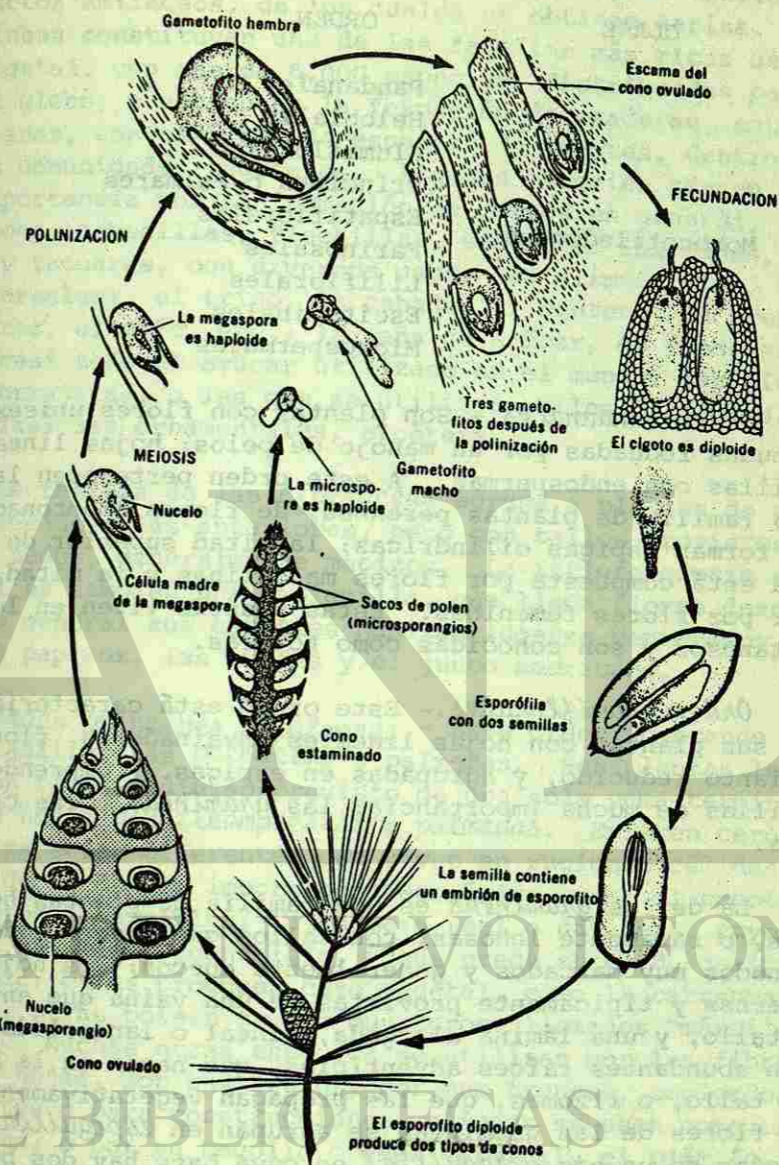


Fig. 10-5 Ciclo vital de un pino.

aquí se tratarán solamente las principales.

CLASE

ORDEN

Monocotiledóneas.

Pandanales  
Helobiales  
Glumiflorales  
Príncipes o Palmares  
Espatiflorales  
Farinosales  
Liliflorales  
Escitaminales  
Microspermales

*Orden Pandanales.*— Son plantas con flores unisexuales desnudas rodeadas por un manojito de pelos; hojas lineales y semillas con endospermas. A este orden pertenecen las *tigheas* familia de plantas perennes, de flores amontonadas, que forman espigas cilíndricas; la mitad superior de la espiga está compuesta por flores masculinas y la mitad inferior por flores femeninas. Estas plantas viven en lugares pantanosos y son conocidas como totoras.

*Orden Glumiflorales.*— Este orden está caracterizado por sus plantas con hojas lineales envainadoras, flores con perianto reducido, y agrupadas en espigas. Comprende dos familias de mucha importancia: las *gramíneas* y las *ciperáceas*.

La de las *gramíneas* es una familia de plantas herbáceas, o raramente leñosas, con tallos que poseen nudos y entrenudos muy marcados y generalmente huecos; las hojas son alternas y típicamente provistas de una vaina que envuelve el tallo, y una lámina alargada, lineal o lanceolada. Poseen abundantes raíces adventicias, que nacen en la base del tallo, o rizomas, que las propagan vegetativamente. Las flores de las *gramíneas* se agrupan en *espiguillas*, que constan de un eje o *raquilla*, en cuya base hay dos brácteas protectoras; las *glumelas*, la inferior es la *lemma*, y la superior, la *pálea*.

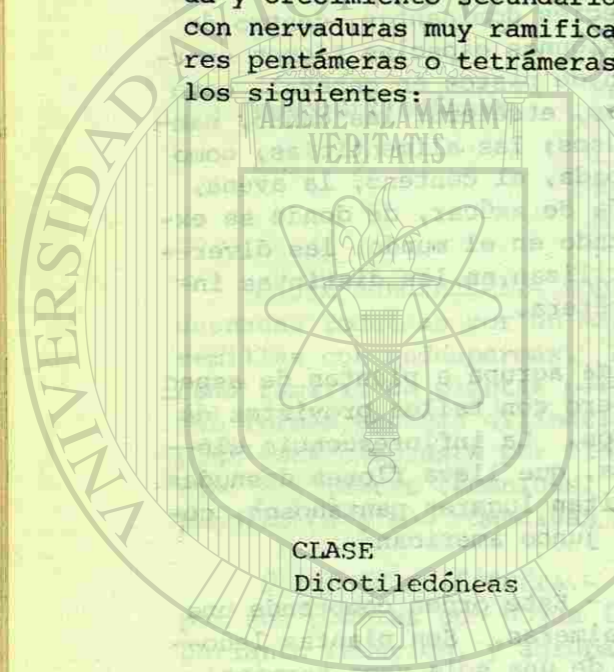
El fruto es normalmente un cariopse, es decir, un fruto seco, con una sola semilla. Esta posee gran cantidad de productos amiláceos, de los cuales se obtiene harina. Las *gramíneas* constituyen una de las familias más ricas del reino vegetal, con más de 6,000 especies, distribuidas por todo el globo, y entran en la formación de praderas, estepas y sabanas, con carácter de especies dominantes, dentro de estas comunidades vegetales. Algunas especies tienen enorme importancia por la formación de pastos en general, como las *poas*, *cebadillas*, *flechillas*, etcétera; las cañas, bambúes y tacuaras, con diversos usos; las alimenticias, como los cereales: el trigo, la cebada, el centeno, la avena, el arroz, el maíz, etc.; la caña de azúcar, de donde se extrae casi todo el azúcar utilizado en el mundo; las diversas forrajeras, o las que se utilizan en las distintas industrias; las ornamentales, etcétera.

La familia de las *ciperáceas* agrupa a plantas de aspecto parecido a las anteriores, pero con tallos provistos de pocos nudos, generalmente macizos. La inflorescencia elemental es también una espiguilla, que lleva flores desnudas. Por lo general sus especies habitan lugares pantanosos, como los papiros, las chufas y el junco americano.

*Orden príncipes o palmares.*— Este orden comprende una sola familia, las *palmeáceas* o palmeras. Son plantas leñosas con tallo indiviso provisto de una sola yema terminal. Tienen hojas *pinaticompuestas* o *palmadas*. Existen cerca de 3,000 especies diferentes que viven en regiones cálidas, algunas de verdadera importancia económica, como el cocotero, de frutos comestibles; la palmera real o datilera, cuyo fruto, el dátil, es comestible, y que crece en el N. de Africa y Arabia; otras producen cera vegetal, como la carnauba del Brasil; otras poseen frutos muy duros, llamados "márfil vegetal". Muchas otras especies se utilizan por las fibras de sus hojas, por sus frutos, por sus troncos, empleados como postes o para construcciones, algunas se usan como ornamentales, o por su cogollo o yema terminal, el *palmito*, que es comestible; o por sus aceites, barnices, etc., que se extraen de las hojas. Fig. 10-6.

## CLASE DICOTILEDÓNEAS.

Esta clase comprende el resto de los vegetales todos ellos caracterizados por presentar embriones con dos cotiledones, raíces ramificadas y tallos con estructura monocóclida y crecimiento secundario en las especies leñosas; hojas con nervaduras muy ramificadas, formando un retículo; flores pentámeras o tetrámeras. Los órdenes principales son los siguientes:



### ORDEN

Verticiladas  
Piperales  
Salicales  
Juglandales  
Fagales  
Urticales  
Santalales  
Aristolochiales  
Poligonales  
Centrospermas  
Ranales  
Readales  
Rosales  
Geraniales  
Sapindales  
Rancales  
Malvales  
Parietales  
Opunciales  
Mirtiflorales  
Umbeliflorales  
Ericales  
Primulales  
Ebenales  
Contortales  
Tubiflorales  
Rubiales  
Cucurbitales  
Campanulales

A continuación describiremos algunos de los órdenes principales:

### PIPERALES.

Son plantas herbáceas o arbustos generalmente tropicales, con flores desnudas, en espigas, y fruto en baya. En sus órganos se producen principios aromáticos o irritantes. Comprende una sola familia de importancia: las *piperáceas*, son especies cuyos frutos se comercializan, como los de la pimienta negra o blanca, el betel, etcétera.

### SALICALES.

Orden de árboles o arbustos dioicos, con flores desnudas dispuestas en amentos, fruto en cápsula y semilla con largos pelos. Comprende una sola familia: las *salicáceas*, con dos géneros y numerosas especies, como los álamos, el mimbre y los sauces.

### JUGLANDALES.

Orden de árboles, de hojas pinaticompuestas: flores unisexuales, desnudas o con perigonio sepaloide; fruto drupáceo.

Comprende una sola familia las *juglandáceas*, que incluye los nogales de América y Europa, de madera fina y nueces comestibles;

### ORDEN ROSALES.

Este orden reúne numerosas especies, muchas de ellas sumamente importantes, especialmente para la alimentación humana. Las flores son típicamente cíclicas, pentámeras, con abundantes estambres y gineco súpero o ínfero. Comprende alrededor de diecisiete familias, siendo las más importantes. Las siguientes:

**Platanáceas.** Árboles con hojas alternas palmatilobadas, con períolo engrosado en la base. Flores péndulas, reunidas en inflorescencias capituliformes. Fruto en aquenio. Comprende un solo género, con árboles ornamentales muy cultivados para arbolar calles: el plátano.

**Rosáceas.** Plantas de diverso porte, con hojas alternas, simples o compuestas, con estípulas. Sus flores son por lo general hermafroditas, pentámeras, con cáliz y corola. Tienen frutos diversos; semillas sin endosperma. Es una familia de mucha importancia, que comprende alrededor de 3,500 especies, casi todas propias del hemisferio Norte. En su gran mayoría son cultivadas por sus frutos comestibles, o por la belleza de sus flores, como el membrillo, el níspero, las fresas o frutillas, el almendro, el albaricóquero o damasco, el cerezo, el guindo, el ciruelo, el melocotón o duraznero, el peral, el manzano y las numerosas variedades de rosas, etc.

**Leguminosas.** Esta familia presenta también plantas de porte diverso, con hojas alternas, generalmente compuestas y con estípulas.

Se trata de una de las familias más numerosas dentro de las fanerógamas, con cerca de 15.000 especies presentes poco menos que en todos los climas. Casi la totalidad de las especies prestan utilidad al hombre de diversa manera, como las acacias, que son forrajeras u ornamentales y algunas de las cuales producen exudaciones llamadas goma arábiga; otras, típicas de regiones semiáridas, son los mezquites de México y los algarrobos de América del Sur, el calden y el ñandubay, cuyos frutos dulces y carnosos sirven de forraje, de alimento, o para preparar bebidas fermentadas, y cuya madera, muy dura se utiliza en carpintería, construcciones, etcétera.

#### GERANIALES.

Orden de plantas herbáceas, árboles o arbustos de flores cíclicas, con cáliz y corola pentámeros comprende cerca de 21 familias. Las más importantes son:

**Geraniáceas.**- Hierbas o arbustos de hojas alternas u opuestas, con estípulas. Los malvones y geranios pertenecen a esta familia y son cultivados en los jardines.

**Rutáceas.**- Plantas de porte muy diverso, con glándulas que producen aromas; hojas alternas u opuestas, sin estípulas; flores actinomorfas, hermafroditas. Familia cosmopolita, muy importante, que comprende la ruda, el cedrón y los cítricos, árboles cuyos frutos tienen varias aplicaciones, aparte de ser alimenticios, como el limón, el naranjo, el mandarino, el pomelo, etc.

#### ORDEN OPUNCIALES.

Este orden comprende una sola familia de plantas, las **cactáceas**, que incluye plantas leñosas o herbáceas, carnosas de tallos normales, cilíndricos semiesféricos o aplanados adaptados al almacenamiento de agua. Salvo en raros casos, carecen de hojas, poseen abundantes espinas en todo tallo. Las cactáceas son muy abundantes en las regiones semiáridas de América, desde el S. de Estados Unidos hasta el centro de Argentina. Los cardones, tunas, cactus, nopales, pertenecen a esta familia. Fig. 10-6.

a) ¿Cuál es el objeto del estudio de la Botánica Sistemática?

b) Dé ejemplos de plantas sin flores o criptógamas.

c) Dé ejemplos de plantas con flores o fanerógamas.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

d) ¿Cuáles son las angiospermas?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

e) Dé ejemplos de plantas monocotiledóneas.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

f) Dé ejemplos de plantas dicotiledóneas.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

g) Relacione el orden de plantas con la clase a que corresponde:

- |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|
| 1.- Malvales. ( )     |                       |
| 2.- Opunciales. ( )   |                       |
| 3.- Fagales. ( )      | 1.- Monocotiledóneas. |
| 4.- Urticales. ( )    | 2.- Dicotiledóneas.   |
| 5.- Palmares. ( )     |                       |
| 6.- Liliflorales. ( ) |                       |
| 7.- Helobiales. ( )   |                       |
| 8.- Pandanales. ( )   |                       |

9.- Rosales ( )

10.- Salicales. ( )

DICOTILEDONEAS

MONOCOTILEDONEAS

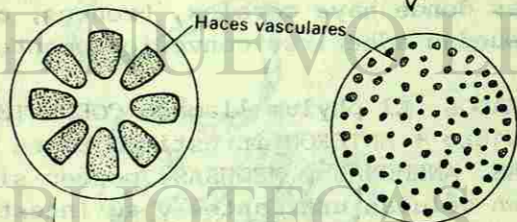
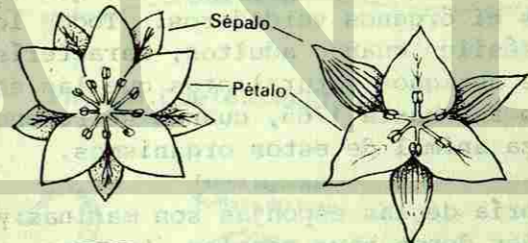
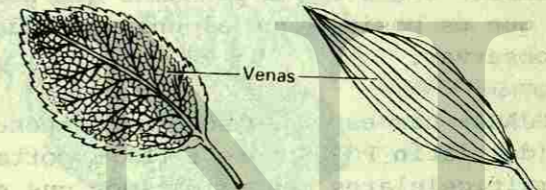
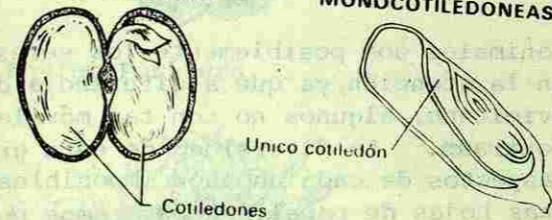


Fig. 10-6. Comparación de los patrones de estructura de las monocotiledóneas y de las dicotiledóneas.

CAPÍTULO XI.

REINO ANIMALIA.

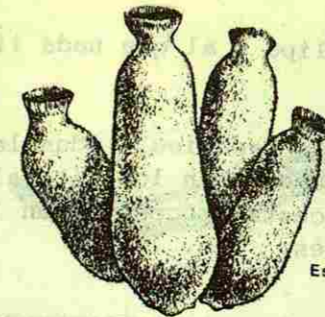
Los animales son posiblemente los seres vivos que más nos llaman la atención, ya que a diferencia de los vegetales tienen movimiento; algunos no son tan móviles sin embargo, sólo se contraen. La diversidad de este grupo es muy grande y los aspectos de cada uno son imposibles de describir en unas cuantas hojas de papel. Repasaremos por tanto, los phylum de animales con los que pensamos que nos topamos constantemente o que es posible que alguna vez podamos tener oportunidad de observar.

**ESPONJAS.** Las esponjas son los componentes del phylum **PORIFERA** (del latín **PORUS** poro + **FERRE**. portador), son los animales multicelulares más primitivos que existen. No poseen tejidos ni órganos verdaderos. Todos los miembros del phylum son sésiles cuando adultos, característica que hizo pensar a los antiguos naturalistas que las esponjas eran plantas y no fue hasta 1765, cuando se reconoció claramente la naturaleza animal de estos organismos.

La mayoría de las esponjas son marinas y viven en aguas poco profundas donde haya corales, troncos, conchas, rocas, etc., donde puedan adherirse convenientemente. Fig. 11-1

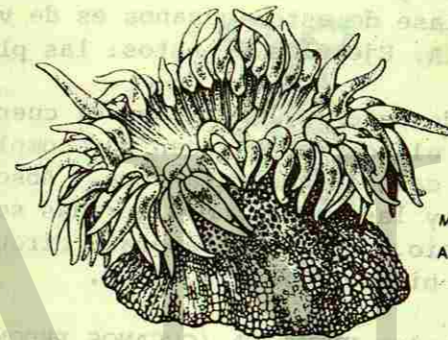
**CELENTERADOS.** El phylum llamado **COELENTERATA** (del griego **KOILOS** agujero + **ENTERON** intestino) tiene como representante a **HIDRAS**, **ANEMONAS** y **MEDUSAS**; poseen simetría radial, tentáculos con células urticantes y su intestino es de una sola abertura.

Dentro del grupo de los celenterados se encuentran dos grupos estructurales diferentes: el que permanece fijo al



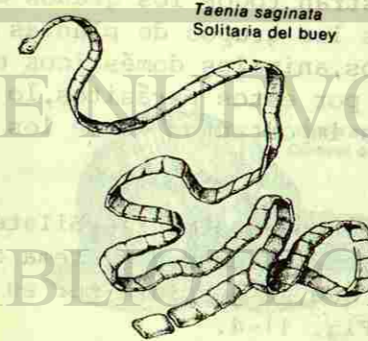
Scypha  
Esponja con copete

Fig. 11-1. Phylum Porífera.



Metridium marginatum  
Anémóna marina

Fig. 11-2. Phylum Coelenterata.



Taenia saginata  
Solitaria del buey

Fig. 11-3. Phylum Platyhelminthes.



sustrato se le llama pólipo y al que nada libremente recibe el nombre de medusa.

Excepto unas cuantas especies, todas las demás son marinas viviendo principalmente en los litorales. Las formas sésiles abundan en las costas rocosas o en lugares coralinos o de aguas tropicales. Fig. 11-2

**GUSANOS PLANOS.** Phylum PLATYHELMINTHES (del griego PLATYS plano + HELMIS gusano intestinal). Este phylum comprende dos clases de gusanos parásitos; TREMATODOS y CESTODOS. La tercera clase de estos gusanos es de vida libre y se llama TURBELLARIA. Ejemplos de estos: las planarias.

Los miembros de este phylum tienen el cuerpo aplanado de donde les viene el nombre, carecen por completo de sistema digestivo en el caso de los parásitos. Absorben sus alimentos por la boca y las partes no digeridas son expulsadas por el mismo orificio. No poseen aparato circulatorio y presentan simetría bilateral. Fig. 11-3.

**NEMATODOS.** Phylum NEMATODA (GUSANOS REDONDOS). Este phylum comprende alrededor de 10,000 especies tanto parásitos como de vida libre, viviendo en todos los ambientes terrestres y marinos desde los polos hasta el trópico, pasando por desiertos, montañas, ríos, aguas termales, etc. Las formas parásitas muestran todos los grados de parasitismo, atacando casi a todos los grupos de plantas y animales. Los productos alimenticios, animales domésticos e incluso el hombre se ven afectados por estos parásitos, lo que hace de este grupo, uno de los más importantes entre los animales parásitos.

Los nemátodos presentan simetría bilateral, su tamaño varía de 0.5 mm a 1 cm. No poseen sistema circulatorio, pero tienen un líquido que se desplaza por su cuerpo a medida que éste se mueve. Fig. 11-4.

**ROTÍFEROS.** PHYLUM ROTIFERA. Organismos microscópicos acuáticos. Se encuentran prácticamente en todas las aguas dulces. Presentan simetría bilateral y en el extremo anterior



Fig. 11-4. Phylum Nemátoda.



Fig. 11-5. Phylum Rotífera.



Fig. 11-6. Phylum Mollusca.

rior ostentan penachos de cilios que se mueven rápidamente dando la impresión de ruedas girando, a lo que se debe su nombre. No hay rotíferos terrestres y las adaptaciones al medio acuático son muy variadas, llegando a vivir hasta en gotas de agua que se forman en los musgos; como la gota se evapora rápidamente, los huevecillos resisten la deshidratación y se desarrollan hasta la próxima lluvia que vuelva a mojar los musgos. Fig. 11-5.

Algunos rotíferos son marinos y viven fijos al sustrato utilizando sus cilios para llevar alimento hasta la boca mientras que otros los utilizan para alimentarse y nadar.

MOLUSCOS. PHYLUM MOLLUSCA. (Del latín MOLLUSCUS blando). Con una gran variedad de especies, este phylum se encuentra representado en todos los ambientes; marino, dulceacuícola y terrestre. De las especies más conocidas tenemos a los caracoles, ostras, almejas, pulpos y calamares. La mayoría de las especies tienen una concha protectora externa y en otras la concha es interna. En este grupo se encuentra ya un sistema nervioso desarrollado, un corazón que bombea sangre y un sistema digestivo tubular. La concha es segregada por un órgano llamado *mantel*. En la mayoría de las especies se encuentra en parte ventral un pie musculoso. Fig. 11-6.

GUSANOS SEGMENTADOS. PHYLUM ANNELIDA. (Del latín ANNELUS pequeños anillos).

El cuerpo de estos gusanos está dividido en segmentos iguales separados por surcos en la parte externa; muchos de los órganos internos se repiten en cada segmento, el sistema nervioso es ventral y el aparato digestivo se prolonga desde el extremo anterior (boca), hasta el extremo posterior (ano), sus apéndices son apenas pequeñas cerdas y el oxígeno lo obtienen mediante su húmeda piel. Los representantes más conocidos son la lombriz de tierra y la sanguijuela. Fig. 11-7.

ARTROPODOS. PHYLUM ARTHROPODA. (del griego ARTHRON articulación + POD pie). Los artrópodos es un grupo de animales tan grande y tan variado que las especies que lo componen se encuentran ocupando una cantidad de nichos ecológicos inimaginables; se les encuentra en todas partes; la capacidad de volar de muchas de sus especies les ha permitido ocupar y vivir en los más diferentes lugares. Hasta el momento se han descrito alrededor de 800,000 especies de este grupo lo que equivale al 80% del total de las especies de animales conocidos.

El cuerpo de estos animales es segmentado, las patas son articuladas, tienen exoesqueleto, el corazón se localiza en la parte dorsal y el sistema nervioso en la parte ventral.

Las clases más importantes del phylum son: *Arachnida*, *Crustácea* e *Insecta*.

CLASE ARACHNIDA (arácnidos). Este grupo comprende animales tan familiares para nosotros como son las arañas, *acaros* y *garrapatas*. La característica más notable a simple vista es la presencia de cuatro pares de patas. Las arañas matan a sus presas mediante la acción del veneno que inyectan en su picadura; los hay incluso peligrosos para el hombre. Otros arácnidos producen ciertas enfermedades como la sarna y algunos son ectoparásitos. Fig. 11-8.

CLASE CRUSTÁCEA. Los miembros de esta clase poseen dos pares de antenas, ojos generalmente compuestos. Viven en mares, lagos y charcos, los diminutos crustáceos son la base de muchas cadenas alimenticias, el llamado "krill" son crustáceos de 25mm de longitud, es el principal alimento de las grandes ballenas. Casi todos los crustáceos son marinos; pocos viven en agua dulce. Son carnívoros carroñeros o *filtradores* de alimento.

Las más conocidas de los crustáceos son: *cangrejos*, *camarones*, *langostas*, *pulga de agua* y *percebes*. Fig. 11-9.

*Lumbricus terrestris*  
Lombriz de tierra



Fig. 11-7. Phylum Annelida.

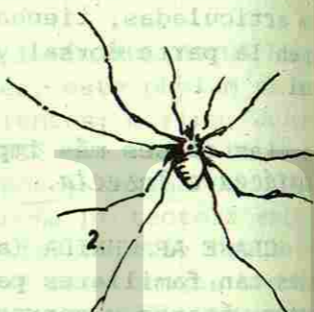
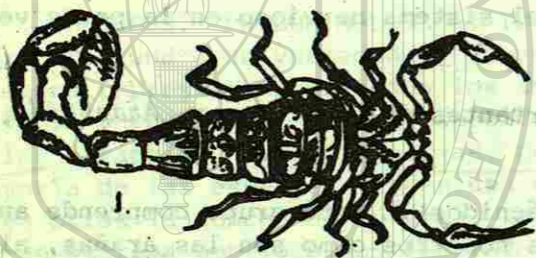


Fig. 11-8. Phylum Arthrópoda. Clase Arachnida.  
1. Alacrán. 2. Araña patona. 3. Araña de jardín.  
4. Garrapata.

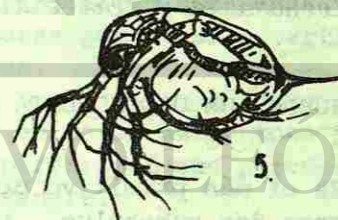
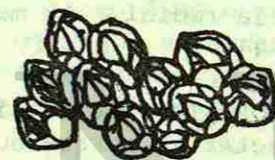
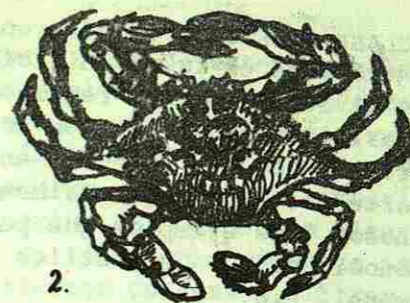


Fig. 11-9. Phylum Arthrópoda. Clase Crustácea.  
1. Chinche de agua. 2. Cangrejo azul. 3. Percebes.  
4. Cíclope. 5. Pulga de agua.

CLASE INSECTA. La diferencia de esta clase con los más antrópodos es la organización de su cuerpo, tienen el cuerpo dividido en tres regiones: cabeza con un par de antenas, parte media o tórax con tres pares de patas y la parte posterior o Abdomen, el cual en la mayoría constituye la mayor parte del cuerpo generalmente segmentado, exoesqueleto quitinoso. Los ejemplos que podemos citar aquí son por demás conocidos, unos son útiles y otros perjudiciales para el hombre. Fig. 11-10.

EQUINODERMOS. PHYLUM ECHINODERMATA. (del latín Echin es pino + del griego derma piel.). Ejemplo de este grupo de animales con piel espinosa son: la estrella de mar, el erizo de mar, la galleta de mar, etc. En el estadio adulto generalmente son de simetría radial. La mayor parte son animales marinos. Fig. 11-11.

CORDADOS. PHYLUM CHORDATA. (del latín *Chorda* cuerda). Este gran phylum se caracteriza porque sus miembros presentan órganos como notocordio, cordón nervioso dorsal hueco o médula espinal y hendiduras branquiales faríngeas, éstas últimas se presentan en todas las formas embrionarias.

Para la mejor comprensión de este grupo es necesario estudiar los tres subphylum en que se divide: *Urochordata*, *Cephalochordata* y *Vertebrata*.

#### SUBPHYLUM UROCHORDATA O TUNICADOS.

Es el más primitivo de los tres y se supone origen de los otros dos subphylum. La semejanza con los cordados es más fácilmente notable en el estadio larvario de estos animales marinos; la larva que presenta todas las características de los cordados se convierte en un adulto sésil que nos recuerda a una esponja o un celenterado. Cuando se fija el animal al sustrato desarrolla una túnica que lo cubre totalmente quedando solo dos aberturas llamadas *sifones*, la anterior o boca por donde se alimenta y posterior o ano por donde excreta productos de desecho agua y gametos. Este phylum es marino y su representante es llamado jeringa de mar (Fig. 11-12).

#### SUBPHYLUM CEPHALOCHORDATA.

El amphioxus es el representante de este subphylum. En éste se encuentran más desarrolladas que en el anterior las características de los cordados; el notocordio recorre todo el cuerpo, la región faríngea está bien desarrollada, su cuerpo es aplanado semejando un pez, cuerpo simétricamente bilateral. Es un animal marino que vive a la altura de la línea de mareas y en la boca tiene un penacho de pelos sensitivos para provocar corrientes de agua y filtrar su alimento. Fig. 11-13

#### SUBPHYLUM VERTEBRATA.

Las características de los vertebrados son: Esqueleto interno, vértebras, cráneo óseo o cartilaginoso que contiene al cerebro, dos ojos que se desarrollan como protuberancias laterales del cerebro, etc. Muchas más características se presentan en este grupo por lo que es mejor estudiar sus clases.

#### SUPER CLASE (PISCES) PECES.

En este grupo se reconocen tres clases:

CLASE AGNATHA (sin mandíbulas). Estos peces no tienen escamas ni mandíbulas, las aletas no están apareadas. El notocordio no alcanza a reemplazarse por hueso o cartílago. Son los vertebrados más primitivos.

Estos peces tienen una boca en forma de ventosa por donde se adhieren a otros peces, perforando sus paredes para succionar sus tejidos blandos y sangre.

Los representantes de esta clase son las lampreas. Fig. 11-14.

CLASE CHONDROICTHYES. (Cartilaginosos). En esta clase se encuentran los tiburones y rayas. El esqueleto de estos peces es cartilaginoso; no se osifica, sus mandíbulas son muy fuertes y sus hendiduras branquiales se presentan en cinco.

- 1.- Tisanuros.
- 2.- Proturos.
- 3.- Colémbolos.
- 4.- Efemerópteros.
- 5.- Odonatos.
- 6.- Plecópteros.
- 7.- Grilloblattodeos.
- 8.- Ortópteros.
- 9.- Fásmidos.
- 10.- Dictyópteros.
- 11.- Dermápteros.
- 12.- Embiópteros.
- 13.- Isópteros.
- 14.- Zorápteros.
- 15.- Psocópteros.
- 16.- Malófagos.
- 17.- Anopluros.
- 18.- Hemípteros.
- 19.- Homópteros.
- 20.- Tisanópteros.
- 21.- Neurópteros.
- 22.- Mecópteros.
- 23.- Lepidópteros.
- 24.- Tricópteros.
- 25.- Dípteros.
- 26.- Sifonápteros.
- 27.- Himenópteros.
- 28.- Coleópteros.
- 29.- Strepsiptera.

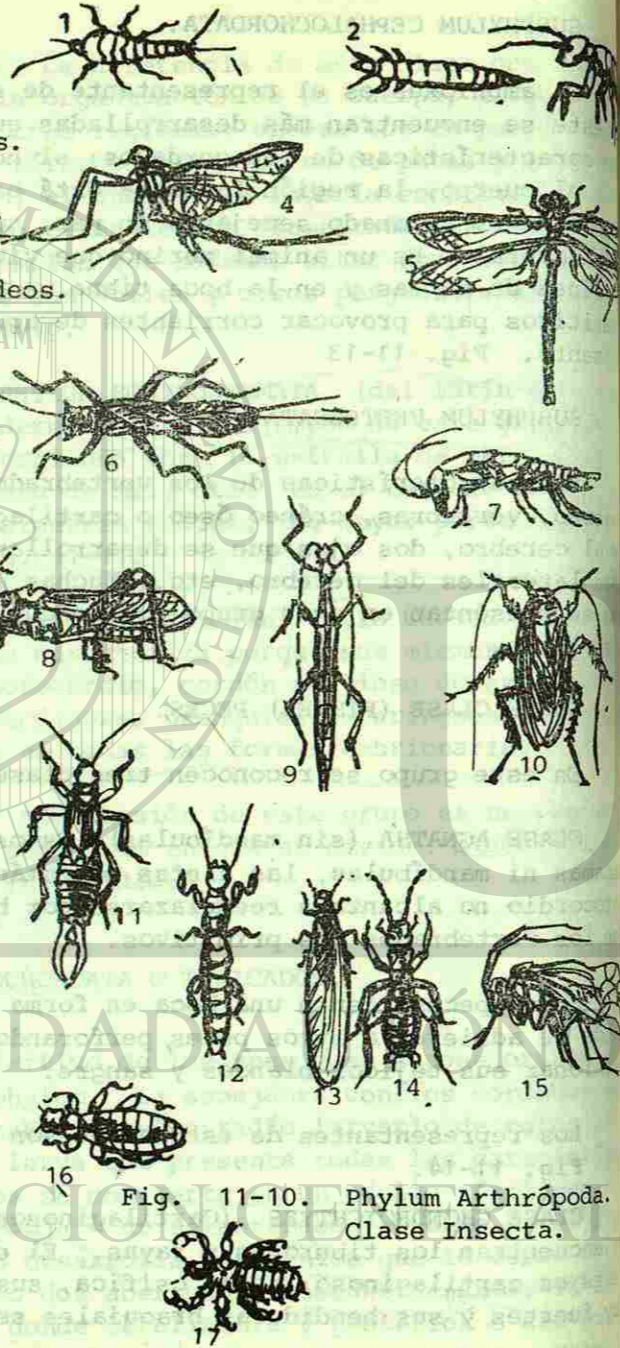
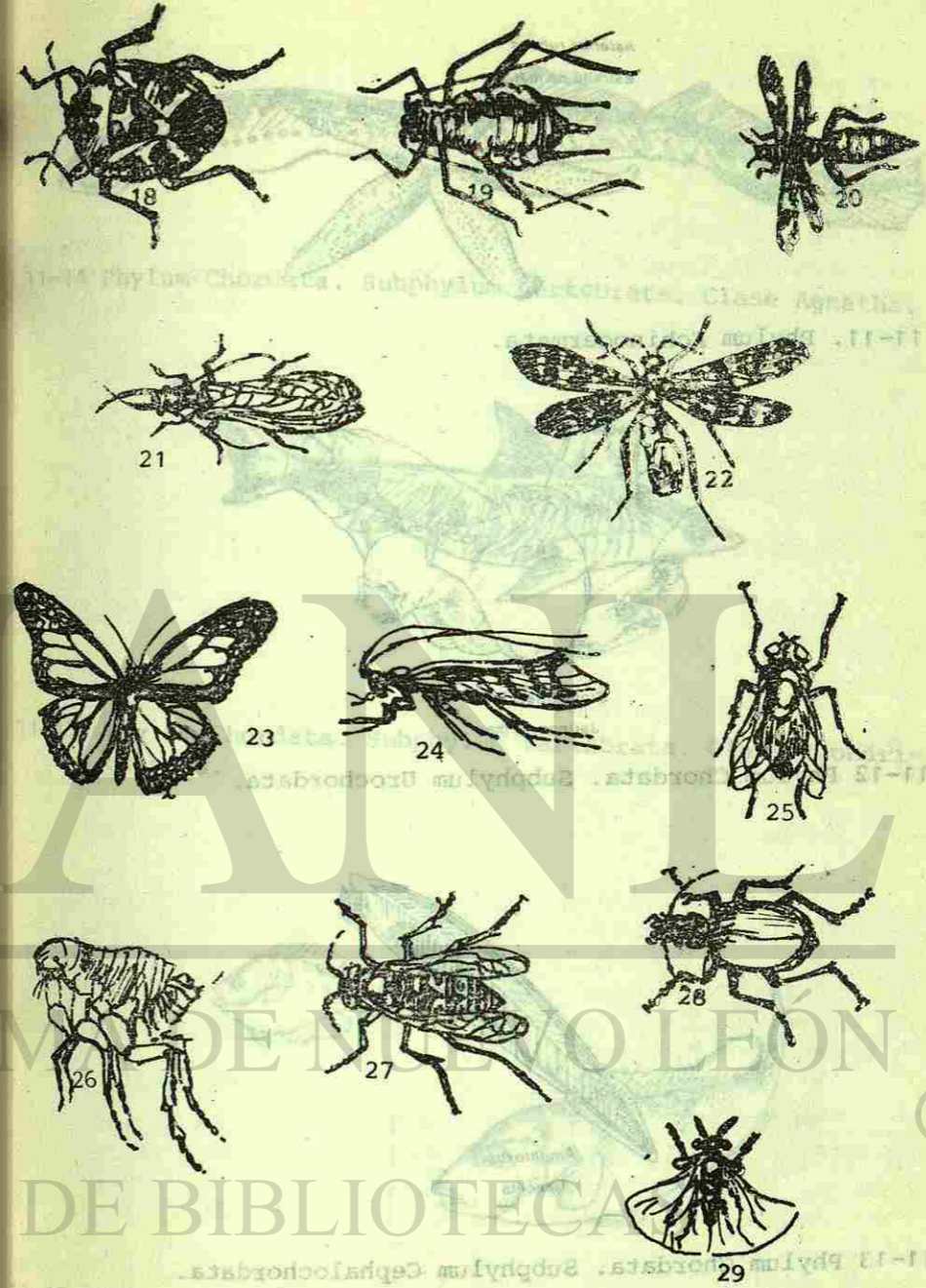
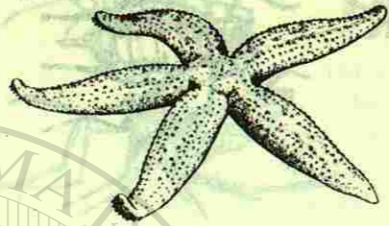


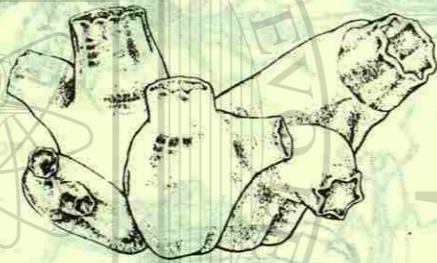
Fig. 11-10. Phylum Arthrópoda.  
Clase Insecta.



*Asterias rubens*  
Estrella de mar

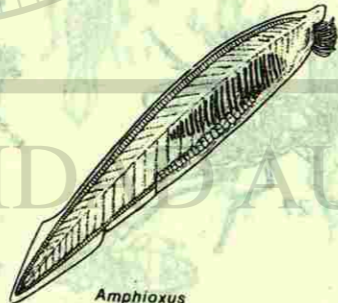


11-11. Phylum Echinodermata.



*Ciona intestinalis*  
Jeringa de mar

11-12 Phylum Chordata. Subphylum Urochordata.

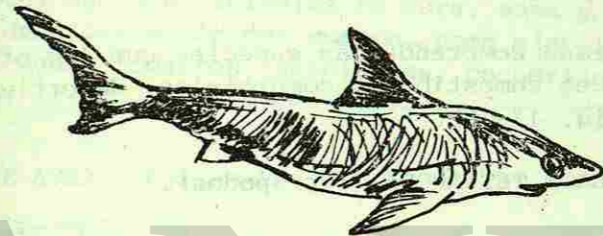


*Amphioxus*  
Lanceta

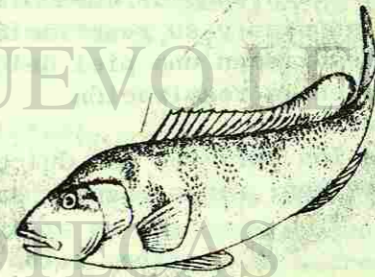
11-13 Phylum Chordata. Subphylum Cephalochordata.



11-14 Phylum Chordata. Subphylum Vertebrata. Clase Agnatha.



11-15. Phylum Chordata. Subphylum Vertebrata. Clase Chondri--  
chthyes.



11-16 Phylum Chordata. Subphylum Vertebrata. Clase Osteichthyes.

co pares o más a donde fluye el agua después de pasar por las branquias. La mayoría son marinos y solo unos cuantos son dulceacuícolas. (Fig. 11-15).

#### CLASE OSTEICHTHYES. (Óseos).

Los peces que comprenden esta clase tienen un esqueleto osificado interno. Las aletas están en pares. Detrás de cada cámara braquial solo hay un orificio (opérculo), el cuerpo está cubierto de escamas imbricadas. Poseen una vejiga natatoria para controlar la profundidad de nado.

Esta clase comprende más especies que las otras dos incluyendo peces comestibles, comerciales, deportivos y decorativos. (Fig. 11-16).

#### SUPERCLASE TETRÁPODA (Tetrápodos).

En esta super clase se incluye el resto de los vertebrados distribuidos en cuatro clases.

El término tetrápoda abarca también a las serpientes aunque no tienen actualmente extremidades; sus antepasados sí las tenían de modo que se incluyen en una de las clases.

#### CLASE AMPHIBIA (Anfibios).

Animales con reproducción externa, acuática, presentan metamorfosis. Las larvas viven en el medio acuático, respirando mediante branquias, cuando adultos los anfibios pierden las branquias y su respiración se vuelve pulmonar. Estos animales tienen una piel delgada y húmeda que interviene también en la respiración.

Todos los anfibios son dulceacuícolas. Las especies más comunes son: ranas, sapos, salamandras, etc. Fig. 11-

#### CLASE REPTILIA (Reptiles).

Animales poikilotérmicos terrestres, de fertilización interna.

Diversas adaptaciones permiten a los reptiles desarrollarse en lugares adversos como los desiertos. Los huevos después de fertilizados son puestos en el suelo o arena para incubarse con el calor del sol.

La piel de estos animales es dura, seca y escamosa que evita la deshidratación del cuerpo, como ejemplos podemos citar tortugas, lagartos, serpientes, cocodrilos e iguanas, etc. Fig. 11-17.

#### CLASE AVES. (Pájaros).

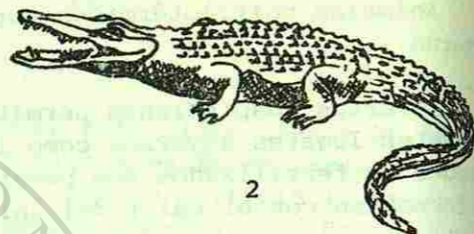
Animales homeotérmicos, con el cuerpo cubierto de plumas, con fertilización interna y ovíparas. Las extremidades anteriores están adaptadas para el vuelo y un pico córneo desprovisto de dientes.

Están adaptadas a una gran variedad de ambientes y aunque no son acuáticas, hay aves que pasan gran parte de su vida sobrevolando los mares.

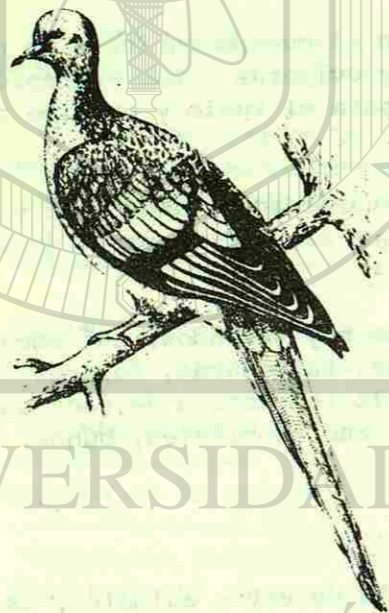
Los hábitos alimenticios son muy variados; así encontramos aves melileicas, insectívoras, carroñeras, rapaces, frugívoras y granívoras; como ejemplo respectivo de cada una tenemos: Chuparrosa, halcón nocturno, zopilotes, búhos, tucanes y gorriones. Fig. 11-18.

#### CLASE MAMMALIA. (Mamíferos).

La característica más notable de estos animales, es la presencia de glándulas mamarias en las hembras que las utilizan para alimentar a sus críos mediante la secreción de leche. Todos presentan pelo en mayor o menor grado, son homeotermos y los dientes son de tres tipos: incisivos, caninos y molares.



11-17 Phylum Chordata. Subphylum vertebrata. 1. Clase Anfibios. 2. Clase reptilia.



11-18. Phylum Chordata. Subphylum vertebrata. Clase Aves.

Dentro de este grupo encontramos especies que nacen de huevos como el ornitorrinco de Australia. Animales que terminan su desarrollo dentro de una bolsa o marsupio ventral como el tlacuache en América y los mamíferos originarios de Australia. Animales que terminan su desarrollo dentro del cuerpo de la madre (placentarios) como el hombre, etc.

Encontramos mamíferos en todos los ambientes desde marinos como las ballenas, focas, delfines, morsas, etc., terrestres la mayoría y voladores como el murciélago. (fig. 11-19).

Esta clase comprende alrededor de 16 órdenes, las cuales solo se pondrán algunos ejemplos.

a) ¿En qué consiste la diferencia entre un pólipo y una medusa?

---

---

---

b) Explica el mecanismo que usan los rotíferos para alimentarse.

---

---

---

c) Señala cinco características anatómicas de los vertebrados.

---

---

---

d) ¿A qué phylum corresponde el grupo de organismos placentarios?

---

---

---





Fig. 11-19

Phylum Chordata. Subphylum vertebrata. Clase mammalia. Ejemplos de órdenes. 1. Primates. 2. Cetáceos. 3. Lagomorfos. 4. Carnívoros. 5. Monotremas. 6. Marsupiales. 7. Insectívoros. 8. Quirópteros. 9. Proboscídeos. 10. Roedores.

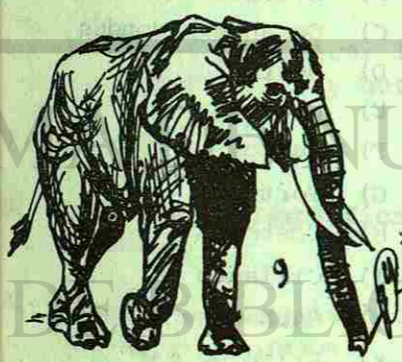
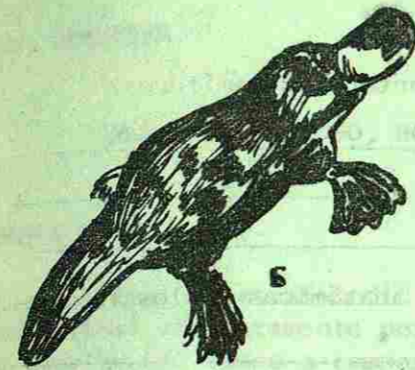


Fig. 11-19

e) ¿Qué tipos de dientes presentan los mamíferos?

f) Cita cinco características anatómicas de los insectos

g) Señala las diferentes dietas de las aves.

h) Relaciona las siguientes columnas.

PHYLUM	ESPECIE
1.- Platyhelmintha (H)	A) Lombriz de tierra
2.- Mollusca (B)	B) Medusa
3.- Arthropoda (E)	C) Gusanos redondos
4.- Nematoda (C)	D) Delfín
5.- Echinodermata (K)	E) Camarón
6.- Porifera (L)	F) Pulpo
7.- Coelenterata (B)	G) Tortuga
8.- Annelida (A)	H) Cestodos
9.- Rotífera (I)	I) Ciliados
	J) Cachalote
	K) Erizo de mar
	L) Esponja

3er. SEMESTRE.

ÁREA I.

UNIDAD VII.

### SISTEMA NERVIOSO, HORMONAS Y VITAMINAS.

#### INTRODUCCIÓN.

Las reacciones al medio ambiente y adaptaciones están controladas conjuntamente por el sistema nervioso y hormonal. En esta unidad vamos a comparar estos sistemas con el de otros animales y plantas.

#### OBJETIVOS.

- 1.- Explicar la función del sistema nervioso.
- 2.- Describir una neurona y explicar su función.
- 3.- Describir la transmisión del impulso nervioso.
- 4.- Describir el sistema nervioso en celenterados, planarias y lombriz de tierra.
- 5.- Describir el arco reflejo.
- 6.- Describir y explicar la función del sistema nervioso central, periférico y autónomo.
- 7.- Definir hormona.
- 8.- Explicar y ejemplificar la técnica para el estudio de una hormona.
- 9.- Describir y explicar la función de las principales hormonas en vertebrados.

10.- Inferir la importancia de las hormonas en insectos y plantas.

11.- Explicar la función y secreción de las principales glándulas endócrinas en el hombre y las anomalías que éstas producen en el hombre.

12.- Definir qué es una vitamina y explicar la función de las principales vitaminas hidro y lipo solubles.

13.- Definir los siguientes conceptos:

- |                        |                            |
|------------------------|----------------------------|
| 1. Cretinismo.         | 6. Escorbuto.              |
| 2. Glándula endócrina. | 7. Raquitismo.             |
| 3. Ecdisis.            | 8. Rodopsina.              |
| 4. Hiperglucemia.      | 9. Avitaminosis.           |
| 5. Cuerpos cetónicos.  | 10. Hipo e hipersecreción. |

#### PROCEDIMIENTO DE APRENDIZAJE.

- 1.- Esta unidad comprende los capítulos 12 y 13 del presente libro.
- 2.- Observa y estudia cuidadosamente cada dibujo, tabla o figura, pues son representaciones gráficas de un conocimiento.
- 3.- Tu maestro asesor y el coordinador saben las respuestas pregúntales.
- 4.- Como autoevaluación resolverás las preguntas que vienen al final de cada punto de los capítulos 12 y 13 del presente libro, la cual tendrás que mostrar a tu maestro para que se te acredite.

#### PRERREQUISITO.

Tendrás una sesión de práctica de laboratorio o de audio visual como refuerzo a tus conocimientos teóricos a la que deberás asistir so pena de perder tu derecho a la evaluación semanal.

#### CAPÍTULO XII

##### SISTEMA VISUAL

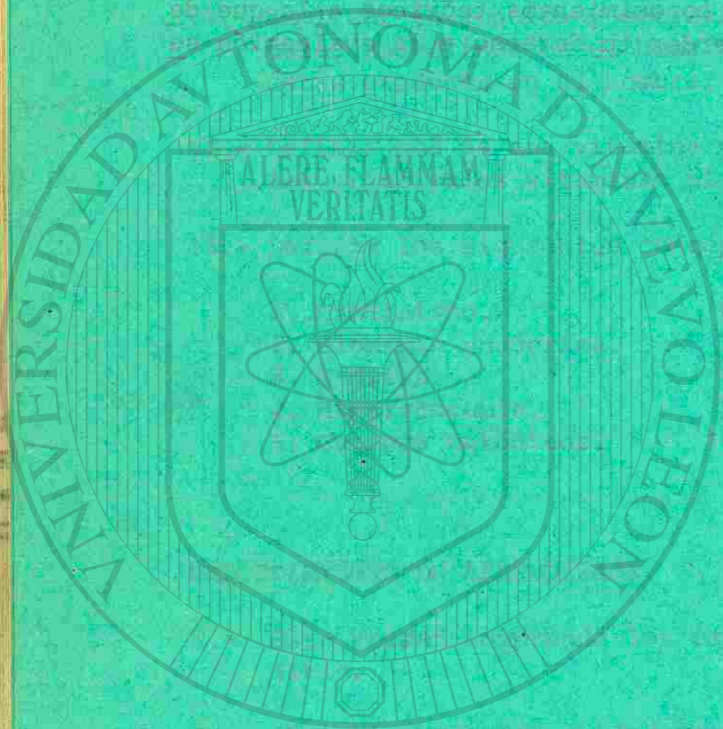
El sistema visual, la misma que la del hombre, es el más desarrollado de los animales. En los vertebrados, siendo el ojo el órgano más desarrollado, se observa una gran variedad de formas y tamaños, pero en general, la estructura básica es la misma.

El ojo humano está formado por una cámara anterior y una cámara posterior, que están comunicadas por el iris y el cristalino.

El ojo humano es un sistema de adaptación que permite al individuo recibir y procesar información visual del mundo que lo rodea. Este sistema está formado por una serie de estructuras que trabajan en conjunto para permitirnos ver.

#### UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

### DEPARTAMENTO DE BIBLIOTECAS



## CAPÍTULO XII.

### SISTEMA NERVIOSO.

En un protozooario, la misma célula recibe las sensaciones y responde a ellas. En los metazoarios, tiende a aparecer en grado cada vez mayor diferenciación entre células especializadas en recibir las sensaciones (receptores) y otras que realizan la respuesta apropiada (efectores).

En las formas inferiores, las relaciones entre estos dos tipos de células pueden ser relativamente simples.

Las células receptoras, mediante actividades físicas y químicas pueden producir respuestas de las células vecinas. Aún en los vertebrados se conserva este tipo primitivo de estimulación en el caso de la circulación de hormonas. Pero en casi todos los metazoarios hay un medio más directo y específico para transmitir estímulos; *El Sistema Nervioso*.

#### 12-1 NEURONA.

Todos los animales multicelulares poseen células nerviosas que son la base estructural y funcional del sistema nervioso, llamadas *neuronas*. Su tamaño aproximado es de 0.1 mm de diámetro, pudiendo llegar a varios metros de longitud.

En la neurona sobresalen tres partes funcionales: las *dendritas*, encargadas de recibir los estímulos tanto del medio ambiente exterior, como de otras células. El *axon*, largo y liso se encarga de conducir la excitación. La parte terminal o emisor, llamado *telodendrones* o ramificaciones del axon. (Fig. 12-1).

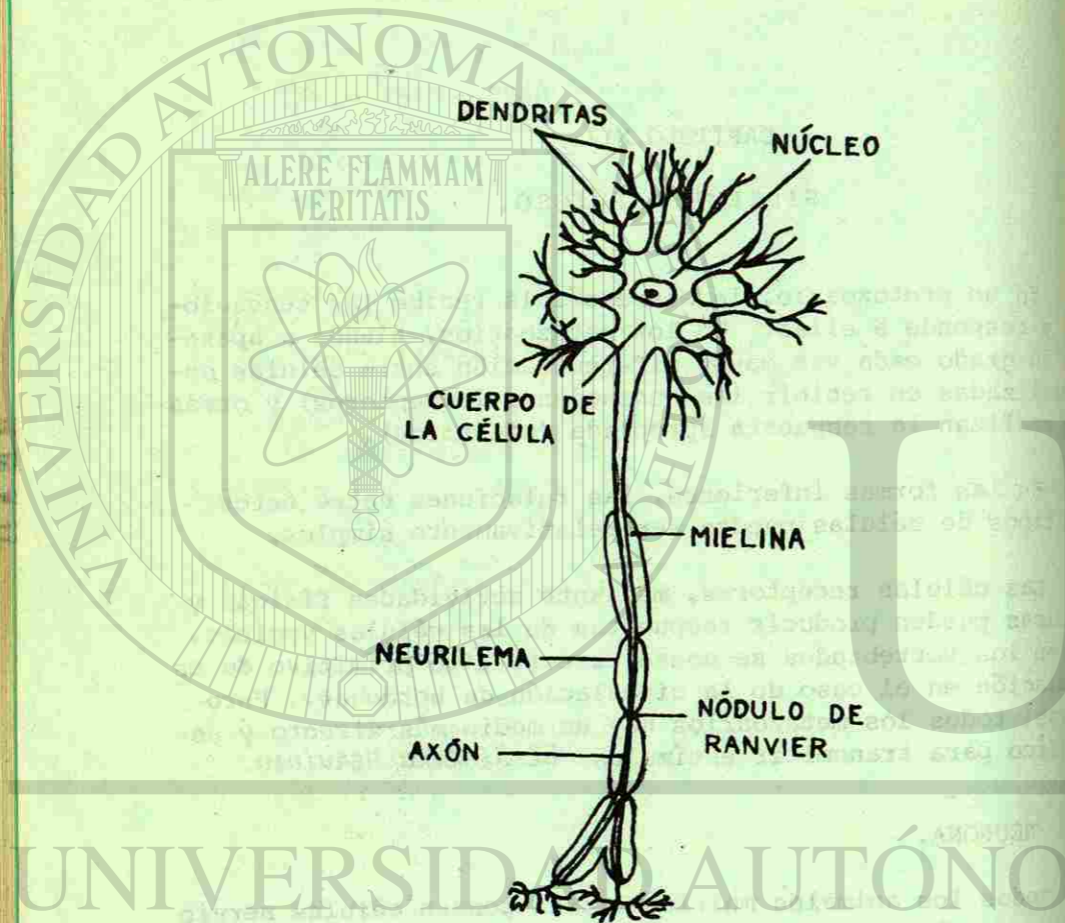


Fig. 12-1 Neurona.

En la parte externa del axón se encuentran dos cubiertas, la interna constituida por *mielina* y la externa formada por una capa celular denominada *neurilema* y sobre éstas a intervalos, se encuentran los *nódulos de Ranvier* que afectan la velocidad de transmisión.

Las neuronas se clasifican según su función, así tenemos que las que reciben el estímulo interno o externo son las *aferentes* y lo conducen al sistema nervioso central. De este sistema sale la información hacia los efectores (músculos) por medio de las neuronas *eferentes*. Las neuronas *aferentes* y *eferentes* tienen generalmente una de sus terminaciones en el sistema nervioso central y la otra cerca de la fuente de impulso. Cuando se encuentran neuronas que unen a esas dos, ésta recibe el nombre de *interneuronas*.

Los cuerpos de las neuronas llegan a formar nudos fuera del sistema nervioso central, lo que constituye un *ganglio* y los haces de fibras nerviosas o axones muy mielinizados forman los *nervios*.

#### TRANSMISIÓN DEL IMPULSO NERVIOSO.

Hace aproximadamente 90 años el fisiólogo alemán Hermann sugirió que el impulso nervioso viajaba a través de un nervio en una serie de etapas. Modernamente se ha demostrado que esas etapas se llevan a cabo y son de naturaleza eléctrica y química. El impulso nervioso es un estímulo que inicia en el extremo de una fibra nerviosa una serie de cambios químicos y eléctricos que se mueven en forma de onda a lo largo de la fibra. (Fig. 12-2)

La parte exterior de una fibra nerviosa no estimulada es efectivamente positiva y la parte interior eléctricamente negativa. Cuando se inicia un impulso las cargas se invierten y el mismo cambio sucede en el siguiente segmento, en esta forma el impulso viaja en forma de ondas químicas y eléctricas. Después del estímulo, la célula vuelve a su estado original para que pueda ser sensible otra vez, necesitando para esto unas milésimas de segundo, lo que quiere decir que después del primer impulso la célula queda insensibilizada.

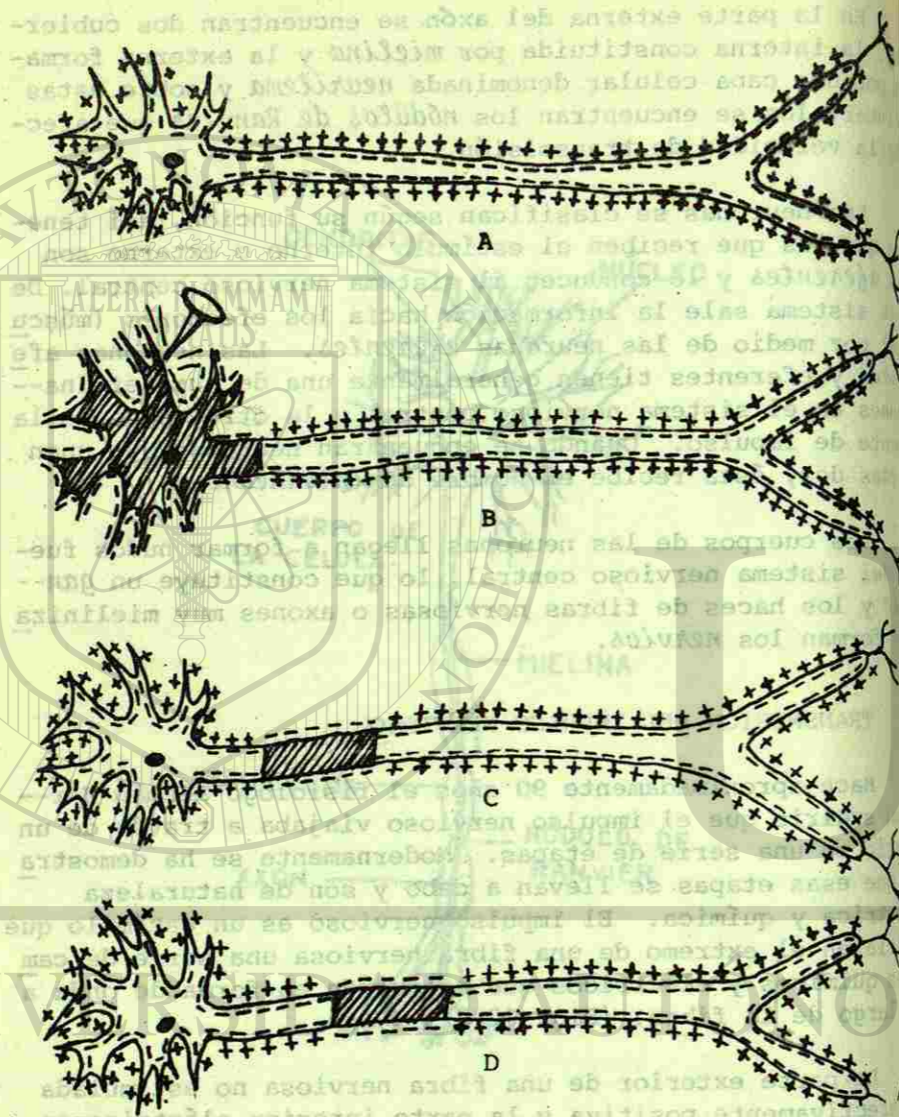


Fig. 12-2. (A) La parte exterior de una fibra nerviosa no estimulada es eléctricamente positiva y la parte interior eléctricamente negativa. (B) Cuando la fibra nerviosa es estimulada se invierte el estado eléctrico. (C) El impulso se mueve como una onda de cambios de cargas. (D) Después que ha pasado el impulso, el segmento estimulado vuelve a su estado original.

ble durante una pequeña fracción de segundo.

El impulso mínimo para que una célula reaccione se denomina *umbral*. La célula no percibe la intensidad del impulso, solamente lo percibe o *no*, y su reacción será igual a nivel de umbral o a gran intensidad. Esta forma de reacción de las células nerviosas se ha designado como la ley del *todo o nada*. La velocidad del impulso es la misma y mantiene la misma intensidad, lo que ocurre entonces para diferenciar un golpecito de un puñetazo es que las células responden mandando más impulsos en lugar de impulsos más intensos. Cuando va un impulso tras otro pasan a través de la *sinapsis*, o sea la unión de dos neuronas y generalmente después de que pasó el primero se le facilita más el segundo.

En la sinapsis se unen las ramificaciones del axón de una célula nerviosa con las dendritas de otra para transmitir un impulso, pero dejan un espacio entre célula y célula donde es liberada una sustancia que estimula a la otra o algún otro órgano (músculo, glándula, etc.). Esta sustancia liberada es la *acetilcolina*, que aunque se desconoce mucho de la forma como actúa sobre todo en la afección a los órganos es de vital importancia en la transmisión de los impulsos nerviosos. (Fig. 12-3).

a) Describa las partes de una neurona:

---



---



---

b) Explique la transmisión del impulso nervioso.

---



---



---

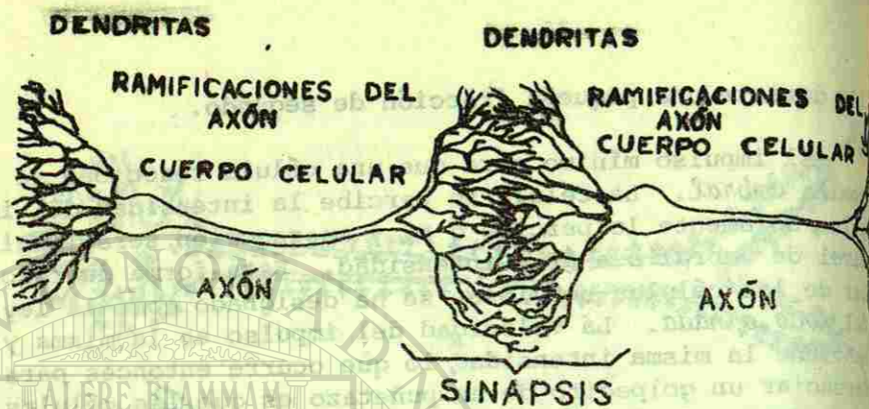
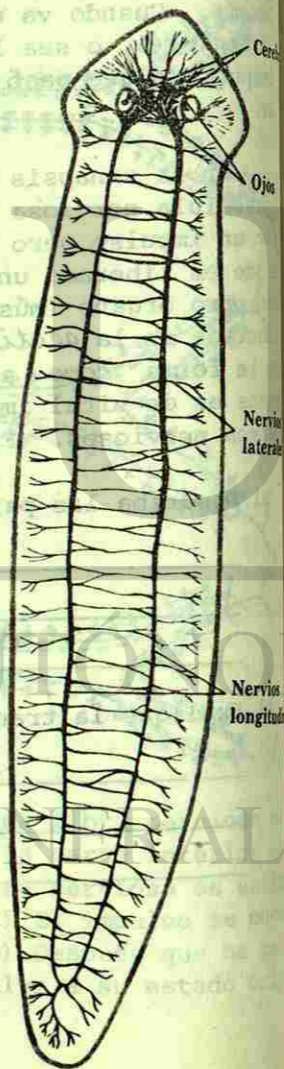


Fig. 12-3 Sinapsis.

Fig. 12-4. El sistema nervioso de la planaria. En el extremo anterior del animal se localiza lo que puede llamarse cerebro. A este se conectan células receptoras de los ojos o manchas oculares, sensibles a la luz, así como otras sensibles al roce, a la presión y a ciertas sustancias químicas.



## 12-2 SISTEMA NERVIOSO EN ALGUNOS ORGANISMOS:

### CELENTERADOS.

La hidra presenta una red de células nerviosas que se extiende por todo el cuerpo. No tiene una concentración de nervios ni área central de control.

En las medusas llegan a encontrarse receptores que forman órganos sensoriales muy desarrollados, como son las células sensitivas a la luz y órganos del equilibrio.

La red nerviosa de los celenterados transmiten un impulso y la sinapsis de las células nerviosas lo transmiten en todas direcciones y el impulso llega a todos los músculos y glándulas. En una anémona de mar si un tentáculo es excitado por una presa, todos los tentáculos se mueven con la intención de ayudar en su captura.

### PLANARIA.

En la planaria el sistema nervioso está más organizado pudiendo encontrar un sistema nervioso central y un sistema nervioso periférico. Se encuentra en la parte anterior una concentración de nervios o cerebro primitivo de donde parten los estímulos del resto del cuerpo.

El sistema nervioso central consta del cerebro y dos cordones nerviosos de posición ventral que llevan los impulsos nerviosos de un extremo al otro del animal.

De los cordones nerviosos centrales salen ramificaciones a todas partes del cuerpo, de modo que los impulsos se distribuyen más adecuadamente que en los celenterados. Estas ramificaciones forman el sistema nervioso periférico.

El sistema nervioso de las planarias hace que las reacciones sean regionales y no en el total del cuerpo como en la hidra. (Fig. 12-4).

### LOMBRIZ DE TIERRA.

En los anélidos el sistema nervioso es más complejo incluyendo sistema nervioso central y el sistema nervioso periférico. En el primero se incluyen receptores, ajustes y efectores.

El ganglio que forma el cerebro, como en planaria, localiza en la parte anterior del animal y el cordón nervioso (uno solo) es ventral.

Esta forma de sistema nervioso central hace factible la conducción en un solo sentido de los estímulos y el cerebro es capaz de discriminar ciertos estímulos, por ejemplo en la búsqueda de comida.

En cada segmento los anélidos tienen un ganglio que gobierna a los nervios de esa parte e independientemente del cerebro, de modo que si el animal se parte, cada sección sigue moviendo por separado.

a) Describir el Sistema Nervioso en:

1) Celentrados: \_\_\_\_\_

2) Planaria. \_\_\_\_\_

3) Lombriz de tierra. \_\_\_\_\_

### 12-3 REFLEJOS Y ARCOS REFLEJOS.

Nuestra actividad cotidiana está basada gran parte en reflejos, desde caminar, el evitar la molestia de obstáculos en el camino, evitar golpes o choques, la vista de la comida cerca de la hora de comer, etc. En todo esto nuestras reacciones son inmediatas y automáticas, no esperamos a chocar para sacarle la vuelta al obstáculo. Todas estas reacciones son reflejos o respuestas automáticas, innatas y estereotipadas y afectan a una sola parte del cuerpo, no a la totalidad. Los reflejos que son comunes a todo mundo desde el nacimiento se llaman *reflejos heredados* y los que se adquieren después de nacer, por experiencia, se conocen como *reflejos condicionados*.

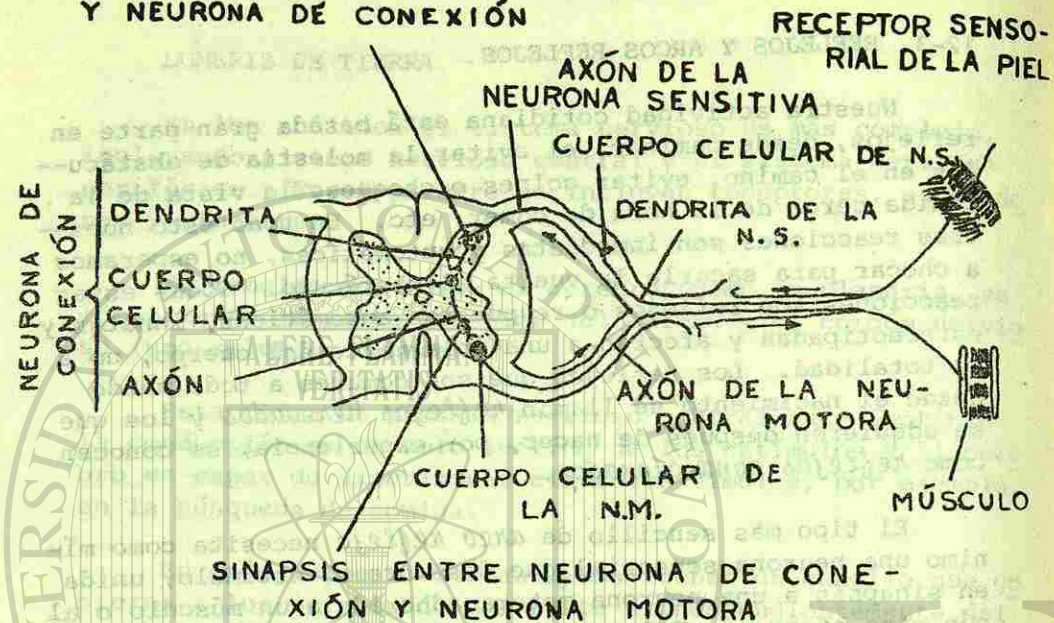
El tipo más sencillo de *arco reflejo* necesita como mínimo una neurona sensorial que descubre el estímulo, unida en sinapsis a una neurona motora adherida a un músculo o algún otro efector. Este arco reflejo es llamado también *monosimpático*, pues los hay donde intervienen una o más *interneuronas* entre la neurona sensorial y la motora. La clásica "sacudida de rodilla" es un *reflejo simple*, donde el estímulo de un receptor produce contracción en un músculo. Al golpear el tendón de la rótula, se estimulan los receptores y el impulso se extiende por el arco reflejo hasta la médula espinal, luego desciende y el músculo adherido al tendón se contrae, lo que produce una súbita extensión de la perna.

El arco reflejo varía en complejidad según el número de segmentos espinales afectados. Puede estar contenido en un solo segmento, pero los hay que requieren conexiones *interneuronales* entre dos segmentos o más de la médula espinal, por ejemplo, rascarse, enderezarse y los reflejos de locomoción, etc. (Fig. 12-5)

Describe el arco reflejo.



**SINAPSIS ENTRE NEURONA SENSITIVA Y NEURONA DE CONEXIÓN**



**SINAPSIS ENTRE NEURONA DE CONEXIÓN Y NEURONA MOTORA**

Fig. 12-5 El Arco reflejo.

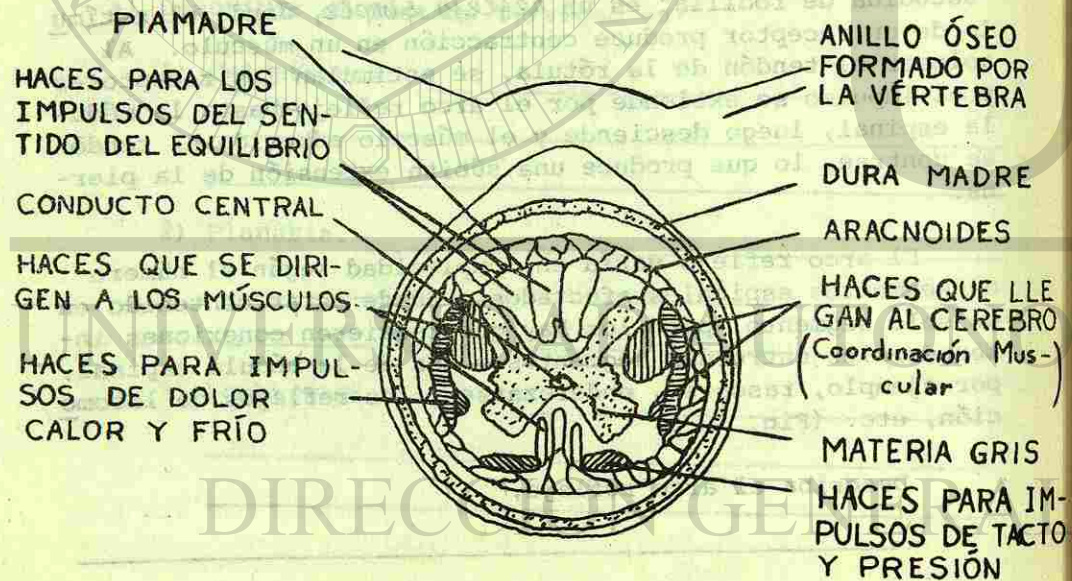


Fig. 12-6 Corte de Médula Espinal.

12-4 SISTEMA NERVIOSO CENTRAL.

La médula espinal tubular, rodeada y protegida por los arcos neurales de las vértebras, tiene dos funciones importantes: transmitir los impulsos que parten y llegan del encéfalo. Si se procede a seccionar la médula según un plano horizontal, aparecen con toda claridad dos regiones: una masa interna en forma de alas de mariposa de *substancia gris*, formada por cuerpos de neuronas, y otra externa de *substancia blanca* formada de haces de axones y dendritas. La blanca relativa de estos haces se debe a las vainas de mielina de las fibras; los extremos de axones y dendritas, que penetran en la *substancia gris* central, están desprovistos de vaina mielínica. Las "alas" de la *substancia gris* se dividen en dos cuernos anteriores y dos posteriores. Los primeros contienen los cuerpos de las neuronas motoras, cuyos axones van por los nervios raquídeos a los músculos. El resto de las neuronas de la médula espinal son de enlace.

Los axones y dendritas de la *substancia* o *materia blanca* se dividen en haces de función similar: las *vías ascendientes* llevan impulsos al encéfalo, en tanto las *vías descendientes* llevan impulsos desde el encéfalo hasta los efectores. Los neurólogos han estudiado cuidadosamente los síntomas de sujetos con enfermedad de la médula espinal y han establecido después la relación de los mismos con las vías cuya destrucción se comprobó al examinar en la autopsia el sistema nervioso del paciente. A partir de estas observaciones han confeccionado una especie de mapa de las funciones y localización de las diversas vías. Por ejemplo, los cordones posteriores transmiten impulsos originados en puntos sensibles de músculos, tendones y articulaciones, por medio de los cuales nos damos cuenta de la posición de las diversas partes del cuerpo. En fases avanzadas de la sífilis estos cordones pueden ser destruidos y el paciente no puede decir dónde están sus miembros si no los ve y, por lo mismo, debe estar mirando sus pies para poder andar.

Otro hecho curioso, todavía sin explicación satisfactoria, ha resultado de los mismos estudios topográficos: todas las fibras de la médula espinal se *entrecruzan* y pasan

de un lado al opuesto a determinada altura del trayecto, o sea en un punto intermedio entre el órgano sensible y el encéfalo o entre éste y un músculo. Así resulta que el lado derecho del cerebro gobierna el lado izquierdo del cuerpo, a la vez que recibe las impresiones de este mismo lado. Algunas fibras se entrecruzan a nivel de la médula, en tanto otras lo hacen en el encéfalo.

En el centro de la sustancia gris se encuentra un conducto estrecho, extendido a todo lo largo del tubo neural; este conducto está lleno de un líquido llamado *cefalorraquídeo*, similar al plasma, aunque con muchas menos proteínas. Tanto la médula como el encéfalo están envueltos por tres cubiertas de tejido conectivo, conocidas como *meninges*. La meningitis es una enfermedad consecutiva a la infección e inflamación de estas cubiertas. Una de ellas (*duramadre*) está fijada a los arcos óseos de las vértebras; otra (*piamadre*), se aplica a la superficie de la médula espinal, y la tercera (*aracnoides*) está entre las dos. Los espacios entre las meninges están ocupados también por líquido cefalorraquídeo, de manera que la médula y el encéfalo pueden decirse que flotan en el mismo y así se evita que los centros nerviosos reboten contra sus envolturas óseas como consecuencia de los movimientos. (Fig. 12-6)

Se llama *encéfalo* a la porción superior, dilatada, de la médula espinal. En el hombre esa dilatación es tan considerable que se pierde la semejanza de la médula espinal, pero en los animales inferiores esta relación es evidente. La anatomía íntima del encéfalo es compleja, pero nosotros únicamente consideraremos seis regiones principales: *bulbo*, *protuberancia*, *cerebelo*, *mesencéfalo*, *tálamo* y *cerebro*.

La porción más posterior del encéfalo, como continuidad de la médula, es el *bulbo*. A esta altura el canal central de la médula se dilata para formar el *cuarto ventrículo* (hay otros tres ventrículos en la intimidad del cerebro). El techo del cuarto ventrículo es delgado y contiene un amontonamiento de vasos sanguíneos que secretan parte del líquido cefalorraquídeo (el resto del mismo secreta por aglomeraciones vasculares semejantes en los cuatro ventrículos).

los). También en el techo del cuarto ventrículo se descubren tres diminutos orificios a través de los cuales el líquido pasa a los espacios meníngeos. Las paredes del bulbo son gruesas, formadas principalmente de troncos nerviosos comunicantes con las regiones superiores del cerebro. También en el bulbo se alojan agrupaciones de cuerpos celulares (*centros bulbares*) que regulan de modo reflejo la respiración, latido cardíaco, dilatación y constricción de los vasos, deglución y vómito.

Sobre el bulbo descansa el *cerebelo*, el cual consta de una parte central y dos hemisferios laterales, éstos últimos en forma de piña. Su superficie gris está compuesta de cuerpos de neuronas, debajo de la cual aparece una masa blanca de fibras de enlace entre el bulbo y las porciones superiores del cerebro.

Dispuesto en sentido transversal en la parte anterior del encéfalo, por debajo del cerebelo, se extiende un haz de fibras conocido como *protuberancia* o *punto de Varolio*, el cual propaga los impulsos de uno a otro de los hemisferios cerebelosos, lo que indica su función coordinadora de los movimientos musculares de ambos lados del cuerpo.

Delante del cerebelo y la protuberancia está el *mesencéfalo*, de gruesas paredes y un pequeño conducto central que es el cuarto ventrículo del bulbo al tercer ventrículo del tálamo. En esas paredes del mesencéfalo están alojados ciertos centros reflejos y los principales haces que se dirigen del tálamo al cerebro. En la parte superior del mesencéfalo se descubren cuatro protuberancias redondeadas, llamadas *tubérculos cuadrigéminos*, en los cuales hay centros para algunos reflejos visuales y auditivos; por ejemplo, la contracción pupilar a la luz y los movimientos auditivos de los perros al sonido. El mesencéfalo contiene asimismo aglomeraciones de neuronas que regulan el tono muscular y la postura.

A nivel del mesencéfalo el conducto central vuelve a dilatarse para formar el *tercer ventrículo*, cuyo techo como hemos dicho, está revestido de otra red vascular secretante

de líquido cefalorraquídeo. Las gruesas paredes del tercer ventrículo forman lo que se llama *tálamo*, centro de enlace de los impulsos sensitivos. Parece que el tálamo regula y coordina las manifestaciones externas de las emociones. Por lo mismo, si se estimula el tálamo puede provocarse un simulacro de ataque furioso en un gato, con todos los signos de extensión de garras, espalda arqueada y otros signos de enojo. Así que el estímulo cesa, toda manifestación desaparece.

El suelo del tercer ventrículo recibe el nombre de *hipotálamo*, y en él están dispuestos los centros que regulan la temperatura, apetito, equilibrio del agua y metabolismo de los hidratos de carbono y de las grasas, a la vez que la presión arterial y el sueño. Es curioso que la porción anterior del hipotálamo evita la elevación de la temperatura, en tanto la porción posterior impide su descenso. El hipotálamo regula ciertas funciones del lóbulo anterior de la hipófisis, como por ejemplo, la secreción de gonadotropinas. Produciendo "factores liberadores"; produce también las hormonas oxitocina y vasopresina, liberadas en el lóbulo posterior de la hipófisis.

Las porciones encefálicas consideradas hasta aquí son propias de la conducta automática, sin aprendizaje, que en principio es similar en todos los animales desde el pez hasta el hombre. En cambio, los *hemisferios cerebrales*, la parte anterior y mayor del encéfalo humano, tiene una función básicamente distinta que es la de dirigir la conducta aprendida. Los complejos fenómenos de la conciencia, inteligencia, memoria, discernimiento e interpretación de las sensaciones tienen su base fisiológica en las actividades de las neuronas de los hemisferios cerebrales. La importancia del cerebro en los distintos animales puede averiguarse por su extirpación experimental. La rana descerebrada se porta casi exactamente como una normal; una paloma a la que se extirpa la corteza del cerebro puede volar y balancearse en una percha, pero tiende a permanecer inmóvil durante horas; si se la excita vuelve al azar, sin precisión y no come al ofrecerle alimento. El perro al que se le quitó la corteza cerebral, anda y traga el alimento si se le pone en la boca, pero no presenta señales de miedo o excitación

ante cualquier circunstancia que normalmente daría esas reacciones. Algunos niños nacen a veces sin desarrollo de la corteza cerebral; estos seres, aunque conservan sus funciones vegetativas de respirar y deglutir, no pueden aprender nada ni hacer movimientos voluntarios. Afortunadamente suelen morir pronto después del nacimiento.

El cerebro contiene algo más de la mitad del total de los 10,000 millones de neuronas del sistema nervioso humano. Los hemisferios cerebrales crecen como exuberancias de la porción anterior del encéfalo, de modo que, en el hombre y otros mamíferos superiores, crecen en todas direcciones sobre el resto del encéfalo hasta cubrirlo. Cada hemisferio contiene una cavidad, que se conoce como *primero y segundo ventrículos*, respectivamente, cada uno conectado, *al tercero, situado en el tálamo*, por medio de un conducto. Estos dos ventrículos, igual que los que vimos antes, contienen un conglomerado de vasos sanguíneos que secretan líquido cefalorraquídeo. El cerebro está también compuesto de sustancias blanca y gris; esta última consta de haces de fibras y se encuentra en la parte interna, en tanto la gris forma la *corteza* del cerebro. Los vertebrados inferiores, con escasa sustancia gris, presentan cortezas lisas, pero en el hombre y otros mamíferos, la superficie de los hemisferios está formada por circunvoluciones. En esta forma las partes prominentes, separadas por surcos, dan más espacio para que se acomode la sustancia gris. La distribución de estas circunvoluciones es constante, incluso en seres humanos con diversos grados de inteligencia, de manera que forma una especie de topografía estudiada minuciosamente.

La experiencia ha confirmado que muchas funciones están topográficamente situadas en la corteza cerebral. Mediante la extirpación quirúrgica de ciertas porciones de la misma en animales de laboratorio, ha sido posible localizar exactamente muchas funciones. La observación de parálisis o pérdida de sensación en pacientes de tumores cerebrales o lesiones traumáticas, sobre todo si estas se pudieron estudiar en la autopsia, ha permitido también dar un plano funcional más o menos completo del encéfalo humano. En el curso de intervenciones sobre el cerebro los cirujanos han podido estimu--

lar eléctricamente algunas regiones y observar qué músculos se contraían; ya que la cirugía cerebral puede practicarse incluso con anestesia local, se ha podido preguntar al operado qué sentía al ser estimulado un punto particular. Es curioso que el cerebro no tenga terminaciones nerviosas para el dolor, de lo que resulta que el estímulo de la corteza no sea doloroso. Para estudiar la actividad cerebral basta medir y registrar los potenciales eléctricos u "ondas cerebrales" emitidas por varias partes del cerebro en actividad. (Fig. 12-7)

Al confrontar los datos logrados por diversos procedimientos, los investigadores han podido localizar muchas funciones cerebrales. En la parte posterior asienta el centro visual; su extirpación causa ceguera, en tanto su estímulo, incluso por un simple golpe recibido en la porción trasera de la cabeza, es motivo de una sensación luminosa. La eliminación unilateral de este centro causa ceguera de la mitad de cada uno de los ojos, pues los nervios destinados a cada lado se han dividido primero en dos haces y uno de ellos se entrecruza para ir a inervar el lado opuesto. El centro de la audición está situado a un lado del cerebro, sobre el oído, su estímulo mediante un golpe causa sensación sonora. Aunque la eliminación de ambas zonas auditivas causa sordera, la de una no quita la percepción de uno de los oídos, sino la disminución de la agudeza auditiva de ambos.

En sentido descendente, a cada lado de la corteza cerebral se reconoce con facilidad un surco profundo, llamado *cisura de Rolando*, la cual separa la zona motora (anterior) que gobierna la función de los músculos estriados, de la zona posterior en la que se reciben las sensaciones de calor, frío, tacto y presión, enviadas por los órganos del tacto de la piel. A los dos lados de la cisura hay la especialización de lugar: las neuronas de la porción cisural más elevada envían órdenes motoras a los pies; las envía inmediatamente por debajo, a la pierna y, bajando más, al muslo, abdomen y así sucesivamente hasta llegar a las más inferiores relacionadas con los músculos de la cara. El tamaño de la zona motora cerebral no es proporcional al volumen de los

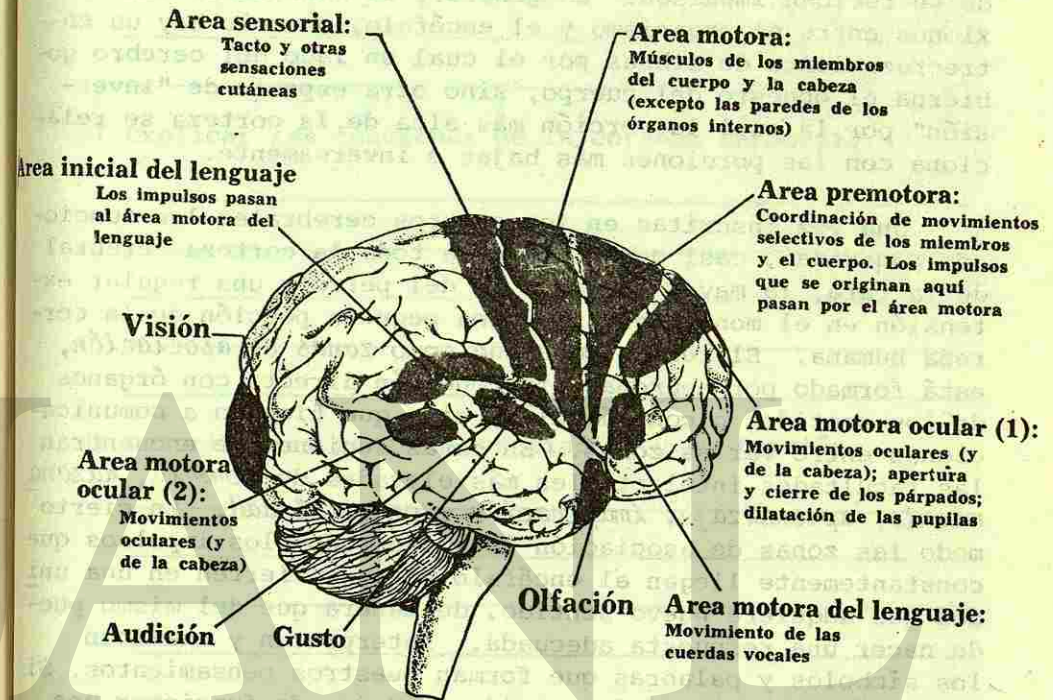


Figura 12-7. Algunas áreas funcionales del cerebro humano. ¿Qué supone que pasaría al estimular directamente alguna de estas áreas especializadas? Las regiones a las que no se les adjudican funciones especializadas, y que se muestran en blanco en el dibujo, parecen intervenir en procesos más complejos como el aprendizaje, la memoria, la asociación, etc., características de la inteligencia humana.

músculos, sino al primor y perfección de los movimientos, de manera que tanto la cara como la mano están gobernadas por zonas extensas. Hay relaciones similares entre la topografía de las regiones sensitivas y la parte de la piel de donde se reciben impulsos. En general, al considerar las conexiones entre el organismo y el encéfalo, no solo hay un entrecruzamiento de fibras por el cual un lado del cerebro gobierna el opuesto del cuerpo, sino otra especie de "inversión" por la cual la porción más alta de la corteza se relaciona con las porciones más bajas e inversamente.

Una vez inscritas en los centros cerebrales las funciones conocidas, casi queda cubierta toda la corteza cerebral de la rata, la mayor parte de la del perro y una regular extensión en el mono, pero solo una pequeña porción de la corteza humana. El resto, conocido como *zonas de asociación*, está formado por neuronas sin conexión directa con órganos de los sentidos o con músculos, sino que tienden a comunicaciones entre varias zonas. En estas regiones se encuentran las facultades intelectuales más elevadas de *memoria, razonamiento, aprendizaje, imaginación y personalidad*. En cierto modo las zonas de asociación integran todos los impulsos que constantemente llegan al encéfalo y se convierten en una unidad que adquiere nuevo sentido, de manera que del mismo puede nacer una respuesta adecuada. Interpretan y examinan los símbolos y palabras que forman nuestros pensamientos. Si por causa de enfermedad o accidente dejan de funcionar una o varias zonas de asociación, el resultado puede ser la *afasia*, en una de cuyas variedades se pierde la facultad de reconocer cierta clase de símbolos. Por ejemplo, pueden olvidarse los nombres de los objetos, aunque se recuerden y comprendan sus funciones.

a) Describir la médula espinal.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

b) Explicar la función del tálamo.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

c) Explicar las funciones de la corteza cerebral.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

d) Describa las zonas de asociación y su función.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

#### 12-5 SISTEMA NERVIOSO PERIFÉRICO.

Desde el encéfalo y médula salen pares de nervios craneales y raquídeos o espinales, los que se conectan a todos los efectores y receptores del organismo y así forman el llamado *sistema nervioso periférico*. Los troncos nerviosos tanto craneales como espinales, están formados de haces de fibras nerviosas (axones y dendritas). Los únicos cuerpos de células nerviosas presentes en el sistema nervioso periférico son las de las neuronas sensitivas, reunidos en agrupaciones llamadas *ganglios*, cerca del encéfalo o la médula, y ciertas neuronas motoras del sistema autónomo que se explicarán después.

NERVIOS CRANEALES. De diferentes porciones del encéfalo emergen 12 pares de nervios destinados principalmente a los órganos de los sentidos, a los músculos y a las glándulas de la cabeza. Los mismos 12 pares, distribuidos aproximadamente por los mismos órganos y tejidos, se encuentran en los vertebrados superiores, reptiles, aves y mamíferos, pero los peces y anfibios solo tienen los 10 primeros. Como todos los demás nervios, los craneales están formados de neuronas; algunos solo de neuronas sensitivas (pares I, II y VIII); otros casi exclusivamente de neuronas motoras (pares III, IV, VI, XI y XII). Uno de los nervios craneales más importantes es el *vago*, el cual forma parte del sistema autónomo e inerva los órganos internos del tórax y parte superior del abdomen.

NERVIOS RAQUÍDEOS. Todos los nervios raquídeos son mixtos, o sea componentes motores y sensitivos aproximadamente en cantidad igual. En el ser humano se originan a partir de la médula espinal en 31 pares simétricos, cada uno destinado a inervar los receptores y efectores de un segmento del cuerpo. Cada nervio sale de la médula en forma de dos raíces, las cuales se unen poco después para formar el tronco nervioso. Todas las neuronas sensitivas *entran* en la médula por la *raíz posterior*, en tanto las fibras motoras en su totalidad *medula* de la médula por la *raíz anterior*. Si se secciona la raíz posterior, el segmento del cuerpo inervado por este tronco sufre la pérdida completa de la sensibilidad sin parálisis de los músculos. Si se secciona la raíz anterior, por el contrario, hay parálisis, pero no se modifican las sensaciones de tacto, presión, temperatura, cinestesia y dolor. El tamaño de cada nervio raquídeo está en proporción al de la zona que inerva; el mayor en el hombre es uno de los pares destinados a las extremidades inferiores. Cada nervio raquídeo poco después de la unión de las dos raíces se divide en tres ramas: la *rama dorsal*, arborizada por la piel y los músculos del dorso; la *rama ventral*, para la piel y músculos de los costados y abdomen, y la *rama autónoma*, con destino a las vísceras.

a) Describa la función de los nervios craneales.

---

---

---

---

b) Describa la función de los nervios raquídeos.

---

---

---

---

#### 12-6 SISTEMA NERVIOSO AUTÓNOMO.

El corazón, pulmones, tubo digestivo y otros órganos internos están inervados por un sistema especial de nervios periféricos llamado colectivamente *sistema nervioso autónomo*, compuesto a su vez de dos partes: el *simpático* y el *para simpático*. Este sistema autónomo consta únicamente de nervios motores, y se diferencia del resto del sistema nervioso por diversos caracteres. El cerebro no tiene dominio voluntario sobre ellos, o sea que no podemos modificar a voluntad el ritmo cardíaco ni alterar la acción de los músculos del estómago o intestinos. Otro carácter importante del sistema autónomo es que cada víscera y órgano interno reciben una *doble* inervación, simpática y parasimpática, de función antagónica, pues si unos nervios aceleran la actividad de una parte, los otros la deprimen.

Aun otra particularidad del sistema autónomo es que los impulsos motores llegan al órgano efector desde el encéfalo o médula, no por una simple neurona, como en otros sectores del organismo, sino a través de *relevos* formados por dos o más neuronas. El cuerpo celular de la primera neurona de la cadena denominada *neurona preganglionar*, está loca

lizado en el encéfalo o médula espinal; el de la segunda neurona, *neurona postganglionar* se encuentra en un ganglio fuera del sistema nervioso central. Los cuerpos celulares de las neuronas postganglionares de los nervios simpáticos están próximos a la médula espinal, en tanto los del sistema parasimpático están próximos, o incluso en el interior de los órganos que inervan. Las fibras aferentes de los órganos internos entran al sistema nervioso central junto con las fibras somáticas.

**SISTEMA SIMPÁTICO.** El sistema simpático consta de fibras nerviosas cuyos cuerpos celulares preganglionares se disponen a lo largo de la materia gris en la porción lateral de la médula. Sus axones salen con las raíces anteriores de los nervios raquídeos junto con las neuronas motoras destinadas a los músculos estriados, pero después se separan para formar la rama autónoma en dirección del ganglio simpático. Estos ganglios se disponen a pares y en una cadena de 28, a cada lado de la médula, desde la porción cervical hasta el abdomen. En cada ganglio el cilindroeje de la neurona preganglionar forma sinapsis con las dendritas de la neurona postganglionar. El cuerpo de esta neurona está situado dentro del ganglio, pero su cilindroeje penetra en el órgano visceral al que está destinado. (Fig. 12-8).

Además de las fibras que van de cada nervio raquídeo al ganglio correspondiente, hay las que conectan un ganglio correspondiente, hay las que conectan un ganglio con otro. Los axones de algunas de las neuronas postganglionares regresan del ganglio simpático por el nervio raquídeo, e inervan las glándulas sudoríparas, los músculos erectores del pelo y los músculos de las paredes vasculares. Los axones de otras neuronas postganglionares pasan de los ganglios de la región cervical a las glándulas salivales y al iris. Las neuronas sensoriales (fibras) que inervan los órganos servidos por el sistema nervioso autónomo están situadas dentro de los mismos troncos nerviosos que las neuronas motoras, pero penetran en la médula espinal por la raíz dorsal junto con otros nervios sensoriales del sistema no autónomo.

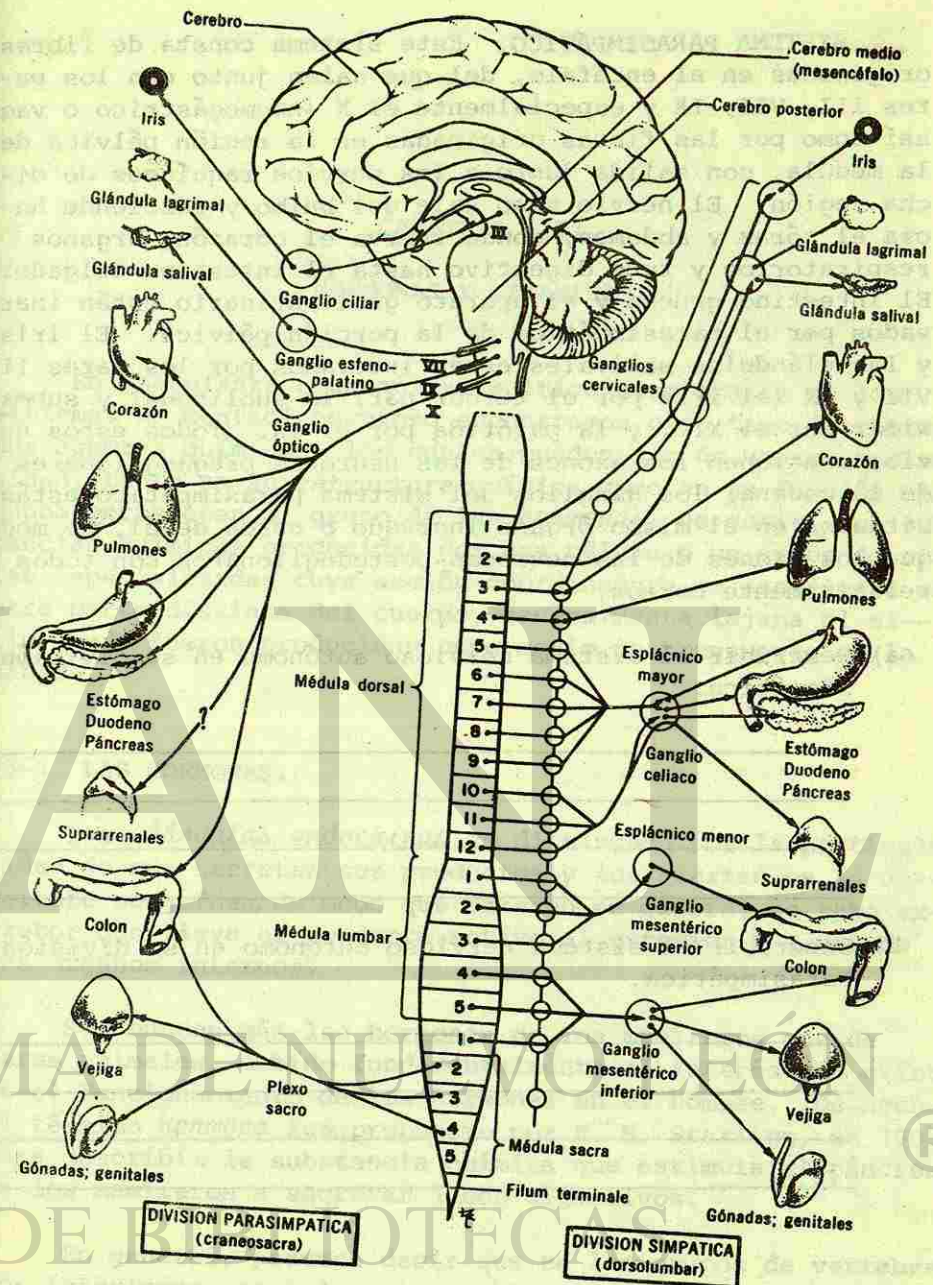


Figura 12-8. Esquema del sistema nervioso autónomo. El parasimpático está representado a la izquierda y el simpático a la derecha. Los números romanos corresponden a los pares craneales.

**SISTEMA PARASIMPÁTICO.** Este sistema consta de fibras originadas en el encéfalo, del que salen junto con los pares III, VII, IX y especialmente el X (neumogástrico o vago), así como por las fibras originadas en la región pélvica de la médula, con salida junto a los nervios raquídeos de dicha región. El nervio vago sale del bulbo y desciende hacia el tórax y abdomen, donde inerva el corazón, órganos respiratorios y tubo digestivo hasta el intestino delgado. El intestino grueso y el aparato genitourinario están inervados por el parasimpático de la porción pélvica. El iris y las glándulas salivales están inervados por los pares II, VII y IX (el iris por el tercer par; la sublingual y submaxilar por el XII, y la parótida por el IX. Todos estos nervios contienen los axones de las neuronas preganglionares de la cadena; los ganglios del sistema parasimpático están situados en el mismo órgano inervado o cerca de él, de modo que los axones de las neuronas postganglionares son todos relativamente cortos.

a) Describir el sistema nervioso autónomo en su división Simpática.

---

---

---

---

---

b) Describir el sistema nervioso autónomo en su división Parasimpática.

---

---

---

---

---

CAPÍTULO XIII.

HORMONAS Y VITAMINAS.

En una planta o un animal multicelular aparte de los sistemas de control nervioso encontramos otro tipo de control por agentes químicos; los cuales pueden ser de una gran diversidad, tanto en su estructura química como en su función. Algunos pertenecen al grupo de las *hormonas*, es decir, son sustancias químicas producidas por una célula o un grupo de células especializadas cuya acción coordinadora se manifiesta en otra parte distinta del cuerpo, generalmente lejana al sitio donde fueron producidas cuyo medio de transporte es la sangre.

13-1 LAS HORMONAS.

Las *glándulas endocrinas* se distinguen por la particularidad de que secretan sus productos y los vierten en la corriente sanguínea, de modo que carecen en general de tubo excretor que lleve el producto activo al exterior o a uno de los órganos internos.

Se conocen más las hormonas de los mamíferos que de otros animales, debido fundamentalmente al interés que existe en el funcionamiento de las hormonas en el hombre. De hecho el término *hormona* fue propuesto por E. H. Starling, en 1905, para describir la sustancia química que estimula al páncreas de los mamíferos a secretar jugos digestivos.

En general, podemos decir que en los grupos de vertebrados inferiores, como los peces, hay menos órganos endocrinos (estructuras productoras de hormonas) bien definidos, que en las aves o en los mamíferos. Sin embargo, la importancia



**SISTEMA PARASIMPÁTICO.** Este sistema consta de fibras originadas en el encéfalo, del que salen junto con los pares III, VII, IX y especialmente el X (neumogástrico o vago), así como por las fibras originadas en la región pélvica de la médula, con salida junto a los nervios raquídeos de dicha región. El nervio vago sale del bulbo y desciende hacia el tórax y abdomen, donde inerva el corazón, órganos respiratorios y tubo digestivo hasta el intestino delgado. El intestino grueso y el aparato genitourinario están inervados por el parasimpático de la porción pélvica. El iris y las glándulas salivales están inervados por los pares II, VII y IX (el iris por el tercer par; la sublingual y submaxilar por el XII, y la parótida por el IX. Todos estos nervios contienen los axones de las neuronas preganglionares de la cadena; los ganglios del sistema parasimpático están situados en el mismo órgano inervado o cerca de él, de modo que los axones de las neuronas postganglionares son todos relativamente cortos.

a) Describir el sistema nervioso autónomo en su división Simpática.

---

---

---

---

---

b) Describir el sistema nervioso autónomo en su división Parasimpática.

---

---

---

---

---

CAPÍTULO XIII.

HORMONAS Y VITAMINAS.

En una planta o un animal multicelular aparte de los sistemas de control nervioso encontramos otro tipo de control por agentes químicos; los cuales pueden ser de una gran diversidad, tanto en su estructura química como en su función. Algunos pertenecen al grupo de las *hormonas*, es decir, son sustancias químicas producidas por una célula o un grupo de células especializadas cuya acción coordinadora se manifiesta en otra parte distinta del cuerpo, generalmente lejana al sitio donde fueron producidas cuyo medio de transporte es la sangre.

13-1 LAS HORMONAS.

Las *glándulas endocrinas* se distinguen por la particularidad de que secretan sus productos y los vierten en la corriente sanguínea, de modo que carecen en general de tubo excretor que lleve el producto activo al exterior o a uno de los órganos internos.

Se conocen más las hormonas de los mamíferos que de otros animales, debido fundamentalmente al interés que existe en el funcionamiento de las hormonas en el hombre. De hecho el término *hormona* fue propuesto por E. H. Starling, en 1905, para describir la sustancia química que estimula al páncreas de los mamíferos a secretar jugos digestivos.

En general, podemos decir que en los grupos de vertebrados inferiores, como los peces, hay menos órganos endocrinos (estructuras productoras de hormonas) bien definidos, que en las aves o en los mamíferos. Sin embargo, la importancia

funcional de las hormonas puede ser igualmente grande en todos los grupos.

A pesar de que desde hace mucho tiempo los biólogos sospechaban que numerosas actividades de los invertebrados, como la muda, la coloración y el comportamiento relativo a la reproducción, eran controladas por hormonas, sólo en fecha reciente se ha verificado la existencia de tales hormonas y los sitios en que se producen. Los investigadores han descubierto tejidos endocrinos y hormonas en varios insectos y crustáceos, e igualmente han observado actividad hormonal en anélidos, moluscos, equinodermos y cefalópodos.

La técnica clásica para el estudio de una hormona consiste en extirpar la glándula que se sospecha la produce y observar qué función específica del organismo cesa. Esta función debe restaurarse con la administración de un extracto de los tejidos removidos. Por otra parte la aplicación de este extracto a animales debe producir efectos distintos y con frecuencia opuestos a los ocasionados con la extirpación de la glándula. Con el ejemplo siguiente, comprendemos mejor estas técnicas.

Los cangrejos deben despojarse periódicamente de la cubierta dura que los recubre, conocida como exoesqueleto, para permitir el crecimiento del animal. Esta muda, llamada *ecdisis*, es controlada por dos hormonas (fig. 13-1): la ecdisona, producida por la glándula del órgano "Y", que ocasiona una compleja serie de eventos que acompañan a la verdadera muda, y la *hormona inhibidora de la muda* (HIM), producida por la glándula del órgano "X", que inhibe la producción de ecdisona. Bajo condiciones normales, la HIM se produce durante el período de crecimiento. Cuando la época de muda se aproxima, la secreción de HIM disminuye, terminando con ello la inhibición de la producción de ecdisona. Esta última hormona es secretada por el órgano "Y" hacia el fluido corporal y a medida que su concentración aumenta, ocasiona la pérdida del exoesqueleto del cangrejo.

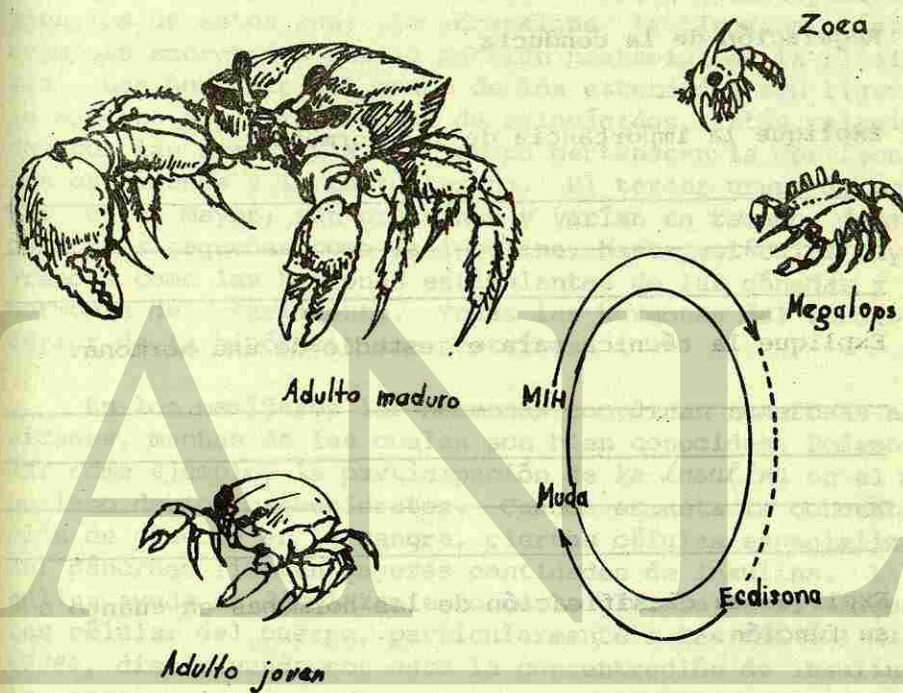


Fig. 13-1. Ciclo de Muda (Ecdisis) en el cangrejo.

En general las funciones principales de las hormonas se pueden clasificar de la siguiente manera:

1.- Regulación del medio interno de los organismos, (como regulación de fluidos internos y secreción de otras hormonas).

2.- Regulación de los ciclos de reproducción.

3.- Regulación de la conducta.

a) Explique la importancia de las hormonas.

---

---

---

---

b) Explique la técnica para el estudio de una hormona.

---

---

---

---

c) Explique la clasificación de las hormonas en cuanto a su función.

---

---

---

---

### 13-2 HORMONAS DE LOS VERTEBRADOS.

La estructura química de las hormonas de los vertebrados es muy variable. Existen tres grupos generales. Las hormonas más simples están constituidas por aminoácidos modificados por grupos pequeños de aminoácidos (polipéptidos). Ejemplos de éstos son: la adrenalina, la tiroxina y las hormonas secretadas por la porción posterior de la pituitaria. Las hormonas del grupo de los esteroides son ligeramente mayores que las hormonas de aminoácidos, están relacionadas con las grasas y a este grupo pertenecen la cortisona, los estrógenos y la testosterona. El tercer grupo de hormonas es el mayor; son proteínas y varían en tamaño, desde moléculas pequeñas como la insulina, hasta moléculas muy grandes como las hormonas estimulantes de las gónadas y las hormonas del crecimiento. Todas las hormonas del lóbulo anterior de la hipófisis son proteínas.

En los mamíferos las hormonas coordinan numerosas actividades, muchas de las cuales son bien conocidas. Podemos dar como ejemplo, la participación de la *insulina* en el metabolismo de los carbohidratos. Cuando aumenta la concentración de glucosa en la sangre, ciertas células especializadas del páncreas liberan mayores cantidades de insulina. La insulina ayuda al desplazamiento de la glucosa de la sangre a las células del cuerpo, particularmente a las *células musculares*, disminuyendo con esto la concentración de insulina en la sangre.

Otros tipos de actividades coordinadas por hormonas involucran a muchos órganos y mecanismos separados. Una de éstas es la reproducción, en la que participan tres sitios diferentes: las gónadas, la pituitaria y el cerebro; los tres secretando hormonas que controlan al mismo fenómeno.

Muchas de las cosas que asociamos con la reproducción resultan de las hormonas producidas por las gónadas. Por ejemplo, en un vertebrado macho los testículos producen andrógenos -hormonas sexuales masculinas- que son liberados hacia el torrente sanguíneo. Estas hormonas determinan el

desarrollo de las estructuras típicas masculinas, la forma del cuerpo, la coloración, así como los patrones de conducta masculina de las especies. Esto es, no solamente controlan la reproducción sino también las características sexuales secundarias.

Los andrógenos también afectan a algunas células del cerebro de la región llamada hipotálamo. Estas células nerviosas producen una hormona (una neurosecreción), a la cual solamente se le conoce una función: estimular las células de la porción anterior de la glándula pituitaria que producen las hormonas gonadotrópicas (hormonas estimulantes de las gónadas). Estas hormonas estimulan a los testículos a producir espermatozoides y andrógenos. Los andrógenos a su vez inhiben la actividad de las células del hipotálamo, completándose así el ciclo de acción.

Sabemos, sin embargo, que el nivel de hormonas que participan en la reproducción no es siempre el mismo, sino que generalmente hay dos niveles que corresponden a otros tantos períodos, uno durante el cual se efectúa la reproducción y otro cuando las estructuras reproductoras permanecen inactivas. ¿Cómo es que funciona este sistema controlador de la reproducción (hipotálamo-pituitaria anterior-gónada) estimulando la actividad en ciertas épocas e inhibiéndola en otras?

A este respecto hay excelentes trabajos sobre la iniciación del apareamiento en los pájaros. Los experimentos hechos en 1920 por W. Rowan mostraron que el desarrollo de las gónadas y la conducta de celo en las aves son estimulados por la exposición diaria a mayor número de horas de luz. Desde entonces y por experimentos realizados por muchos biólogos, se ha podido demostrar que el aumento en la longitud del día es detectado por receptores en la retina del ojo. A través de algún camino nervioso desconocido, el nervio impulsado por la retina estimula la actividad de las células neurosecretoras del hipotálamo. Estas a su vez determinan la liberación de hormonas gonadotrópicas. Así tenemos que el factor que inicia todo el ciclo de las actividades reproductoras es el aumento de horas de luz solar en un día.

a) Describe los tres grupos principales de hormonas en cuanto a su estructura química.

---

---

---

b) Explicar la función coordinadora de las hormonas sexuales.

---

---

---

### 13-3 HORMONAS EN LOS INSECTOS.

Entre las hormonas de los invertebrados las que se conocen mejor son las de los insectos, entre las que se incluyen la *ecdisona* y la *hormona juvenil*.

La *ecdisona* influye en el crecimiento vital y en el proceso de muda o ecdisis de los insectos, en la misma forma que lo hacen los cangrejos. El análisis químico indica que es un esteroide, por lo que está relacionada con un grupo importante de hormonas de los vertebrados.

El conocimiento del modo de acción de la *ecdisona* es el aspecto más significativo de su estudio; cuando se aplica *ecdisona* a los cromosomas gigantes que se localizan en las células salivares de muchas larvas de insectos; poco tiempo después pueden localizarse en estos cromosomas las "expansiones" que les son características. Además, se sabe que el tamaño de las áreas de expansión es proporcional a la dosis de *ecdisona*. Estudios posteriores han mostrado que la síntesis de RNA y de proteínas es más rápida en estas áreas. Con base

en estos conocimientos se ha elaborado una hipótesis muy interesante: la ecdisona actúa directamente sobre los cromosomas activando a un gene o a un grupo de genes que a su vez dirige a la síntesis de enzimas que participan en la ecdisis. Si ésta fuese el verdadero mecanismo de acción y fuese también el de otras hormonas, tendríamos la respuesta a una de las interrogantes más grandes de la biología contemporánea: ¿qué controla la actividad de los genes? Pero no hay que olvidar que lo anterior es solo una hipótesis y que existen otras alternativas para explicar las expansiones en los cromosomas. Existen diferentes sustancias químicas, entre las que se encuentran los narcóticos y ciertos iones, que causan patrones de expansión idénticos a los producidos por la ecdisona, aun cuando no inducen la muda.

La *hormona juvenil* es producida por un par de cuerpos pequeños que se localizan en el cerebro de los insectos; como la ecdisona, también participa en el control del crecimiento. Su función específica es la de conservar al insecto en estado larvario durante cierto número de mudas. Por ejemplo, el gusano de seda muda cuatro o cinco veces antes de hacerse ninfa y la hormona juvenil mantiene al insecto en estado larvario hasta la última muda.

Químicamente la hormona juvenil está relacionada con los esteroides. Un hecho interesante, por lo que se refiere a su estructura, consiste en que hay muchas sustancias que mimetizan su actividad biológica. Utilizando pruebas biológicas se ha determinado actividad de hormona juvenil en muchos extractos tisulares provenientes de numerosos invertebrados, vertebrados, plantas y microorganismo.

a) Explique la función de la ecdisona.

---

---

---

b) Explique la función de la hormona juvenil.

---

---

---

---

#### 13-4 HORMONAS DE LOS VEGETALES.

\* El crecimiento de las plantas y la especialidad de sus estructuras están controlados por sustancias químicas llamadas hormonas vegetales. Presentan varias diferencias con las hormonas típicas de los animales. Son producidas por células, nunca por glándulas, y pasan de célula a célula, no a través de los tejidos vasculares de la planta. Además, sus efectos son más generalizados que los efectos localizados y altamente específicos de las hormonas animales.

Estas discrepancias son ilustradas en forma notable por las hormonas que influyen en el crecimiento y la diferenciación celular de las plantas. En general se reconocen tres tipos distintos: *las auxinas, las giberelinas y las citocininas*, que se distinguen fácilmente por su estructura química. Las funciones de estas hormonas en algunas ocasiones se sobrepone, en otras hay cooperación y a veces hasta son antagónicas. Esta situación hace difícil una diferenciación funcional.

**Auxinas.**— Son las hormonas vegetales mejor conocidas. Se originan en los ápices de los tallos y en general regulan su crecimiento.

Cuando se corta el ápice de un tallo, la planta deja de crecer. La reposición del ápice sobre el tallo cortado, o de un bloque de agar sobre el cual se ha dejado reposar al ápice, permite que el crecimiento continúe (fig. 13-2). Un ápice colocado en forma invertida sobre el agar no tiene efecto, debido a que la hormona se desplaza en un solo sentido, alejándose del ápice, independiente de la orientación de

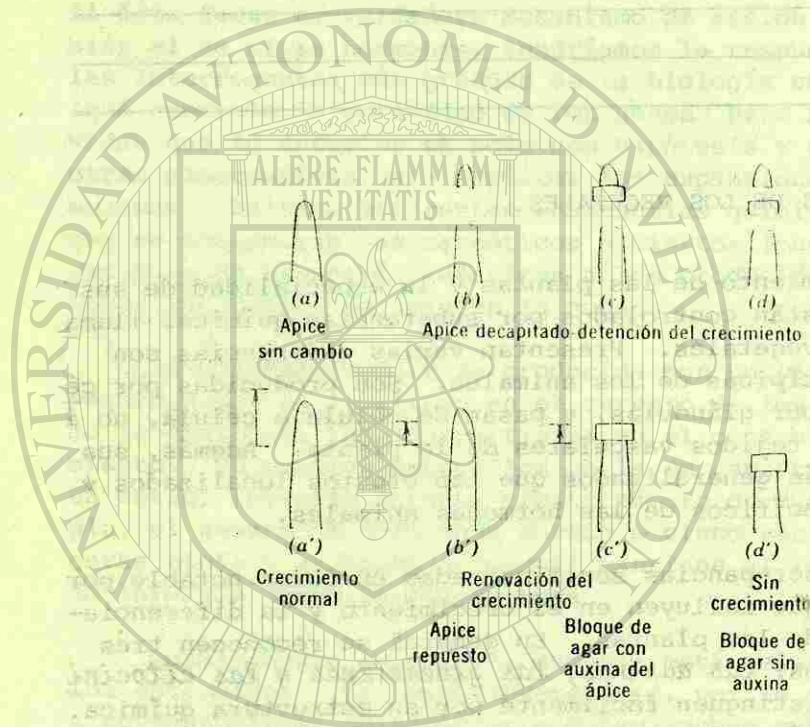


Fig. 13-2. Experimentos que demuestran la presencia de auxinas en los ápices de los tallos.

éste. Analizando por métodos cromatográficos el ápice del tallo se ha podido demostrar la existencia de varias auxinas. También se conocen muchas auxinas sintéticas, es decir, sustancias químicas que estimulan el crecimiento de las plantas, las que se utilizan comercialmente. La más conocida es el 2, 4-D, que se emplea como herbicida. En concentraciones adecuadas el 2, 4-D mata a las plantas de hojas anchas en vez de estimular su crecimiento.

Normalmente las auxinas funcionan controlando la elongación y la proliferación celular, y por interacción con otras hormonas coordinan el crecimiento general de la planta. Sin embargo, como todas las hormonas vegetales que se conocen, presentan diferentes efectos en diversos órganos de la planta. Una concentración de auxinas suficientemente alta para causar máximo crecimiento en los tallos, es a su vez lo suficientemente alta para inhibir el crecimiento de las raíces. Cuando consideramos los movimientos naturales del crecimiento de las plantas (tropismos) encontramos que estas variaciones son en verdad adaptaciones.

Las plantas responden a estímulos, como la luz o la gravedad, creciendo hacia ellos o en sentido contrario. Por ejemplo, el tallo de una planta puesto en posición horizontal crecerá rápidamente hacia arriba en dirección contraria a la gravedad, a diferencia de las raíces que crecerán hacia abajo. En este momento habrá más auxina en la porción lateral más próxima al suelo, tanto en el tallo como en las raíces. Los tallos crecen hacia la fuente luminosa y las raíces en sentido contrario. La auxina se encuentra en mayor concentración en la porción de los órganos no expuesta a luz. En todos estos patrones de crecimiento por tropismos, un lado del órgano crece más rápidamente que el otro. Una concentración alta de auxina que aumenta el crecimiento de un lado del tallo, disminuye el crecimiento de la raíz en el mismo lado.

Actualmente las auxinas naturales y sintéticas tienen diversas aplicaciones en horticultura. Algunas se utilizan para promover la formación de raíces en los segmentos de tallos que se utilizan para propagar ciertas plantas. Por

ejemplo, los segmentos de tallo de limoneros o de camelias forman raíces más rápidamente si se sumergen en auxinas. Los cítricos y los manzanos rociados con auxinas retienen sus frutos durante un mayor tiempo. La aspersion con auxinas sobre las flores de tomates, pepinos, melones y otras plantas da por resultado frutos sin semillas. Es posible inducir con auxinas la floración y formación simultánea de frutos en las piñas, simplificándose con esto los procesos de cosecha.

**Giberelinas.**- Este grupo de hormonas se encontró originalmente en un hongo que infecta al arroz y causa en él un alargamiento anormal. Con frecuencia la aplicación en otras plantas de extractos que contienen la hormona determina patrones de crecimiento diferentes a los usuales. Por ejemplo, las coles pueden crecer hasta una altura de 1.80 m y las plantas de frijol pueden adquirir hábitos trepadores. Las giberelinas también estimulan el crecimiento de ciertas variedades enanas, hasta alcanzar el tamaño de las variedades normales. todos estos patrones de crecimiento anormal son el resultado de un incremento en el alargamiento del tallo.

En la actualidad se sabe que las giberelinas son constituyentes normales de las plantas, encontrándose en cantidades muy inferiores a las que se utilizan en los experimentos descritos anteriormente. Hay evidencias que indican que estas hormonas inducen la germinación de semillas, estimulan la síntesis de auxinas, promueven el crecimiento de raíces en las plántulas e interactúan con otras hormonas para la regulación del crecimiento general de la planta.

**Citocininas.**- Son hormonas que aceleran la división celular y la diferenciación de los tejidos vegetales. Se sospechó su existencia cuando el agua de coco se hizo indispensable en el cultivo de tejidos vegetales. Finalmente se descubrió que son derivados de las purinas y pirimidinas. Se han encontrado en el agua de coco, en las semillas y en la savia, pero en concentraciones pequeñísimas. Existe mucho interés biológico en estas sustancias inductoras de la mitosis y de la diferenciación, porque están relacionadas con los componentes del DNA y del RNA. Existe la posibilidad de

Hormonas	Origen	Efecto fisiológico
Tiroxina	Glándula tiroidea	Aumenta el metabolismo basal
Parathormona	Glándulas paratiroides	Regula el metabolismo del calcio y del fósforo
Calcitonina	Cuerpo ultimobranciales	Antagonista de la parathormona
Insulina	Células beta de los islotes de Langerhans	Aumenta la utilización de la glucosa por el músculo y otros tejidos; reduce la concentración del azúcar en la sangre; aumenta los depósitos del glucógeno y el metabolismo de la glucosa.
Glucagon	Células alfa de los islotes de Langerhans	Estimula conversión del glucógeno hepático en glucosa de la sangre
Secretina	Mucosa duodenal	Estimula la secreción del jugo pancreático
Adrenalina	Médula suprarrenal	Refuerza la acción del sistema simpático; estimula la desintegración del glucógeno hepático y muscular.
Colecistocinina	Mucosa duodenal	Estimula la secreción de la bilis por la vesícula biliar
Noradrenalina	Médula suprarrenal	Constriñe los vasos arteriales
Cortisol	Corteza suprarrenal	Estimula la conversión de las proteínas en hidratos de carbono

Hormonas	Origen	Efecto fisiológico
Aldosterona	Corteza suprarrenal	Regula el metabolismo del sodio y el potasio.
Dihidroepiandrosterona.	Corteza suprarrenal	Es un andrógeno; estimula el desarrollo de los caracteres sexuales masculinos.
Hormona del crecimiento.	Hipófisis anterior.	Por lo huesos, regula el crecimiento; modifica el metabolismo de grasas, proteínas e hidratos de carbono.
Titotropina	Hipófisis anterior	Estimula el tiroideas y la producción de tiroxina.
Adrenocorticotropina (ACTH)	Hipófisis anterior	Estimula la producción de hormonas de la corteza suprarrenal.
Hormona estimulante folicular (FSH)	Hipófisis anterior	Estimula la formación del folículo de De Graaf del ovario y de los túbulos seminíferos del testículo.
Hormona luteinizante (LH)	Hipófisis anterior	Regula la producción y liberación de estrógenos y progesterona por el ovario y de testosterona por el testículo.
Prolactina (LTH)	Hipófisis anterior	Mantiene la secreción de estrógenos y progesterona por el ovario; estimula la producción de leche. Influye en el "Instinto materno".
Oxitocina	Hipotálamo (por vía hipofisis posterior)	Estimula las contracciones de los músculos uterinos y la secreción de leche.

Hormonas	Origen	Efecto fisiológico
Vasopresina	Hipotálamo (por vía hipofisis posterior)	Estimula la contracción de los músculos lisos; acción antidiurética sobre los túbulos del riñón.
Hormona estimuladora de melanocitos	Lóbulo anterior de la hipofisis	Estimula la dispersión de pigmento en los cromatóforos
Testosterona	Células intersticiales del testículo	Andrógenos; estimula y mantiene los caracteres sexuales masculinos.
Estradiol	Células que revisten el folículo ovárico	Estrógeno; estimula y mantiene los caracteres sexuales femeninos.
Progesterona	Cuerpo lúteo del ovario	Junto con el estradiol, regula los ciclos estruales o menstruales.
Prostaglandinas	Vesícula seminal	Estimula las contracciones uterinas.
Gonadotropina coriónica	Placenta	Junto con otras hormonas, mantiene la continuidad del embarazo.
Lactógeno placentario	Placenta	Produce efectos semejantes a los de la prolactina y la hormona del crecimiento.
Relaxina	Ovario y placenta	Relaja los ligamentos pélvicos.
Melatonina	Glándula pineal	Inhibe la función ovárica.



que sean productos de degradación de los ácidos nucleicos.

Para concluir nuestra exposición de las hormonas vegetales, debemos mencionar que muchas plantas secretan al medio ambiente sustancias que influyen sobre otros organismos. Estos agentes químicos varían desde los productos de flores y frutos que atraen a los insectos, hasta los que mimetizan a la hormona juvenil de los insectos, descrita anteriormente. Algunas plantas como el "acahual" inhiben el crecimiento de plantas a su derredor, disminuyendo la competencia por los nutrimentos necesarios. El material fitotóxico producido por las hojas de estas plantas llega al suelo con la lluvia o por la caída de las hojas. A diferencia de otras sustancias fitotóxicas, ésta no inhibe el crecimiento de su propia especie.

a) Explique la función de las auxinas.

---

---

---

---

---

b) Explique la función de las giberelinas.

---

---

---

---

---

c) Explique la función de las citocinas.

---

---

---

---

---

### 13-5 SISTEMA ENDOCRINO DEL HOMBRE.

La situación de las glándulas del cuerpo humano que secretan hormonas se muestra en la figura (13-3). El origen y los principales efectos fisiológicos de las hormonas más importantes del hombre se resumen en el cuadro 13-1.

Las *tiroides* son un par de glándulas situadas en el cuello, unidas por un estrecho istmo de tejido situado delante de la tráquea, inmediatamente debajo de la laringe. Las tiroides constan de grupos de células epiteliales cuboides dispuestas en folículos, esferas huecas de una célula de espesor. La cavidad de la esfera contiene un coloide gelatinoso, secretado por las células epiteliales.

El efecto fundamental de la tiroxina es acelerar los procesos oxidativos liberadores de energía en todos los tejidos corporales.

La extirpación del tiroides en un animal joven provoca disminución del crecimiento, retraso del desarrollo mental y demora o disminución del desarrollo de los genitales.

Las *paratiroides* son cuatro masas de tejido del tamaño de un guisante pequeño, adheridas a la sustancia de la glándula tiroides o dispersas en ella. Las células de las paratiroides están dispuestas en una masa compacta y no en folículos como las de la tiroides.

Dispersas entre las células acinarse del páncreas que secretan las enzimas digestivas hay un millón o más de islas de tejido endocrino llamadas *islas de Langerhans*. Estas contienen dos tipos de células que pueden distinguirse fácilmente en los cortes histológicos. Las células  $\beta$  secretan insulina y las células  $\alpha$  secretan glucagon.

Los pares de *glándulas adrenales* situados en el extremo superior de cada riñón son combinaciones de dos glándulas totalmente independientes; la médula adrenal secreta adrenalina y noradrenalina, y la corteza adrenal secreta los esteroi

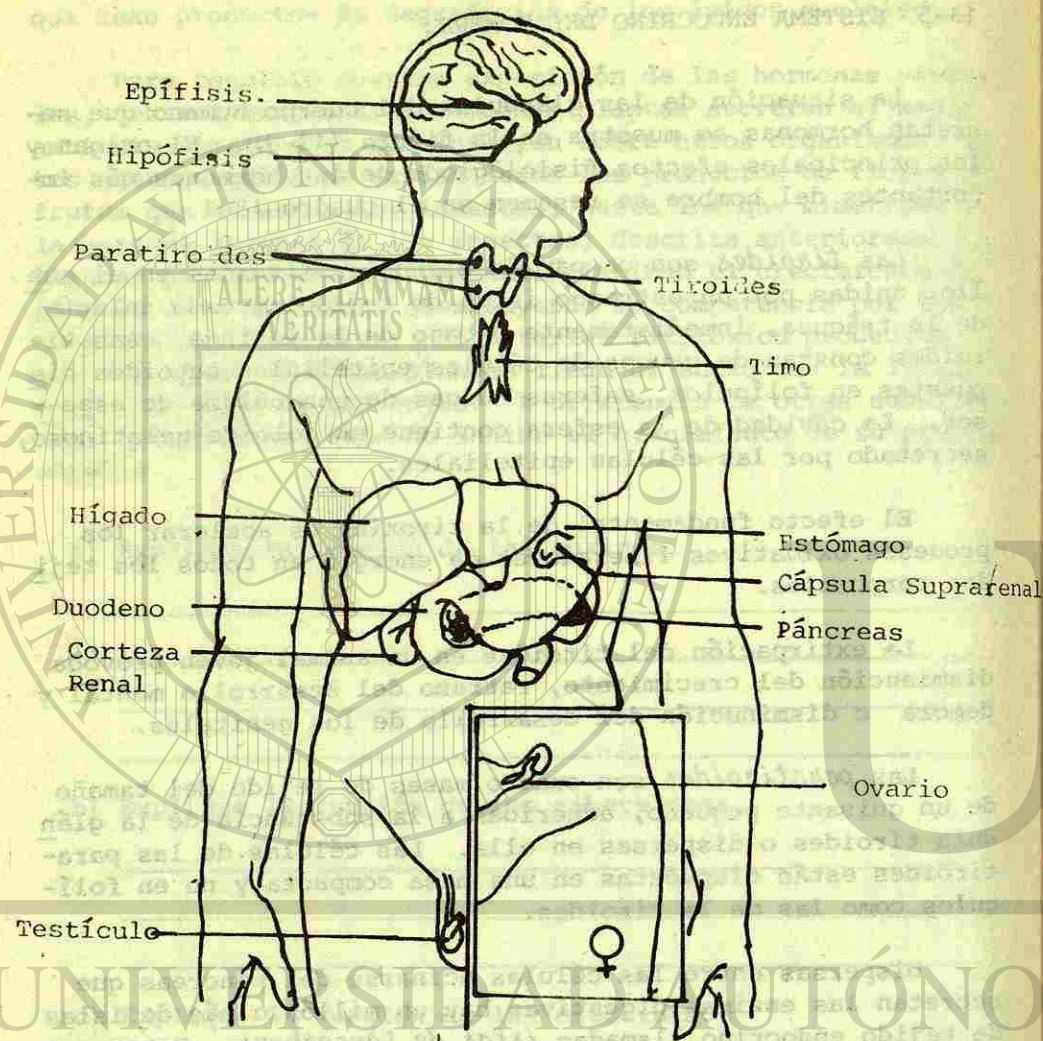


Fig. 13-3. Las Glándulas Endocrinas del Hombre.

des corticoadrenales.

La médula secreta grandes cantidades de adrenalina cuando el hombre o el animal está asustado o irritado. La adrenalina promueve varias respuestas, útiles para hacer frente a urgencias —se eleva la presión arterial, la frecuencia cardíaca aumenta, se eleva el contenido de glucosa en sangre, se dilatan las pupilas y se contraen los músculos que ponen erectos los pelos, proporcionando una piel protectora más espesa a los mamíferos provistos de piel y dando al hombre el aspecto de carne de gallina.

La *hipófisis*, situada en una pequeña depresión de la base del cráneo, inmediatamente debajo del hipotálamo, es una glándula doble del tamaño de un guisante. Su lóbulo anterior se forma en el embrión como una excrecencia del cielo de la boca. El lóbulo posterior crece hacia abajo, desde el piso del cerebro. Las dos partes se unen y el lóbulo anterior crece parcialmente alrededor del posterior. El lóbulo anterior pierde su conexión con la boca, pero el lóbulo posterior mantiene su conexión con el hipotálamo. Ciertas células del hipotálamo secretan *factores liberadores* que producen secreción de la hormona de la hipófisis anterior. La primera en ser caracterizada químicamente fue el *factor liberador de tirotropina* (TRF), un tripéptido, glutámico-histidínaprolina.

El lóbulo anterior contiene por lo menos cinco tipos de células que difieren en su forma, tamaño, propiedades tintoriales y clase de gránulos presentes en el citoplasma. Parece probable que cada tipo produzca y secrete una clase diferente de hormona. La célula que secreta hormona del crecimiento ha sido identificada como una célula redondeada cuyo citoplasma contiene numerosos gránulos acidofílicos densos y redondos. Estos han sido aislados y tienen un elevado contenido de hormona del crecimiento. Las células que secretan prolactina tiñen fuertemente con carmín y contienen gránulos mayores y más ovoides que los gránulos de las células que secretan hormona del crecimiento.

Entre los túbulos seminíferos que producen los espermatozoides se encuentran las células intersticiales que producen y secretan las hormonas sexuales masculinas (andrógenos) como *testosterona*. Si los testículos permanecen en la cavidad abdominal, en lugar de descender al saco escrotal, los túbulos seminíferos degeneran y el hombre es estéril, pero sus células intersticiales son normales y secretan una cantidad normal de *testosterona*.

Las células de los ovarios que producen y secretan las hormonas sexuales esteroideas son las células que revisten la cavidad del folículo y las células del cuerpo amarillo, formadas de estas células después de la ovulación. Los ovarios secretan dos tipos de hormonas sexuales femeninas, *estrógenos* como *estradiol* y *progesterona*. El *estradiol* regula los cambios corporales que se producen en la mujer en la época de la pubertad o madurez sexual: ensanchamiento de la pelvis, desarrollo de los senos, crecimiento púbico y los genitales externos, cambio en la calidad de la voz y comienzo del ciclo menstrual. La *progesterona* es necesaria para la terminación de cada ciclo menstrual, para la implantación del óvulo fecundado en útero y para el desarrollo de los senos durante la gestación.

De las siguientes hormonas, mencionar su origen y su efecto fisiológico.

1) Hormona del crecimiento. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2) FSH \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3) LTH \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

4) Oxitocina \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

5) Tiroxina. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

6) Insulina \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

7) Glucagon \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

8) Parathormona \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

#### 13-6 ANORMALIDADES ENDOCRINAS.

Las funciones de las glándulas endocrinas son de gran interés para el hombre, pues la falta o el exceso de actividad de estas glándulas puede producir marcados efectos en el cuerpo, estados llamados a veces "enfermedades funcionales", para distinguirlos de las enfermedades infecciosas, causadas por bacterias y otros agentes, y de las enfermedades por deficiencia, causadas por la falta de una vitamina o una sustancia similar. Ciertamente, el hombre se dio cuenta de la existencia de ciertas glándulas endocrinas cuando investigó las causas del mixedema, la diabetes y la tetania.

Mixedema.- Una deficiencia en la cantidad de tiroxina secretada por las tiroides en un adulto produce *mixedema*, (1), caracterizada por un bajo índice metabólico y reducida producción de calor. La temperatura del cuerpo puede descender varios grados por debajo de la normal, por lo que el paciente siente frío constantemente. Su pulso es lento y se muestra física y mentalmente letárgico. Sin embargo, su apetito suele permanecer normal, y como el alimento consumido no es usado al ritmo normal, hay tendencia a la obesidad. La piel se vuelve cérea y entumecida, debido a la deposición de líquido mucoso en los tejidos subcutáneos, y generalmente cae el pelo. El mixedema responde bien a la administración de tiroxina o glándula tiroides desecada. Como la tiroxina no es digerida apreciablemente por los jugos digestivos, puede darse por la boca.

El mixedema es causado por un exceso de actividad o degeneración de la glándula tiroides. Otro tipo de hipotiroidismo resulta cuando la dieta no contiene suficiente yodo para la síntesis de la tiroxina. La glándula tiende a compensar la insuficiencia aumentando de tamaño. El agrandamiento resultante, conocido como *bocio* simple, puede ser una pequeña hinchazón, apenas perceptible tocando el cuello, o una masa grande y desfigurante, de varios kilogramos de peso. Los síntomas que acompañan al bocio se parecen a los del mixedema, pero son más benignos. Este tipo de bocio aparece en lugares en los que el suelo carece de yodo, o en regiones alejadas del mar donde no pueden obtenerse pescados y mariscos (ricos en yodo).

El hipotiroidismo presente desde el nacimiento se conoce como *cretinismo*. Los niños que sufren la enfermedad son enanos de poca inteligencia que nunca maduran sexualmente. Si el tratamiento con tiroxina se inicia temprano, pueden lograrse crecimiento y desarrollo mental normales.

- (1) Cualquier deficiencia de una secreción glandular se indica por el prefijo "hipo", mientras que un exceso de secreción se designa por el prefijo "hiper". Por tanto el mixedema es un tipo de hipotiroidismo.

Bocio exoftálmico.- El hipertiroidismo es resultado de la hiperactividad de una glándula de tamaño normal o de un aumento de tamaño de la glándula misma. En ambos casos, el índice metabólico basal aumenta hasta el doble de lo normal. La producción de calor excesivamente rápida hace que la persona hipertiroidea se sienta incómodamente caliente y transpire profusamente. Como el alimento que ingiere es usado rápidamente, tiende a perder peso aun con una dieta de alto contenido calórico. Alta presión arterial, tensión nerviosa e irritabilidad, debilidad muscular y temblores son síntomas de la afección. Pero probablemente el síntoma más característico en la protusión del globo del ojo, llamada *exoftalmos*, que da al paciente una expresión de mirada fija. El aumento de la glándula como resultado del hipertiroidismo se conoce como *bocio exoftálmico*, para distinguirlo del bocio simple causado por insuficiencia de yodo. Síntomas idénticos pueden ser causados por ingerir sustancia tiroidea o tiroxina las personas normales.

Diabetes.- La insulina aumenta la velocidad con que toman la glucosa de la sangre ciertas células, especialmente células de músculos esqueléticos, y se convierte en glucosa 6-fosfato. Esto reduce la concentración de glucosa en la sangre, aumenta el almacenamiento de glucógeno en los músculos y el metabolismo de glucosa a bióxido de carbono y agua. Una deficiencia de insulina reduce la utilización de glucosa, y las resultantes alteraciones en el metabolismo de los carbohidratos producen cambios en el metabolismo de las proteínas, las grasas y otras sustancias.

La hipofunción del páncreas en la diabetes causa dificultad en la utilización de glucosa, elevada concentración de glucosa en la sangre y excreción de grandes cantidades de glucosa en la orina, porque la concentración en la sangre supera el umbral renal. Se requiere más agua para excretar este azúcar, aumenta el volumen de orina y el paciente se deshidrata y siente sed. Los tejidos, incapaces de obtener bastante glucosa de la sangre, convierten la proteína en carbohidrato. Gran parte de éste es también excretado y hay una progresiva pérdida de peso. Los depósitos de grasa son movi

lizados y se metabolizan los lípidos. El incremento de la oxidación de las grasas provoca una acumulación de ácidos grasos incompletamente oxidados. Estos *cuerpos cetónicos* son volátiles y tienen un sabor dulce, que da al aliento de los diabéticos su olor característico peculiar. Los cuerpos cetónicos son ácidos y deben ser excretados en la orina, causando acidosis (reducción de la reserva alcalina de los líquidos corporales).

La diabetes no tratada es finalmente mortal a causa de la acidosis, la toxicidad de los cuerpos cetónicos acumulados y la continua pérdida de peso. La inyección de insulina alivia todos los síntomas diabéticos: el paciente puede utilizar normalmente los carbohidratos y desaparecen los otros síntomas. La acción de la insulina solo persiste corto tiempo por lo que son necesarias inyecciones repetidas. La insulina no "cura" la diabetes, porque el páncreas no empieza a secretar su hormona de nuevo, pero las inyecciones continuas de ella, impiden la aparición de los síntomas y capacitan al diabético para hacer una vida normal. No se sabe por qué el páncreas cesa de secretar cantidades adecuadas de insulina, pero hay una base hereditaria en la diabetes.

Si en el tratamiento de la diabetes, se inyecta demasiada insulina, el nivel de azúcar en sangre desciende drásticamente y el paciente sufre choque. Las células nerviosas del cerebro requieren cierto nivel de glucosa para su funcionamiento normal; si este nivel no se mantiene, se irritan, y pueden producirse convulsiones, inconsciencia y muerte. Hay raros casos de aumento de tamaño del páncreas debido a tumores, que producen tanta insulina que los pacientes sufren ataques recurrentes de convulsiones e inconsciencia. Estos pueden ser aliviados comiendo dulces, pero la afección solo se cura por extirpación quirúrgica de parte del páncreas.

Enfermedad de Addison.- La enfermedad humana resultante de insuficiente secreción de la corteza adrenal fue descrita en 1885 por el médico inglés Tomás Addison. La *enfermedad de Addison* es causada usualmente por una infección tuberculosa o sifilítica de la corteza que destruye sus células. Se caracteriza por baja presión arterial, debilidad muscular,

trastornos digestivos y aumento de la excreción de sodio y cloruro en la orina, aumento de la concentración de potasio en los líquidos y células corporales y un bronceado peculiar de la piel causado por la deposición del pigmento *melanina*.

Hipo e hiperpituitarismo.- La importancia de la hipófisis en la economía corporal se demuestra por los síntomas resultantes de extirpar experimentalmente la glándula. Animales jóvenes cuya hipófisis es extirpada cesan inmediatamente de crecer y nunca alcanzan la madurez sexual. Si se opera a adultos, machos y hembras muestran una regresión de los órganos reproductores, tiroides y la corteza adrenal. Cuando se inyectan extractos hipofisiarios en animales jóvenes normales, se estimula el crecimiento y alcanzan la madurez sexual en una edad temprana. La corteza adrenal, la tiroides y los órganos sexuales responden creciendo mucho anormalmente y secretando en exceso.

Los gigantes se han conocido desde el comienzo de la historia, pero hasta 1860 no se correlacionó el crecimiento con un aumento de tamaño de la hipófisis. La primera hormona de esta glándula que se descubrió fue la *hormona estimulante del crecimiento*, aislada finalmente como proteína pura a partir de extractos de glándulas hipofisiarias de buey en 1944. Esta hormona controla el crecimiento general del cuerpo, y especialmente el crecimiento de los huesos largos. En consecuencia, cuando la hipófisis está hiperactiva durante el período de crecimiento, hay una aceleración general del proceso, que resulta en una persona muy alta, aunque bastante bien proporcionada. Muchos gigantes de circo son de este tipo. Si la hipófisis es hipoactiva durante el período de crecimiento, el resultado es una persona pequeña, normalmente proporcionada, conocida como *enano*. La hipersecreción de hormona del crecimiento normal produce un estado conocido como *acromegalia*. Como en esta época la mayoría de las partes del cuerpo han perdido su capacidad para crecer, solo se desarrollan las manos, los pies y los huesos de la cara. Las manos y los pies aumentan de tamaño toscamente, las quijadas crecen anormalmente en longitud y anchura, y los bordes óseos de los ojos y las mejillas aumentan de tamaño. (Fig. 13-4).



Fig. 13-4. Ejemplos de Hiper e Hiposecreción de la Hipófisis.

a) Explique las principales anomalías endocrinas en el hombre.

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

### 13-7. VITAMINAS.

Uno de los logros más meritorios dentro de la bioquímica en el curso del presente siglo, ha sido el descubrimiento de las vitaminas y el análisis de sus propiedades y funciones en el metabolismo. Las vitaminas son compuestos orgánicos relativamente sencillos; aunque la pequeña cantidad necesaria de las mismas no puede ser utilizada como fuente de energía, son, por otra parte, absolutamente indispensables para la existencia. Las diversas vitaminas difieren por completo desde el punto de vista químico, pero se parecen por el hecho de que no pueden ser elaboradas por el animal, de manera que tienen que estar presentes en el régimen alimenticio, incluso en pequeñas cantidades, para que el metabolismo se produzca normalmente. Hay dos grupos principales de vitaminas: las solubles en grasas o solventes lípidos, *vitaminas liposolubles* (A, D, E, y K) y en las fácilmente solubles en agua, *vitaminas hidrosolubles* (C y complejo B). Si la cantidad de alguna de ellas es suficiente, aparecen un cuadro patológico específico, o sea una enfermedad por carencia, curable solo mediante la administración de la vitamina

específica deficiente.

En el año 1912, los investigadores comprobaron que los animales no podían sobrevivir con regímenes compuestos de hidratos de carbono, grasas y proteínas purificadas, sino que necesitaban unos factores accesorios del crecimiento llamados vitaminas. En un principio se desconoció la naturaleza química de estas sustancias, de modo que se adoptó la nomenclatura sucesiva de vitaminas A, B y C, que respectivamente evitaban la ceguera nocturna y el raquitismo, el beriberi y el escorbuto. En la actualidad se ha logrado conocer la composición química de casi todos los componentes vitamínicos y aún se han logrado sintéticamente bastantes de ellos. Las vitaminas que originalmente se llamaron A y B son en realidad complejos de varias; la A se subdividió en A, D y E, en tanto la B consiste en unas 12 diferentes. Las vitaminas de las cuales hoy se sabe la composición, comúnmente se denominan según la nomenclatura química. Por ejemplo, se dice ahora tiamina mejor que vitamina B.

El adulto que absorbe alimentos variados no necesita tomar píldoras vitamínicas, pues ingerirá las mismas en suficiente cantidad proporcionadas en la comida. Los lactantes y niños mayores, cuyos regímenes son más restringidos, podrán necesitar algunas cantidades complementarias de ciertas vitaminas, especialmente A y D. Las necesidades vitamínicas de los animales no son las mismas; muchos no necesitan vitaminas C, puesto que tienen facultad de elaborarla; solo al ser humano, monos y cobayos les es imprescindible en sus alimentos. A los insectos les hace falta únicamente el colesterol y el complejo B en su alimentación.

#### VITAMINAS LIPOSOLUBLES.

Vitamina A.- La vitamina A se halla presente solo en productos animales como mantequilla, huevos y aceites de hígado de pescado, pero los vegetales contienen una sustancia oleosa, llamada *caroteno*, la cual puede desdoblarse para producir dos moléculas de vitamina A dentro de las células animales. La propia vitamina A es liposoluble y puede ser alma-

cenada en el organismo humano, especialmente en el hígado. El requerimiento diario para un adulto es de 1.5 mg (5,000 unidades internacionales); en un niño menor de tres años es de 0.6 mg, cantidades intermedias para niños mayores.

Esta vitamina es necesaria para la conservación de las células epiteliales de la piel, ojo, vías digestivas y aparato respiratorio. Se almacena en el hígado. En la avitaminosis A, esas células se aplanan, se hacen frágiles y presentan menos resistencia a la infección que en condiciones normales (por lo mismo se ha llamado a la vitamina A "antinfeciosa"). En caso avanzado de carencia el epitelio ocular forma una película seca y dura sobre la córnea, la que causa un tipo característico de ceguera llamado *xeroftalmía*. También la vitamina A resulta esencial para conservar el funcionamiento adecuado del tejido óseo y del esmalte de los dientes. Participa en el proceso químico de la visión, de modo que la *ceguera nocturna* (dificultad de ver con luz tenue), puede ser resultado de avitaminosis A. Los bastones de la retina contienen una sustancia llamada *rodopsina* (púrpura visual), compuesta de retineno, derivado de la vitamina A, y una proteína llamada opsina. La rodopsina es desdoblada en retineno y opsina por una reacción química desencadenada por la luz, la cual estimula las células receptoras para enviar un impulso al cerebro que resulta en sensación de vista.

Vitamina D.- La vitamina D es otra vitamina liposoluble, con la característica única de que puede elaborarse en el organismo por el estímulo de la luz solar (por lo mismo ha sido llamada la vitamina del sol) sobre el ergosterol, normalmente presente en la piel. La vitamina D se encuentra en los aceites de hígado, grasas animales, huevos y leche; todo exceso elaborado a nivel cutáneo durante los meses de verano se almacena en el hígado.

Unos 10 compuestos relacionados estructuralmente poseen grados variables de potencia de vitamina D; uno de los más potentes es el llamado *calciferol*. La vitamina D representa un papel en el movimiento de los iones de calcio por las membranas, quizá estimulando la síntesis de una proteína específica requerida en el proceso de transporte. Para niños y adultos se recomienda 0.02 mg de vitamina D por día. Cuando

hay deficiencia de calciferol, el calcio y el fósforo no son absorbidos en cantidades normales, y se retrasa la formación de huesos y dientes por falta de materia prima. El cuadro clínico resultante es la enfermedad conocida como *raquitismo*, caracterizada por huesos débiles y blandos, ensanchamiento de algunas articulaciones como tobillos, rodillas y muñecas, incurvación de las tibias, costillas con nódulos en su trayecto y evolución anómala de las piezas dentales. Por otra parte, hay riesgo en las dosis excesivas de vitaminas D, pues es posible entonces la calcificación de los tejidos blandos.

Vitamina E (alfa-tocoferol).- Los estudios experimentales en ratas, pollos y gansos han demostrado que el alfa-tocoferol o vitamina E es necesario para evitar esterilidad. Si los alimentos carecen de este elemento, el macho es estéril como consecuencia de alteraciones degenerativas del testículo, sin que, además, las hembras puedan completar la gestación, pues los embriones mueren y son resorbidos. Los huevos de las gallinas deficientes de vitamina E no se fecundan. No ha sido completamente demostrado que la vitamina E sea factor decisivo de la infecundidad humana, pero se sospecha la posibilidad. Tampoco se conoce una cifra precisa de las necesidades de este elemento en el ser humano, pues abunda tanto en los aceites animales y vegetales que casi es imposible la avitaminosis si el sujeto ingiere un régimen ordinario.

La vitamina E actúa como antioxidante y protector de algunos componentes celulares lábiles, impidiendo su oxidación. También desempeña una función como constituyente del sistema de transporte de electrones, si bien se desconoce la índole exacta de la misma. Algunos investigadores creen que los efectos de la deficiencia de tocoferol pueden atribuirse a la acumulación de peróxidos de ácidos grasos, que reaccionan con otros componentes celulares y los destruyen. La carencia de vitamina E da motivo a la progresiva disfunción de los músculos, con parálisis, posiblemente por degeneración de los nervios (del mismo modo que la destrucción de los nervios en la poliomielitis provoca la atrofia muscular y la parálisis). Ciertas afecciones paralíticas humanas han sido

tratadas venturosamente con preparados a base de vitamina E.

Vitamina K.- La coagulación normal de la sangre, relacionada con la elaboración de protrombina por el hígado, guarda relación con la acción específica de cierto número de compuestos químicos similares englobados bajo el término de vitamina K. Estos elementos, con acción similar, se encuentran en gran número de alimentos, además de ser elaborados por bacterias en el intestino humano, de modo que la avitaminosis K, resulta más un defecto de absorción que de carencia en el régimen alimenticio. Debido a que es posible su absorción en presencia de sales biliares (lo mismo que la de vitamina A, D y E), la obstrucción de las vías hepáticas tiene por resultado el déficit de vitamina K, sin importar su cantidad en el régimen o la que pueda elaborarse por las bacterias intestinales. En general, es desfavorable el pronóstico de pacientes con carencia de vitamina K que se someten a una intervención quirúrgica dada la probabilidad de hemorragia después de la operación; la administración de la misma antes de la intervención (con sales biliares si se juzga necesario) evitan el riesgo y ha salvado muchas vidas. Los recién nacidos, antes de haber adquirido su flora intestinal, posiblemente se encuentran en estado de déficit de esta vitamina, de modo que su administración a la madre poco antes del parto evitará seguramente muchas hemorragias que por lo común se presentan en el hijo. No se ha podido calcular la cantidad necesaria diariamente, pero en caso de avitaminosis K, de 1 a 5 mg diarios, hacen que el tiempo de coagulación vuelva pronto a la normalidad.

Explique la función de las vitaminas liposolubles.



## VITAMINAS HIDROSOLUBLES.

Vitamina C.- La enfermedad carencial llamada *escorbuto*, como consecuencia de la falta de vitamina C ha sido una de las principales calamidades históricas, aparte las infecciosas, con el carácter de encías sangrantes, magulladuras de la piel, artritis dolorosas y debilidad general. Aparece en toda ocasión en que las personas no pueden comer frutos crudos, vegetales y carne en estado natural durante largos períodos, como ocurría en los extensos viajes en barcos veleeros o durante los inviernos árticos. Las primeras noticias sobre la curación del escorbuto se han encontrado en los relatos del viaje de Jacques Cartier al Canadá en 1536. Su tripulación sufrió gravemente el mal y al parecer vino el alivio con el extracto de hojas de abeto que prescribió un jefe indio. La vitamina preventiva antiescorbútica pudo ser aislada en 1933, hallándose que se trataba del ácido ascórbico (ácido herurónico), elemento conocido desde hace muchos años, pero sin haberse sabido sus propiedades. El ácido ascórbico es muy inestable, destruido pronto por la cocción, de modo que el mejor medio de obtenerlo en abundancia es la fruta natural o sus zumos, aunque los procedimientos modernos de congelación y conservación evitan la destrucción de esta vitamina, por lo menos en parte. El ácido ascórbico desempeña un papel en las oxidaciones celulares, sobre todo en la de la tiroxina. Desempeña otro papel más en la hidroxilación del aminoácido prolina para formar hidroxiprolina, uno de los constituyentes de la colágena. En su ausencia los capilares se hacen excesivamente frágiles y, al romperse con facilidad dan lugar a hemorragias subcutáneas o intraarticulares. También es irregular el desarrollo de huesos y dientes. Los adultos normales requieren entre 75 y 100 mg diarios de ácido ascórbico, cantidad suplida con creces por un cuarto de litro de zumo de naranja.

Complejo vitamínico B.- En un principio, lo que se llamaba vitamina B se caracterizaba por ser factor antiberibérico, pero de los mismos extractos de hígado, levaduras y salvados de arroz de los que se obtienen los agentes contra el mal, se han separado otras nueve sustancias con efectos bio-

lógicos específicos. A los mismos se les han dado nombres alfabéticos, como a la riboflavina, llamada también vitamina G, y a la biotina, vitamina H, pero en la actualidad se agrupan en conjunto como miembros del complejo B, no porque sean similares químicamente o por sus efectos, sino por su concurrencia en los mismos orígenes.

Tiamina (vitamina B).- Esta sustancia, primera en ser aislada del resto del complejo, evita el beriberi. Es una materia blanca, cristalizada, de olor parecido al de la levadura, descubierta en pequeñas cantidades en gran número de alimentos. El hígado, nueces, carne de cerdo, levaduras y granos enteros de cereales son las mejores fuentes para proporcionar complejo B. Como el régimen alimenticio de los países occidentales es algo deficiente en tiamina, las harinas, pan y cereales preparados se enriquecen ahora con ella. La necesidad diaria de la misma varía según el peso, las calorías del régimen y su proporción de hidratos de carbono (cuando más de ellos, más tiamina se requiere), pero la necesidad de un adulto normal se calcula en dos o tres miligramos. Ni la tiamina ni los otros componentes del grupo B se almacenan en grandes cantidades en el organismo, así que los signos de la insuficiencia aparecen a las pocas semanas. La mayoría de regímenes alimenticios contienen bastante tiamina para evitar la aparición del beriberi, pero no la suficiente para conservar un estado floreciente de salud.

- a) Enumere y explique la función de las vitaminas hidrosolubles.

MADE NUEVO LEÓN  
DE BIBLIOTECAS

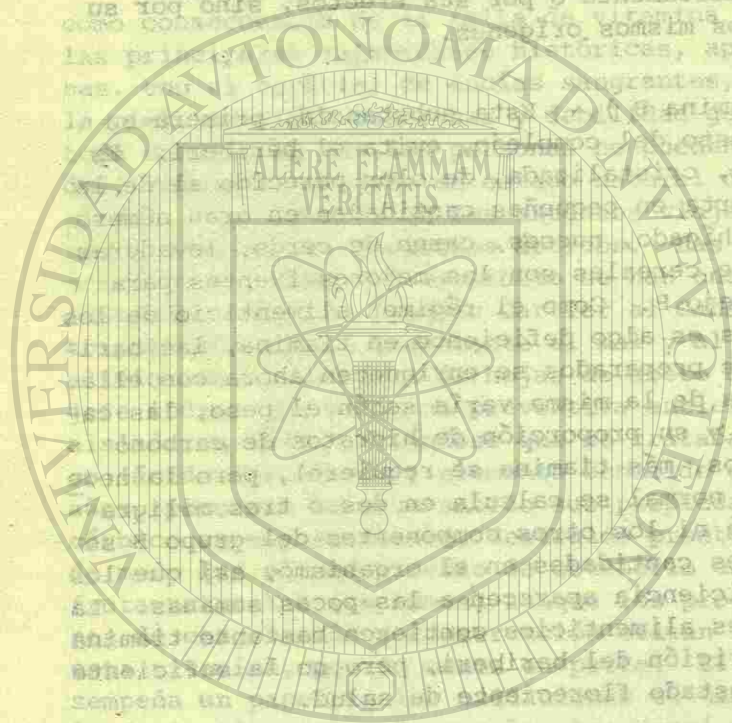
## FISIOLOGÍA Y REPRODUCCIÓN EN ORGANISMOS SIMPLES.

## INTRODUCCIÓN.

En esta unidad estudiaremos la vida en las células más simples, en qué forma se alimentan, cómo digieren. Es también cierto que existen una gran variedad de microorganismos y todos ellos con una gran capacidad reproductora. Pero, ¿cómo se reproducen estos microorganismos? Estudiaremos sólo los métodos básicos de reproducción de éstos.

## OBJETIVOS.

- 1.- Explicar el mecanismo de difusión.
- 2.- Describir la estructura e importancia de la membrana plasmática.
- 3.- Explicar el proceso de ósmosis y su importancia en los sistemas vivientes.
- 4.- Explicar el transporte activo y su importancia.
- 5.- Explicar cada uno de los estadios de la mitosis.
- 6.- Explicar y ejemplificar los diferentes modelos de reproducción asexual.
- 7.- Explicar y ejemplificar la reproducción sexual y sus modalidades (hermafroditismo y partenogénesis).
- 8.- Definir y explicar cada uno de los estadios de la meiosis.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

- 9.- Explicar la importancia de la meiosis.
- 10.- Describir y explicar la reproducción en bacterias y los tres mecanismos de recombinación genética.
- 11.- Explicar la reproducción de:

- |                   |                |
|-------------------|----------------|
| a) Chlamidomonas. | b) Rhizopus.   |
| c) Spyrogyra.     | d) Paramecium. |
| e) Plasmodium.    |                |

- 12.- Definir los siguientes conceptos:

- |                                |                           |
|--------------------------------|---------------------------|
| 1. Transporte celular.         | 11. Centrómero.           |
| 2. Gradiente de concentración. | 12. Cigoto.               |
| 3. Plasmólisis.                | 13. Esporas.              |
| 4. Turgencia.                  | 14. Cromosomas homólogas. |
| 5. Vacuola contráctil.         | 15. Tetrada.              |
| 6. Bomba de sodio.             | 16. Gemación.             |
| 7. Centríolo.                  | 17. Hifas.                |
| 8. Huso.                       | 18. Progametangios.       |
| 9. Aster.                      | 19. Haploide.             |
| 10. Cariocinesis.              | 20. Diploide.             |

#### PROCEDIMIENTO DE APRENDIZAJE.

- 1.- Esta unidad comprende el presente capítulo (14) de tu libro.
- 2.- Observa y estudia cuidadosamente cada dibujo, tabla o figura, pues son representaciones gráficas de un conocimiento.
- 3.- Todas tus dudas resuélvelas con tu maestro asesor y el coordinador.
- 4.- Como autoevaluación, resolverás las preguntas que vienen al final de cada punto del presente capítulo, la cual

tendrás que mostrar a tu maestro para que se te acredite.

#### PRERREQUISITO.

Tendrás una sesión de práctica de laboratorio o de audiovisual como refuerzo a tus conocimientos teóricos a la que deberás asistir so pena de perder tu derecho a la evaluación semanal.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA

DIRECCIÓN GENERAL

se pueden aclarar y puntos importantes de la difusión.

12. La difusión de una sustancia en un medio depende de ciertas características.

CAPÍTULO XIV.  
FISIOLOGIA Y REPRODUCCIÓN DE ORGANISMOS SIMPLES.

Las células para poder seguir viviendo deben de provisionarse de materias primas; tales son, en células animales: los carbohidratos, agua y demás nutrientes; en células vegetales; agua y sales minerales; por lo cual para dicho aprovisionamiento son necesarios ciertos mecanismos para la integración a la célula de dichos materiales, que son la fuente de energía para todas las actividades celulares, y que a la vez son degradados y vertidos al exterior como desechos celulares.

Estos fenómenos de integración de materiales, obtención de energía y expulsión de desechos implica una serie de mecanismos conocidos como *transporte celular*.

14-1 TRANSPORTE CELULAR.

DIFUSIÓN.

Las propiedades de las sustancias implica el movimiento molecular; en dichas sustancias puestas en un medio en que exista una diferencia de concentraciones se observa un movimiento molecular de las regiones de mayor concentración a las de menor concentración hasta igualar concentraciones. Dicho fenómeno es conocido como *difusión*.

El fenómeno de difusión en las células es de vital importancia, porque en células que viven en un medio acuoso, el oxígeno es necesario para su respiración penetrando por *difusión* al interior a la vez que el CO<sub>2</sub> sale al exterior. El oxígeno del agua penetra mientras la concentración del oxígeno dentro de la célula sea menor que en el exterior.

Se pueden aclarar 3 puntos importantes de la difusión:

- 1º La difusión de una sustancia es un proceso independiente de cualquier otra sustancia.
- 2º Las sustancias se difunden de la mayor a la menor concentración; la diferencia de concentración entre las regiones se llama "gradiente de concentración".
- 3º La difusión de 2 sustancias diferentes se puede efectuar al mismo tiempo y en la misma célula en sentido contrario.

La difusión no requiere por parte de la célula gasto de energía, ésta se debe al constante movimiento de las moléculas y de los iones de todas las sustancias. (Fig. 14-1).

#### LA MEMBRANA PLASMÁTICA.

Puesto que la membrana plasmática rodea completamente la célula, es evidente que las sustancias que se difunden hacia dentro o hacia afuera de la célula deben pasar a través de ella. Sin embargo, algunas moléculas pueden pasar y otras no a través de la membrana. A estas membranas se les llama membranas *semipermeables* o membranas *permeables selectivas*. Lo que hace que la membrana sea semipermeable es que está constituida por dos capas delgadas de proteínas y que entre ellas hay una capa delgada de grasa. La membrana, aparentemente, tiene aberturas o *poros* muy pequeños, algunos demasiado pequeños para ser vistos con el microscopio. Estos poros son lo suficientemente grandes para permitir que las moléculas pequeñas pasen a través de ellos, pero no lo suficiente para permitir el paso de moléculas grandes. Así, la membrana es permeable a las moléculas pequeñas, tales como las del agua, oxígeno, bióxido de carbono, azúcares simples, como la glucosa; y a iones de sales minerales, ácidos y bases. Es impermeable a las moléculas más grandes, como por ejemplo las de almidones, proteínas, grasas, ácidos nucleicos y aun azúcares como la sacarosa. Sin embargo,

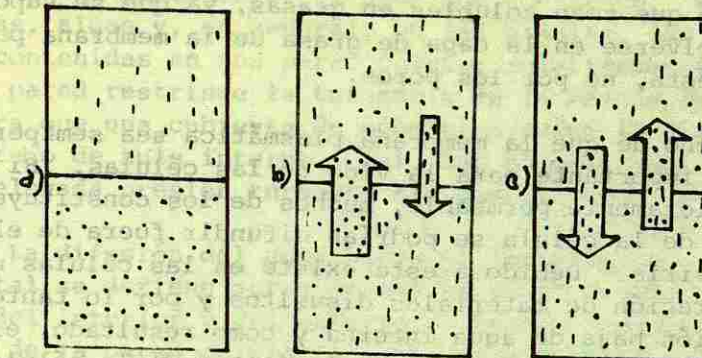


Fig. 14-1. Mecanismo de Difusión.

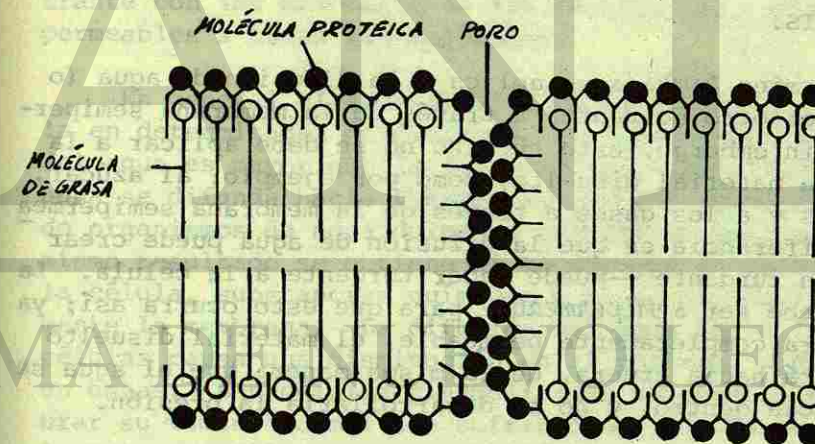


Fig. 14-2. Estructura Molecular de la Membrana Plasmática.

algunas moléculas grandes pueden pasar a través de la membrana, siempre que sean solubles en grasas, ya que se supone que al disolverse en la capa de grasa de la membrana pasan a través de ésta, no por los poros.

El hecho de que la membrana plasmática sea semipermeable es muy importante para la vida de las células. Si ésta fuera completamente permeable, muchos de los constituyentes esenciales de la célula se podrían difundir fuera de ella y no sobreviviría. Debido a esto existe en las células una alta concentración de materiales disueltos y por lo tanto, una concentración baja de agua interna y como resultado, el agua puede continuar difundiéndose hacia dentro de la célula. Esto no sólo provee agua que pueda ser usada en varios procesos, como en la fotosíntesis y la digestión sino que además conserva la *turgencia* celular o hinchazón. Una célula que no esté turgente y sin un adecuado contenido de agua no puede funcionar bien. (Fig. 14-2).

#### ÓSMOSIS.

El término *ósmosis* se aplica a la difusión de agua (o de cualquier otro solvente) a través de la membrana semipermeable. Sin embargo, este término no se debe aplicar a la difusión de material disuelto, como por ejemplo: al azúcar, a las sales y a los gases a través de la membrana semipermeable. La diferencia es que la difusión de agua puede crear una presión turgente —puede hacer turgente a la célula. La membrana debe ser *semipermeable* para que esto ocurra así; ya que si fuera completamente permeable, el material disuelto se difundiría hacia afuera, de la misma manera que el agua se difunde hacia dentro, y no se desarrollaría la presión.

Generalmente la concentración de agua es mayor en el exterior que en el interior de la célula y se corre el riesgo de que se difunda más agua de la necesaria hacia dentro. Si esto sucediera, la célula crecería de volumen, la membrana plasmática al dilatarse se podría romper y causar la muerte de la célula. En algunos protozoos como *amiba* y *paramecio* se evita esto por la formación de unas *vacuolas contráctiles*,

éstas recogen el agua y se rompen a intervalos regulares descargando al exterior el agua que contienen. En las bacterias, algas y, en general, en las plantas, las células están contenidas en una pared celular relativamente rígida. Esta pared restringe la turgencia de la célula, de la misma manera que una cubierta de neumático evita la dilatación del tubo de hule interno. Así, las plantas pueden tener una elevada presión turgente sin que sus células se rompan.

La difusión del agua hacia el interior de una célula vegetal se detiene antes de que se igualen las concentraciones del interior y del exterior. La razón es que la presión de la pared celular origina un aumento de actividad en las moléculas de agua del interior de la célula. Aunque estas moléculas no alcancen la concentración del exterior se mueven con mayor fuerza. Así, a determinada presión turgente, ocurre como si las moléculas de agua se estuvieran moviendo en el interior, de la misma manera que se están moviendo fuera de la célula y por consiguiente, se detiene la difusión. Note también que las paredes celulares en contraste con las membranas de las células son, generalmente, permeables a todas las moléculas.

En general el agua se difunde hacia *dentro* de la célula en determinadas condiciones, la concentración interior del agua es mayor que la del exterior, dando lugar a que el agua se difunda hacia fuera. Esto sucede generalmente cuando organismos de agua dulce se colocan en agua salada. El mismo resultado se obtiene si se agregan al agua, que rodea la célula, sustancias químicas y no se permeabiliza rápidamente la membrana. La difusión del agua hacia fuera de las células causa una disminución en el volumen, o *plasmólisis* en éstas. Las células plasmolizadas en general pueden recobrar su tamaño normal sin sufrir daños cuando se les coloca, lo antes posible, en una solución con mayor concentración de agua. (Fig. 14-3)

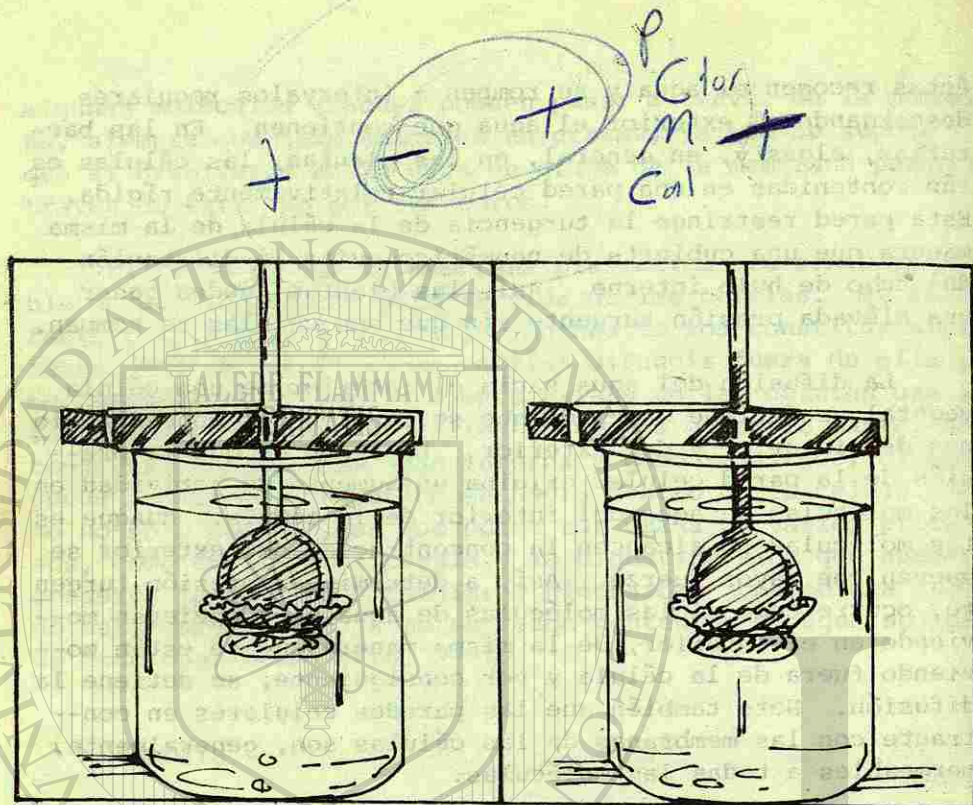


Fig. 14-3. Para demostrar la ósmosis se coloca una membrana semipermeable sobre un embudo de vidrio, que se llena con una solución de azúcar en agua colorada. Se sumerge el embudo en el vaso, que sólo contiene agua, ésta empieza a difundirse a través de la membrana. En la fig. de la derecha, el tenue color del agua en el vaso demuestra que el agua se ha difundido a través de la membrana del embudo al vaso. También notaremos que el agua ha subido en el embudo. La concentración en el embudo era originalmente menor que en el otro lado de la membrana. Así, se va estableciendo el equilibrio en ambos lados de la membrana, la mayor cantidad de agua se difundirá hacia el interior del embudo.

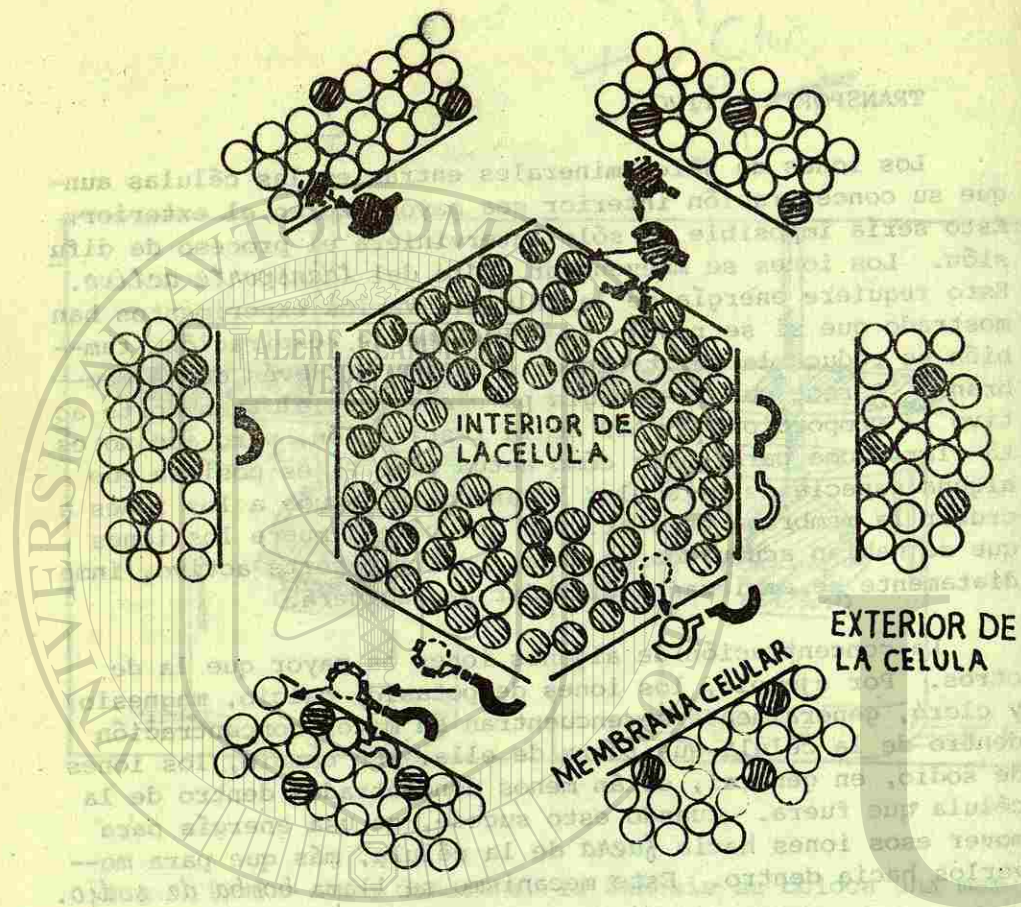
### TRANSPORTE ACTIVO.

Los iones de sales minerales entran en las células aunque su concentración interior sea mayor que en el exterior. Esto sería imposible si sólo interviniera el proceso de difusión. Los iones se mueven por medio del *transporte activo*. Esto requiere energía de la célula. Varios experimentos han mostrado que si se reduce la velocidad de respiración, también se reduce la del transporte activo a través de la membrana. Parece que la energía para efectuar el transporte activo la proporciona el ATP de la respiración, pero aún no está claro como para saber cómo actúa el ATP; es posible que alguna especie de moléculas "transporte" ayuda a los iones a cruzar la membrana celular. Si una célula muere los iones que se habían acumulado en ella, por transporte activo, inmediatamente se empiezan a difundir hacia fuera.

La concentración de algunos iones es mayor que la de otros. Por ejemplo, los iones de potasio, calcio, magnesio, y cloro, generalmente se encuentran en mayor concentración dentro de la célula que fuera de ella. En cambio, los iones de sodio, en general, están menos concentrados dentro de la célula que fuera. Cuando esto sucede, se usa energía para mover esos iones hacia fuera de la célula, más que para moverlos hacia dentro. Este mecanismo se llama *bomba de sodio*.

Es posible que los azúcares y otros solutos sean introducidos a la célula, a veces, por transporte activo más bien que por difusión. Esto no es muy seguro. De vez en cuando los biólogos aportan evidencias sugiriendo que el agua puede ser absorbida por el transporte activo, pero lo más probable es que el agua entre a la célula generalmente (no siempre) por ósmosis, más bien que por la energía de la respiración. (Fig. 14-4).

a) Explique el fenómeno de difusión.



PORTADOR DE SODIO



SODIO



PORTADOR DE POTASIO



POTASIO



ENERGIA

Fig. 14-4. Este diagrama representa la bomba de sodio, que es un mecanismo posible para la explicación del transporte de los iones de sodio y potasio a través de la membrana celular.

b) Explique la estructura y función de la membrana plasmática.

---



---



---



---

c) Explique el fenómeno de Osmosis.

---



---



---



---

d) Explique el transporte activo.

---



---



---



---

#### 14-2 REPRODUCCIÓN DE ORGANISMOS SIMPLES.

Una de las características de la materia viva es su facultad para autoperpetuarse; que gracias a esta característica podemos decir que existe vida. Es difícil dar una definición de lo que es vida, más bien en vez de definir la vida lo que hacemos es mencionar características de los sistemas vivientes; que como ya dijimos su facultad de autoperpetuarse permite la continuidad de este extraordinario fenómeno conocido como *vida*. Si los sistemas vivientes no presentaran esta facultad de autoperpetuarse, es decir, de *reproducirse*; concepto empleado para mencionar la actividad de lo vivo para "hacer más de lo mismo"; la vida no sería posible.



Desde que la vida surgió de los mares hace aproximadamente 3,000 millones de años, en sus formas más primitivas fue esencial la característica de la reproducción para poder continuar su propagación y diversificación. Con el correr de los siglos y bajo los mecanismos de evolución dieron origen a toda la diversidad de organismos actuales.

#### REPRODUCCIÓN A NIVEL MOLECULAR.

Para que una célula se divida en dos, es necesario que todos sus componentes también se dividan; es decir, todos los organelos y demás estructuras citoplasmáticas. Sabemos bien que la reproducción a nivel molecular (proteínas, etc.) está regida en última instancia por el DNA.

Para la producción de moléculas orgánicas, el punto clave está en las *enzimas*, las cuales ensamblan carbonos, nucleótidos y aminoácidos.

Existe una relación entre el DNA y las demás moléculas de la célula. Sabemos que el DNA se duplica y que en dicha duplicación intervienen varias enzimas, el DNA forma el modelo para el RNA que en sus 2 formas (mensajero y de transferencia), actúan conjuntamente para formar el modelo de los polipéptidos que son ensamblados y forman las proteínas, muchas de éstas, como ya dijimos, funcionan como enzimas; las cuales son las responsables de la formación de otras moléculas en la célula.

#### MITOSIS.

La reproducción de los organismos implica el paso del material genético de las células progenitoras a las células hijas, puesto que en el material genético residen las características de los progenitores que pasarán a las células hijas; esto implica que las células hijas serán aprovisionadas con DNA, por lo tanto existe un mecanismo en el cual se duplica la cantidad de cromosomas de las células progenito-

ras de manera que las células hijas reciban exactamente el mismo tipo y cantidad que poseía la célula progenitora. Dicho mecanismo es conocido con el nombre de "*mitosis*".

El proceso de la mitosis comienza con la duplicación de los cromosomas que se encuentran en el núcleo; con esto se duplica la cantidad de DNA del núcleo. Los cromosomas después de duplicarse permanecen unidos algún tiempo por medio del centrómero y a cada mitad se le llama *cromátide*.

La mitosis se lleva a cabo en 5 etapas: *Interfase*, *Profase*, *Metafase*, *Anafase* y *Telofase*. (Fig. 14-5)

**INTERFASE:** Existe un período de reposo entre las divisiones, dicho período se conoce como *interfase*, en el cual el núcleo está en "reposo" con respecto a la división pero su actividad metabólica puede ser muy grande.

**PROFASE:** Comienza este estadio con la condensación de los filamentos de *cromatina*; lo que da lugar a los cromosomas, los cuales aparecen como una masa apelotonada dentro del núcleo. Cada cromosoma se ha duplicado durante la *interfase* previa: los cromosomas así se hacen cortos y gruesos y aparecen visibles, junto con la condensación de los cromosomas se observan otros cambios, el *centriolo* se divide en dos; cada uno de los cuales emigra a lados opuestos de la célula, desde los cuales se proyectan unos filamentos dispuestos en rayos llamados "*aster*", entre éstos y los centriolos se forma un "*huso*" compuesto de hilos de proteína; al tiempo que la membrana nuclear y el núcleo desaparecen.

**METAFASE:** En este estadio los filamentos del huso mitótico se han unido al centrómero, "*empujan*" las cromátidas a la región media de la célula. El período en que los cromosomas están en el plano

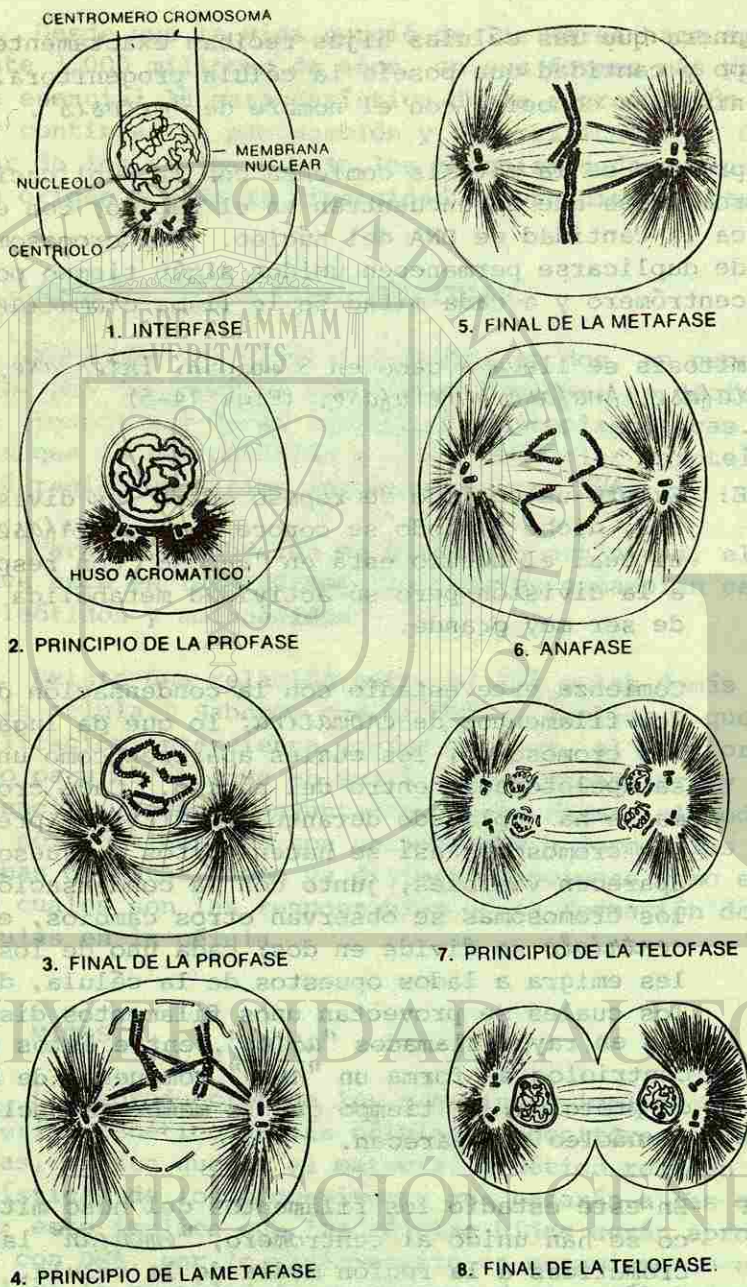


Fig. 14-5 Mitosis en una célula típica animal.

ecuatorial constituye la *metafase*; en este momento se divide el *centrómero*, y los dos *cromátides* se separan por completo en dos cromosomas hijos; los *centrómeros* hijos comienzan a separarse.

**ANAFASE:** Los cromosomas se separan y cada grupo de *cromosomas hijos* se dirige a un polo, por algún mecanismo los filamentos del huso parecen "jalar" a cada cromosoma hacia polos opuestos. Esta serie de acontecimientos constituye la *anafase*; los cromosomas que se dirigen hacia los polos suelen adoptar forma de "V" con el *centrómero* en el vértice señalando hacia el polo.

**TELOFASE:** En la *telofase* los cromosomas que llegan a los polos se alargan y llegan a la posición de reposo; además se forma la membrana de los núcleos hijos y así termina la división nuclear también llamada *cariocinesis* a la que le sigue la división del cuerpo de la célula llamada *citocinesis*. En las células animales la división se acompaña de un surco que rodea la superficie de la célula en el plano ecuatorial; este surco se hace gradualmente más profundo hasta que el citoplasma se separa en dos mitades, lo que forma dos células hijas cada una con su núcleo.

En las células vegetales se forma una *placa celular* en la región ecuatorial del huso, la cual se prolonga hasta la pared de la célula. Cada célula hija forma su membrana celular en el lado de la placa formándose finalmente las paredes celulares de cada célula hija.

El proceso de mitosis asegura la distribución precisa y equitativa de los cromosomas en cada uno de los núcleos hijos; con lo que, se asegura que generación tras generación las características de la célula progenitora codificada en su DNA sea exactamente distribuida a cada célula hija.

## MODELOS DE REPRODUCCIÓN.

Así como las formas de vida se fueron haciendo por evolución más complejas, así también los modos de reproducirse de los organismos se han hecho muy complejos; la complejidad varía extraordinariamente según las especies. Pero a pesar de la complejidad, existen dos modelos básicos; el modelo más primitivo es la reproducción *asexual* mediante el cual se forma un nuevo individuo a partir de "un" solo organismo progenitor, y el segundo modelo más complicado; la *reproducción sexual* que implica la intervención de "dos" progenitores, los cuales contribuyen cada uno con una célula especializada o "gameto" los que se reúnen para formar el cigoto o huevo fecundado, que nos originará el organismo hijo.

**Reproducción vegetativa.** En este tipo de reproducción asexual lo esencial es que de una parte del organismo puede dar lugar a otro organismo completo. Esto se observa más fácilmente en plantas. Un ejemplo es cuando se cortan patatas y se siembran los pedazos para producir más patatas. (Fig. 14-6).

En los animales ocurre en las hidras, las cuales en alguna época muestran "yemas" creciendo de sus cuerpos, los cuales en realidad son hidras en desarrollo que se separarán del organismo original y se convertirán en organismos independientes. (Fig. 14-7).

**La regeneración.** Es un tipo de reproducción vegetativa en la cual si el organismo pierde alguna de sus partes, puede regenerarla, por ejemplo las estrellas de mar que si se parte en dos, las dos mitades pueden convertirse en una estrella completa. Otro ejemplo lo encontramos en las planarias que si se parte en algún plano de su cuerpo, éste puede regenerar las partes faltantes, lo mismo ocurre con las lagartijas con su cola, y con los cangrejos con sus tenazas. (Fig. 14-8).

Fig. 14-6

Reproducción vegetativa en papa.

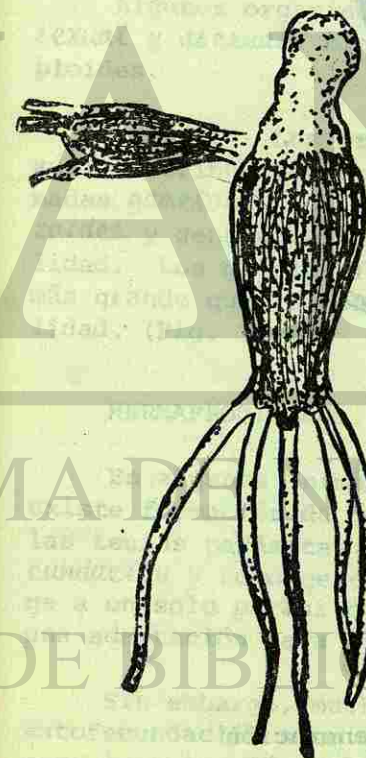


Fig. 14-7. Reproducción vegetativa en Hidra.

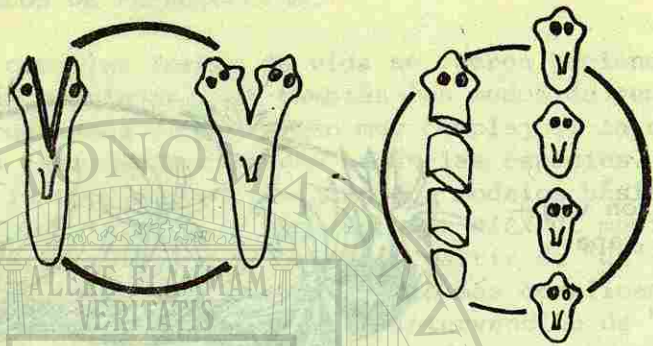


Fig. 14-8 Ejemplos de regeneración en lagartija y planaria.

**Reproducción por esporas.** Este tipo de reproducción asexual ocurre cuando un organismo puede reproducir ciertas células especializadas provistas de cubiertas resistentes llamadas *esporas*, las cuales pueden resistir cambios drásticos del medio ambiente como son: sequías, calor o frío; dichas esporas pueden dar lugar a otro organismo; esto se puede observar en algunos protozoarios parásitos y hongos. (Fig. 14-9).

#### REPRODUCCIÓN SEXUAL.

Como ya dijimos la reproducción sexual implica *dos* progenitores, los cuales producen células especializadas para la reproducción llamadas *gametos* los cuales al fusionarse (fecundación) se produce el nuevo organismo.

Algunos organismos se reproducen con ritmo alternado *sexual y asexual*; sin embargo, ambas generaciones son *diplóides*.

**Gametos:** Los organismos que presentan reproducción *sexual* contribuyen con una célula especializada cada uno, llamadas *gametos*. Los gametos masculinos se llaman *espermatozoides* y generalmente en todos los organismos presentan *movilidad*. Los gametos femeninos llamados *óvulos* generalmente más grande que los espermatozoides y rara vez presenta *movilidad*. (Fig. 14-10)

#### HERMAFRODITISMO.

En algunos animales inferiores, en un mismo individuo existe formación de *óvulos* y *espermatozoides*, por ejemplo las *tenias* parásitas que están capacitadas para la *autofecundación* y como generalmente el individuo parasitado alberga a un solo parásito, este modo de reproducción significa una adaptación para la supervivencia de la especie.

Sin embargo, muchos hermafroditas no se reproducen por autofecundación sino que dos animales se unen en la *cópula* para *inseminación recíproca*. Ejemplo la lombriz de tierra.



Fig. 14-9 Reproducción por esporas en rhizopus.



Fig. 14-10. El óvulo y espermatozoide se forman por el proceso de meiosis en la cual hay una reducción de cromosomas a la mitad, quedando cada uno de ellos en condición haploide; cuando ocurre la fecundación, dan lugar a un cigoto con lo cual se restituye el número de cromosomas de la especie y dará lugar a un nuevo organismo.

**PARTENOGENÉISIS.**

Es una variedad de la reproducción sexual caracterizada por el desarrollo de un huevo sin fecundar hasta llegar a animal adulto.

En algunas especies de artrópodos cuyas poblaciones consisten en hembras, la partenogénesis persiste durante unas generaciones, después de las cuales aparecen machos que fecundarán a los huevos.

La partenogénesis se puede *inducir* en huevos de algunos animales por diferentes medios que consisten en estimulación de éstos; como alteración de la temperatura, pH por algunos productos químicos o por punción con una aguja finísima, como sucede con los huevos de rana.

**MEIOSIS.**

En la mitosis cada una de las células hijas reciben exactamente el mismo número y tipo de cromosomas que los progenitores lo cual es una característica de la especie. Dicho número de cromosomas es transmitido de generación en generación.

Todos los organismos tienen los cromosomas pareados llamados cromosomas *homólogos*; la condición de las células en que tienen la cantidad normal de cromosomas de la especie, es decir todos sus cromosomas homólogos, se le llaman *diploide*, y cuando las células contienen solo un juego de cromosomas homólogos se le conoce como *haploide*. Así pues encontramos células diploides y células haploides. Para comprender mejor esto imagine gametos diploides con 10 cromosomas que se fusionarán y formarán un cigoto; el cual por la fusión de los dos tendría 20 cromosomas. Dicho individuo al formar sus gametos, éstos tendrían 20 cromosomas cada uno y al formar los dos tipos de gametos (masculino y femenino) cada uno con 20 cromosomas, el individuo resultante tendría 40 cromosomas que al producir sus gametos cada uno

contaría con 40 cromosomas y así progresivamente el número de cromosomas de dicha especie en cada generación aumentaría el doble; con lo cual degeneraría la especie.

De lo anterior deducimos que debe haber un mecanismo que permita la constancia del número de cromosomas característico de cada especie. El fenómeno que permite esto se le denomina *meiosis*. (Fig. 14-11).

En los animales la meiosis ocurre mientras los gametos se forman. Lo que sucede es muy sencillo.

- A. *Principio de la profase.* Llegan a ser visibles los cromosomas al condensarse.
- B. *Profase media.* El par de cromosomas se duplica y cada cromosoma se transforma en dos cromátidas.
- C. *Final de la profase.* Los dos pares de cromosomas emigran hacia la placa ecuatorial y en lugar de alinearse en una sola hilera, como sucede en la mitosis, cada homólogo del par se alinea uno al lado del otro. Esta colocación de los 4 cromosomas, se llama *tétrada*. Aquí los cromosomas están unidos, físicamente, y las distintas secciones de los cromosomas homólogos pueden ser intercambiadas. Hemos mostrado este proceso de *sobrecruzamiento* en la figura, con cromosomas en blanco y cromosomas en negro. El sobrecruzamiento es de suma importancia, por que permite a los genes una recombinación de cromosomas homólogos. En esta etapa de la profase se llegan a enganchar los filamentos del huso a los centrómeros o cinetócoros, que atan a los nuevos cromosomas duplicados.
- D. *Metafase.* El sobrecruzamiento de las porciones de los pares homólogos de cromosomas, se completa.
- E. *Anfase.* Los pares homólogos se empiezan a separar, y cada par emigra a un polo.

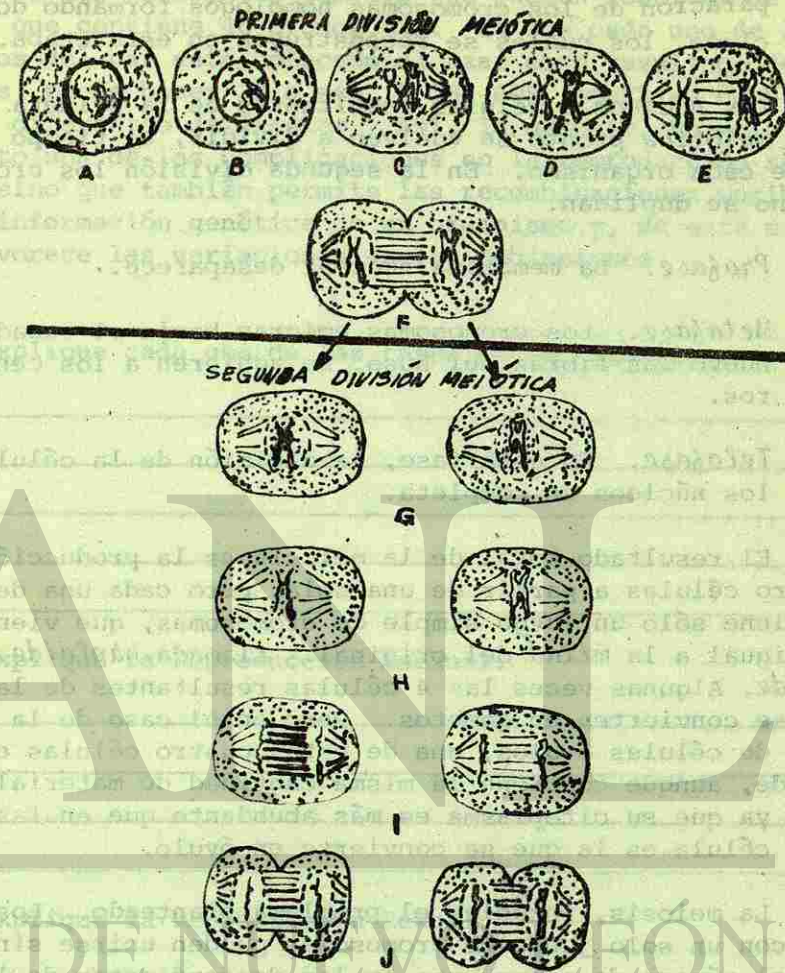


Fig. 14-11. Mecanismo de la meiosis en el cual ocurre una reducción cromática, observe los cambios en los cromosomas los cuales se han dibujado de diferente forma para observar bien los cambios y el proceso de sobrecruzamiento.

F. *Telofase*. A menudo, aunque no siempre, la célula se divide en la telofase, pero siempre se completa la separación de los cromosomas homólogos formando dos núcleos, los cuales se reconstruyen en esta etapa.

Los núcleos o células resultantes de la primera división meiótica pronto se vuelven a dividir, el tiempo depende de cada organismo. En la segunda división los cromosomas no se duplican.

G. *Profase*. La membrana nuclear desaparece.

H. *Metafase*. Los cromosomas emigran hacia el ecuador. De nuevo las fibras del huso, se adhieren a los centrómeros.

I. *Telofase*. En esta fase, la división de la célula y los núcleos se completa.

El resultado total de la meiosis es la producción de cuatro células a partir de una sola, pero cada una de ellas contiene sólo un *juego* simple de cromosomas, que viene a ser igual a la *mitad* del original. Llamada *haploide* o *monoploide*. Algunas veces las 4 células resultantes de la meiosis se convierten en gametos. Pero en el caso de la producción de células óvulos, una de estas cuatro células es más grande, aunque contiene la misma cantidad de material genético ya que su citoplasma es más abundante que en las otras. Esta célula es la que se convierte en óvulo.

La meiosis, resuelve el problema planteado. Los gametos con un solo juego de cromosomas pueden unirse sin aumentar el número de cromosomas en los descendientes de las próximas generaciones. Además de resolver el problema, la meiosis permite comprender otros beneficios que obtienen las poblaciones de organismos que emplean este proceso. Ya hemos visto que el sobrecruzamiento se efectúa en la primera meiosis. En los gametos humanos, que tienen 46 cromosomas, el sobrecruzamiento produce un intercambio de muchos genes. El resultado final es una mayor variación en los descendientes, y por lo tanto, quizás un aumento en las oportunidades

de sobrevivir de la población. Esta variación resultante del sobrecruzamiento parece muy pequeña, si consideramos el número de los diferentes gametos que pueden resultar de una célula que contiene 46 cromosomas. Ya que cada uno de los miembros del par está colocado al azar como resultado de la meiosis, puede haber 23 o sea, 8 388 608, posibles combinaciones diferentes de gametos. Así, la meiosis, no sólo ha resuelto una de las complicaciones en la reproducción sexual, sino que también permite las recombinaciones posibles de la información genética de un organismo y, de esta manera, favorece las variaciones en las poblaciones.

a) Explique cada una de las fases de la mitosis.

---

---

---

---

---

b) Explique la Reproducción Asexual.

---

---

---

---

---

c) Explique la Reproducción Sexual.

---

---

---

---

---

e) Explique el hermafroditismo y la partenogénesis.

---

---

---

---

---

---

---

---

f) Explique brevemente la importancia de la meiosis.

---

---

---

---

---

---

---

---

#### 14-3 MECANISMOS DE REPRODUCCIÓN EN ALGUNOS ORGANISMOS.

La gran capacidad para reproducirse es el común denominador de los organismos simples, los cuales los podemos encontrar fácilmente en cualquier medio ambiente. Dichos organismos presentan gran variedad de modelos básicos de reproducción; aquí estudiaremos algunos.

**Reproducción de bacterias.** Como las bacterias carecen de núcleo su DNA se encuentra esparcido en la célula; el tipo de reproducción más común es la *escisión binaria*, o sea la división en "dos" de una bacteria. Otros tipos de bacterias se reproducen por *gemación*, o sea por pequeñas yemas que emergen del cuerpo de la bacteria que se transformarán en bacterias adultas. Otro tipo es por *endosporas*, existen tipos de bacterias que producen las *endosporas*; las cuales son una etapa de la vida de la bacteria. En ocasiones y bajo condiciones adversas, los componentes de la célula bacteriana se reducen y cubren con una capa protectora que se desarrolla en el interior de la célula; la pared celular original se descompone y queda libre la *endospora*, la cual puede vivir en condiciones desfavorables; cuando éstas son

otra vez favorables, la cubierta de la endospora se abre y la "misma" bacteria emerge. Note la diferencia entre este tipo de reproducción y el tipo de reproducción por esporas de los hongos. (Fig. 14-12).

**Reproducción "sexual" de las bacterias.** Como dijimos, la principal ventaja de la reproducción sexual es que permite en una nueva población la combinación de genes diferentes. Esta recombinación produce una mayor variedad que ayuda a la población a sobrevivir a pesar de los cambios del medio ambiente.

El primer mecanismo de recombinación genética en bacterias se llama "*transformación*", en la cual ocurre recombinación a partir del DNA de una célula muerta creando nuevas características en células adyacentes vivas. Este mecanismo se descubrió en los estudios con neumococos de Griffith, el crió una cepa de neumococos sin cápsula en medios de cultivo que contenía células muertas con neumococos productores de cápsulas; el cultivo produjo neumococos con una nueva característica, las bacterias sin cápsulas llegaron a ser productoras de cápsulas. Dicha nueva cepa se produjo como consecuencia de la entrada del DNA de las células muertas a las células vivas creando dicha característica.

El 2º mecanismo de recombinación es el de *conjugación*, en el cual dos bacterias se unen físicamente por un puente citoplasmático, y al estar así unidas, transmiten su material genético de una a otra.

El 3er. mecanismo de recombinación puede ocurrir como resultado de una infección *viral*. El ácido nucleico viral acarrea información genética que es transcrita y usada dentro de la célula bacterial, y así puede producirse una nueva combinación de genes. (Fig. 14-13).

**Reproducción de algas verde-azuladas.** Las algas verde-azuladas se encuentran en todos los medios donde existe humedad y luz, en ellas no se ha observado la reproducción sexual. La reproducción asexual se efectúa principalmente por *división binaria* como las bacterias.



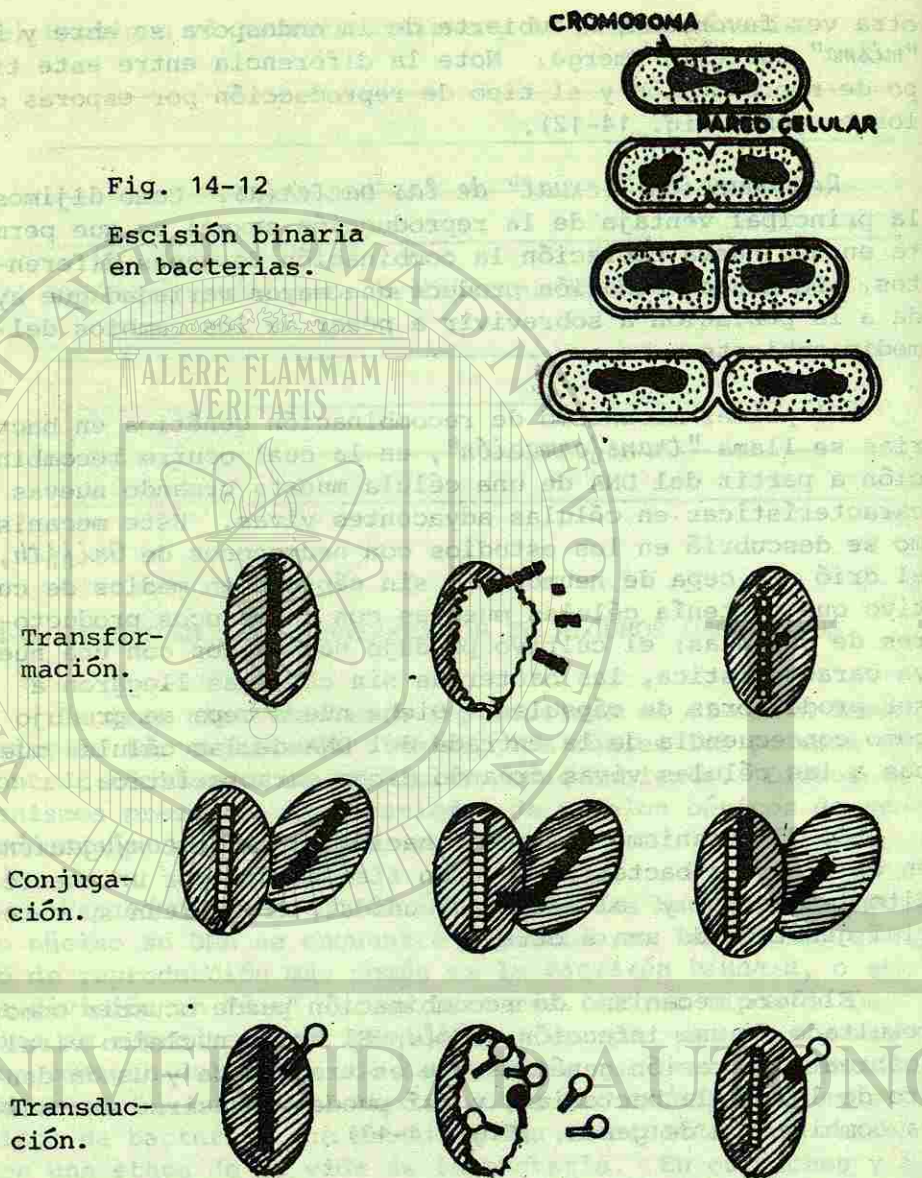


Fig. 14-12

Escisión binaria en bacterias.

Transformación.

Conjugación.

Transducción.

Fig. 14-13 Mecanismos por los cuales las bacterias obtienen combinaciones de genes.

REPRODUCCIÓN DE ALGAS Y HONGOS.

Reproducción de *Chlamydomonas*.- *Chlamydomonas* es un alga verde unicelular que nada en el agua por medio de dos flagelos. Muchas algas "verdes" se reproducen alternativamente por el método sexual y asexual. La reproducción asexual por mitosis celular. Específicamente, el interior de la célula *Chlamydomonas* empieza a dividirse produciendo dos o cuatro copias pequeñas de la célula original. Finalmente, se rompe la célula; las células hijas crecen y luego repetirán lo mismo. (Fig. 14-14).

En cierta etapa del ciclo de *Chlamydomonas*, la división celular aumenta considerablemente y se produce un gran número de pequeñas células. Estas células parecen ser gametos porque al ser liberadas dos de ellas se fusionan y dan lugar a una célula más grande: el cigoto. Se forma un nuevo individuo por reproducción sexual. Poco después de la fecundación (la fusión de los gametos), el nuevo cigoto forma una pared exterior dura que lo rodea. Sirve para proteger a la célula en condiciones adversas al medio y de este modo ayuda a la supervivencia de la población. Dentro de la cubierta, el cigoto que tiene un doble juego de cromosomas sufre una meiosis. De esto resultan cuatro células presentando cada una un juego de cromosomas. Son liberadas en el agua, ya libres continúan reproduciéndose asexualmente hasta que vuelven a producir gametos, con lo que se iniciará de nuevo la fase sexual de la reproducción.

*Spyrogira*. Normalmente se reproduce asexualmente por división meiótica celular. Aunque en el caso especial de esta alga, cada célula nueva permanece adherida a la célula original formando un filamento largo de células. Ocasionalmente, el filamento se romperá y al repetirse la división celular crecerán más filamentos. La reproducción por este método se efectúa abundantemente en los meses de verano, produciendo la "lama" que se ve en los pequeños charcos. Durante el otoño (como resultado de algún factor del medio), algunas células de filamentos adyacentes empiezan a desarrollar protuberancias en sus paredes celulares. Estas, finalmente, se convierten en puentes entre dos filamentos a tra

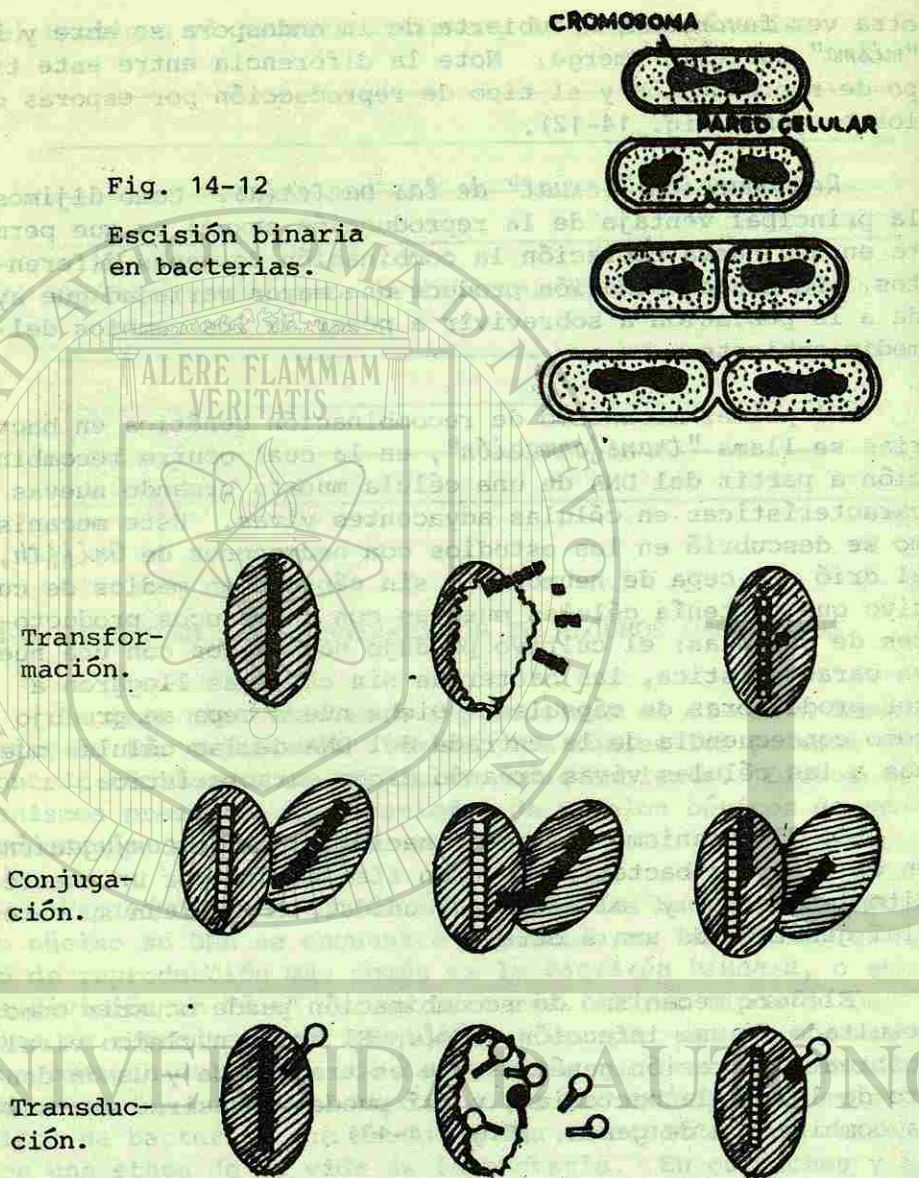


Fig. 14-12

Escisión binaria en bacterias.

Transformación.

Conjugación.

Transducción.

Fig. 14-13 Mecanismos por los cuales las bacterias obtienen combinaciones de genes.

REPRODUCCIÓN DE ALGAS Y HONGOS.

Reproducción de *Chlamydomonas*.- *Chlamydomonas* es un alga verde unicelular que nada en el agua por medio de dos flagelos. Muchas algas "verdes" se reproducen alternativamente por el método sexual y asexual. La reproducción asexual por mitosis celular. Específicamente, el interior de la célula *Chlamydomonas* empieza a dividirse produciendo dos o cuatro copias pequeñas de la célula original. Finalmente, se rompe la célula; las células hijas crecen y luego repetirán lo mismo. (Fig. 14-14).

En cierta etapa del ciclo de *Chlamydomonas*, la división celular aumenta considerablemente y se produce un gran número de pequeñas células. Estas células parecen ser gametos porque al ser liberadas dos de ellas se fusionan y dan lugar a una célula más grande: el cigoto. Se forma un nuevo individuo por reproducción sexual. Poco después de la fecundación (la fusión de los gametos), el nuevo cigoto forma una pared exterior dura que lo rodea. Sirve para proteger a la célula en condiciones adversas al medio y de este modo ayuda a la supervivencia de la población. Dentro de la cubierta, el cigoto que tiene un doble juego de cromosomas sufre una meiosis. De esto resultan cuatro células presentando cada una un juego de cromosomas. Son liberadas en el agua, ya libres continúan reproduciéndose asexualmente hasta que vuelven a producir gametos, con lo que se iniciará de nuevo la fase sexual de la reproducción.

*Spyrogira*. Normalmente se reproduce asexualmente por división meiótica celular. Aunque en el caso especial de esta alga, cada célula nueva permanece adherida a la célula original formando un filamento largo de células. Ocasionalmente, el filamento se romperá y al repetirse la división celular crecerán más filamentos. La reproducción por este método se efectúa abundantemente en los meses de verano, produciendo la "lama" que se ve en los pequeños charcos. Durante el otoño (como resultado de algún factor del medio), algunas células de filamentos adyacentes empiezan a desarrollar protuberancias en sus paredes celulares. Estas, finalmente, se convierten en puentes entre dos filamentos a tra

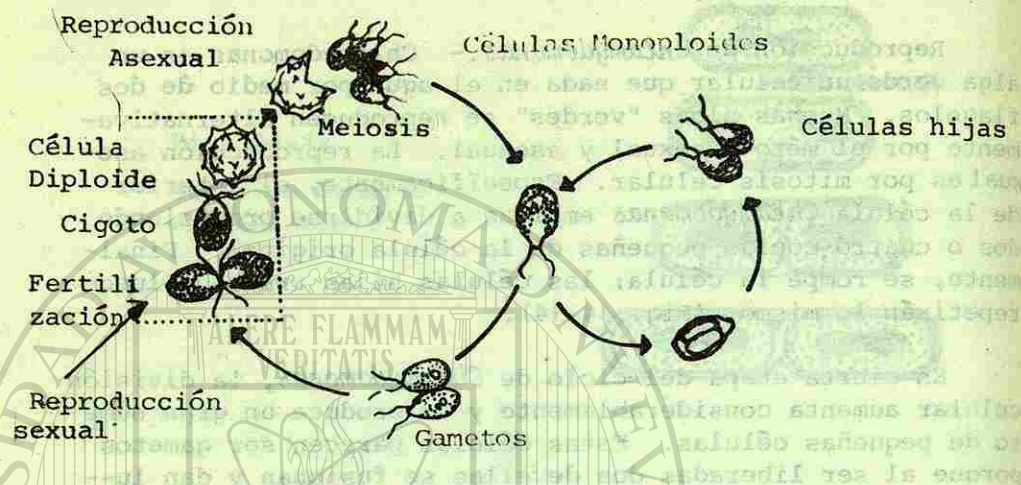


Fig. 14-14. Ciclo Vital de Chlamydomonas

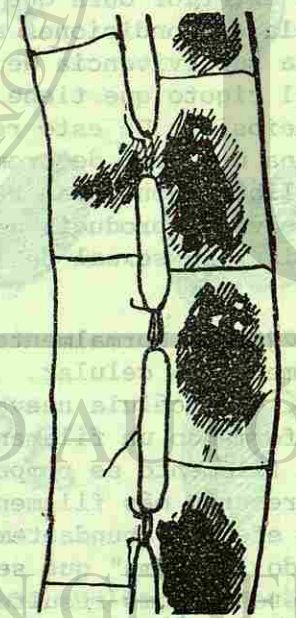


Fig. 14-15. Conjugación de Spyrogyra

vés de los cuales se va deslizando el contenido de una célula a otra. Durante la conjugación los núcleos se fusionan y producen cigotos. Poco después, cada cigoto produce una capa exterior que sirve para protegerlo y a la vez, ayuda en la supervivencia de la población de *Spyrogyra*. Antes de que germine el cigoto, experimenta dos divisiones meióticas resultando cuatro esporas con un solo juego de cromosomas cada una de ellas. Sólo una sobrevive y se reproduce. (Fig. 14-15).

**Reproducción de Rhizopus,** El hongo común del pan, *Rhizopus*, ilustra el modelo de reproducción de los hongos. Modelo reproductivo común de especies de hongos que crecen en la materia orgánica muerta. Sin embargo, es necesario hacer resaltar que los hongos pueden presentar varios y complejos ciclos de vida. Esto es notable en muchos hongos parásitos.

Si se observa el crecimiento de *Rhizopus*, en el pan o en las frutas, se verá como una masa de filamentos blancos. Si se mira con cuidado nos daremos cuenta de que existen pequeñas estructuras negras, dispersadas a través de la masa de filamentos. Estas son las *hifas* que representan el cuerpo principal del organismo. Las estructuras negras son los *esporangios* o recipientes de esporas que se desarrollan en el extremo de ciertas hifas.

*Rhizopus* se reproduce asexualmente, por esporas que se desarrollan en el esporangio. En una época determinada se reproduce por medios sexuales. Cuando se juntan las hifas de dos cepas de *Rhizopus* se efectúa una forma de conjugación. Las hifas que se encuentran frente a frente desarrollan tubos que constituyen el puente que conectará a los dos filamentos. En la parte interna de estos tubos (progametangios), se forman paredes perpendiculares a las de los tubos, mismo que separan sendas porciones de protoplasma (gametangios). Produce el mismo efecto que dos gametos, porque luego se disuelve la pared que hay entre ellos y se fusionan los núcleos de los gametangios. Después, el cigoto produce una cubierta gruesa resistente a las condiciones severas del medio ambiente. La meiosis tiene lugar produciendo esporas que de nuevo tienen sólo un juego de cromosomas. Bajo condiciones

favorables se rompe la cubierta gruesa y las esporas se desarrollan en nuevas hifas. (Fig. 14-16).

#### REPRODUCCIÓN DE PROTOZOARIOS.

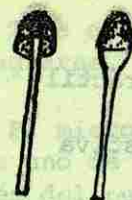
**Reproducción del Paramecium.** El *paramecium* es uno de los microorganismos mejor conocidos. Puede encontrarse en aguas estancadas. Al microscopio aparece como un organismo en forma de sandalia, deslizándose y rodando dentro y fuera del campo visual como resultado del movimiento que produce al batir los cilios que cubren su cuerpo. (Fig. 14-17).

La forma de reproducción del *paramecium* es algo diferente a la de los microorganismos que hemos estudiado hasta ahora. Cuando el *paramecium* se reproduce asexualmente, por división celular, el macronúcleo no parece dividirse por mitosis; simplemente parece hendirse en dos partes más o menos iguales. Los micronúcleos se dividen por mitosis; el número exacto de ellos depende del tipo de *paramecium*. Sin embargo, el proceso difiere ligeramente de la mitosis ordinaria. La membrana nuclear permanece intacta durante el proceso debido a que el huso se forma dentro del micronúcleo. Durante la mitosis se observan pares de cromosomas. Esto indica que el *paramecium* tiene 2 juegos de cromosomas. Esta condición diploide es notablemente diferente a la de los organismos que habíamos considerado previamente.

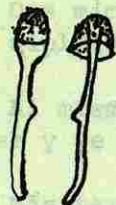
Un tipo de reproducción sexual muy interesante se realiza en el *paramecium*. Sigamos la descripción con el diagrama. Ocasionalmente, dos miembros de una población se unirán entre ellos para formar una especie de puente citoplásmico. Es un tipo de conjugación no muy corriente. (Fig. 14-18).

A. En el primer paso, los micronúcleos (sólo uno de ellos se ha dibujado para mayor claridad) de cada célula sufren la meiosis.

B. Del proceso resultan 4 micronúcleos en cada célula con un solo juego de cromosomas en cada uno.

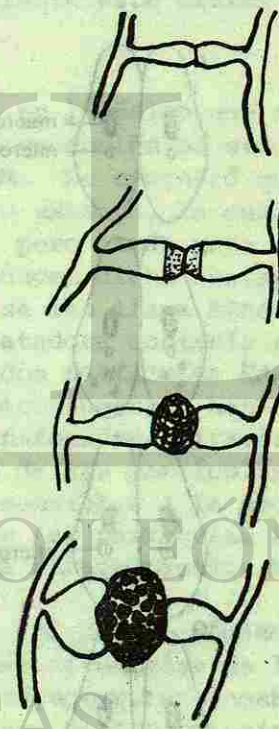


Esporangios



Hifas

Fig. 14-16 Rhizopus; secuencia de acontecimiento al fusionarse dos hifas.



Cigoto

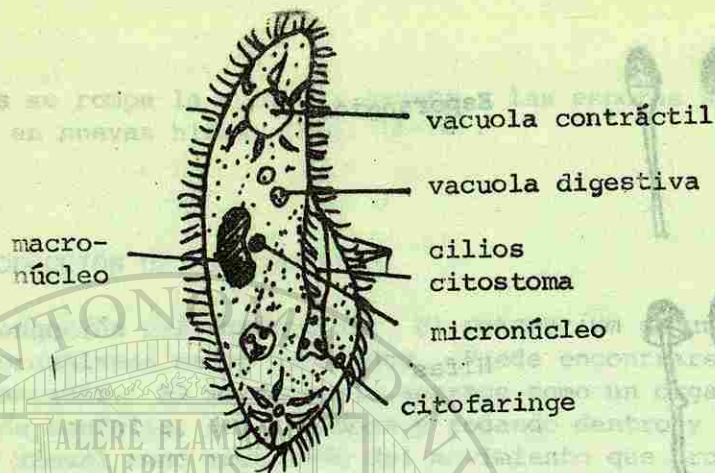


Figura 14-17. Paramecium.

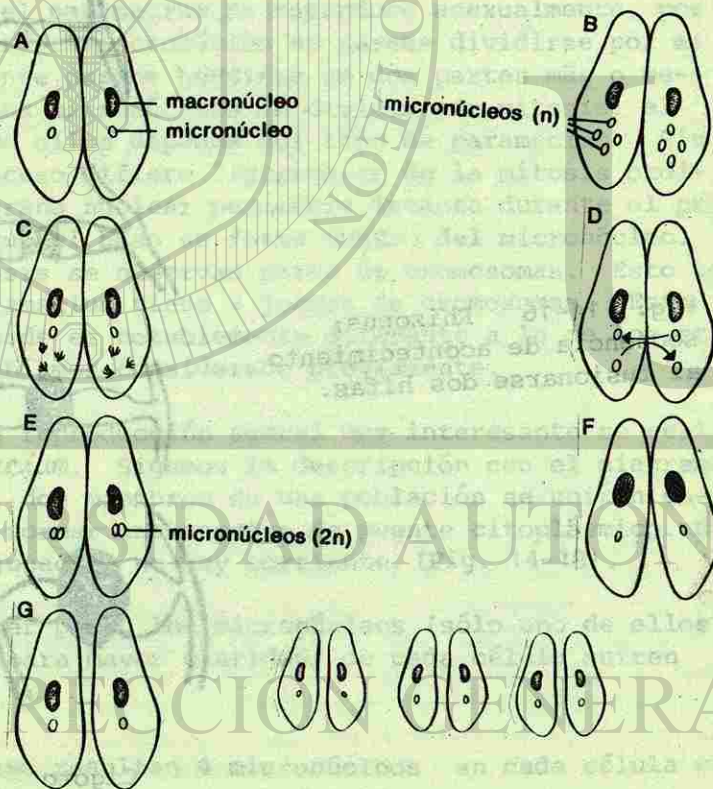


Figura 14 - 18. Reproducción sexual de paramecium.

C. Tres de los micronúcleos de cada célula comienzan a desintegrarse.

D. El micronúcleo restante experimenta mitosis. Inmediatamente uno de los micronúcleos hijos de cada célula pasa a través del puente citoplásmico hacia la otra célula.

E. Dos micronúcleos monoploides se funden y crean la condición diploide.

F. Al mismo tiempo, los macronúcleos empiezan a desintegrarse y se separan las dos paramecias.

G. Más tarde, el micronúcleo diploide experimenta numerosas divisiones por mitosis. Dependiente de la clase de paramecia un número determinado de micronúcleos se unirán para formar el nuevo macronúcleo. Durante este último período la célula se divide en dos.

Normalmente, el micronúcleo es lo único que se intercambia durante la conjugación. Una excepción ha sido descubierta en ciertas cepas de *paramecium*. Se encontró que una cepa segrega una sustancia en el medio externo, la cual puede matar a otras cepas de *paramecium*, pero jamás mata a ninguna de su propia clase. Las que producen dicha sustancia se les llama *matadoras*; a las que mata se les llama *sensitivas*. Más tarde se descubrió que la cepa matadora contenía en su citoplasma cuerpos pequeños denominados *partículas kappa*. Numerosos experimentos con paramecias conjugantes han demostrado que las partículas kappa son transferidas a través del puente citoplásmico. Los receptores de las partículas kappa se convierten en matadores y son insensibles a la secreción. Los biólogos están interesados en las partículas kappa porque ofrecen un ejemplo más de una característica hereditaria

**Reproducción de plasmodium.** El género *plasmodium* incluye muchas especies que son las más difundidas de los parásitos del hombre. Son cuatro las especies responsables de la malaria, enfermedad que ha sido uno de los principales azotes de la humanidad. El modelo reproductivo de un plasmodium es parecido al de otros parásitos. Durante el ciclo

completo de su vida, un plasmodium debe pasar por períodos alternativos de reproducción sexual y asexual. En suma, el parásito debe pasar gran parte de su vida en dos organismos diferentes o huéspedes.

El huésped principal o *primario*, para el parásito es el mosquito *anopheles*. Mientras el plasmodium se encuentra en el campo del mosquito se verifica la fase sexual de reproducción. El hombre es el huésped *intermediario* para especies que lo infecta. Mientras se encuentra en el interior del huésped intermediario el parásito se reproduce asexualmente.

Para seguir el ciclo de vida de una de las especies de plasmodium que infecta al hombre, supongamos que un mosquito infectado ha picado la piel de algún huésped intermediario. Esporas monoploides son inyectadas en la sangre a través de la saliva del mosquito. Estas esporas normalmente fluyen a través del torrente sanguíneo hasta llegar al hígado o al bazo donde permanecen aproximadamente doce días. Vuelven al torrente sanguíneo y penetran en los glóbulos rojos. Dentro de estos se multiplican asexualmente por división celular, destruyendo en el proceso los glóbulos rojos. A intervalos, las esporas rompen los glóbulos rojos en los cuales se han multiplicado, procediendo a infectar otras células. Este período de ruptura de los glóbulos rojos, es en principio, responsable de la alta fiebre y escalofríos que sufren los enfermos de malaria.

La fase sexual del ciclo se inicia cuando el mosquito *anopheles* extrae la sangre de un huésped intermediario infectado. Algunas de las esporas que han sido succionadas hacia el estómago del mosquito son capaces de desarrollarse en gametozoides que fertilizan a otros más grandes. El cigoto resultante sufre una división rápida, resultando numerosas esporas que emigran a las glándulas salivales del mosquito listas para continuar el ciclo.

Este ciclo complejo ofrece al hombre numerosas formas para controlar este parásito. En el caso del plasmodium, lo más simple ha sido eliminar o reducir lo más posible la población del huésped primario: el mosquito *anopheles*. Secando

o destruyendo de alguna manera las áreas donde ellos se crían, se ha encontrado un decrecimiento en la incidencia de la malaria. (Fig. 14-19).

a) Explique los mecanismos de recombinación genética en bacterias.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

b) Explique la reproducción en:

1) Chlamidomonas:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2) Spyrogyra:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3) Rhizopus:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

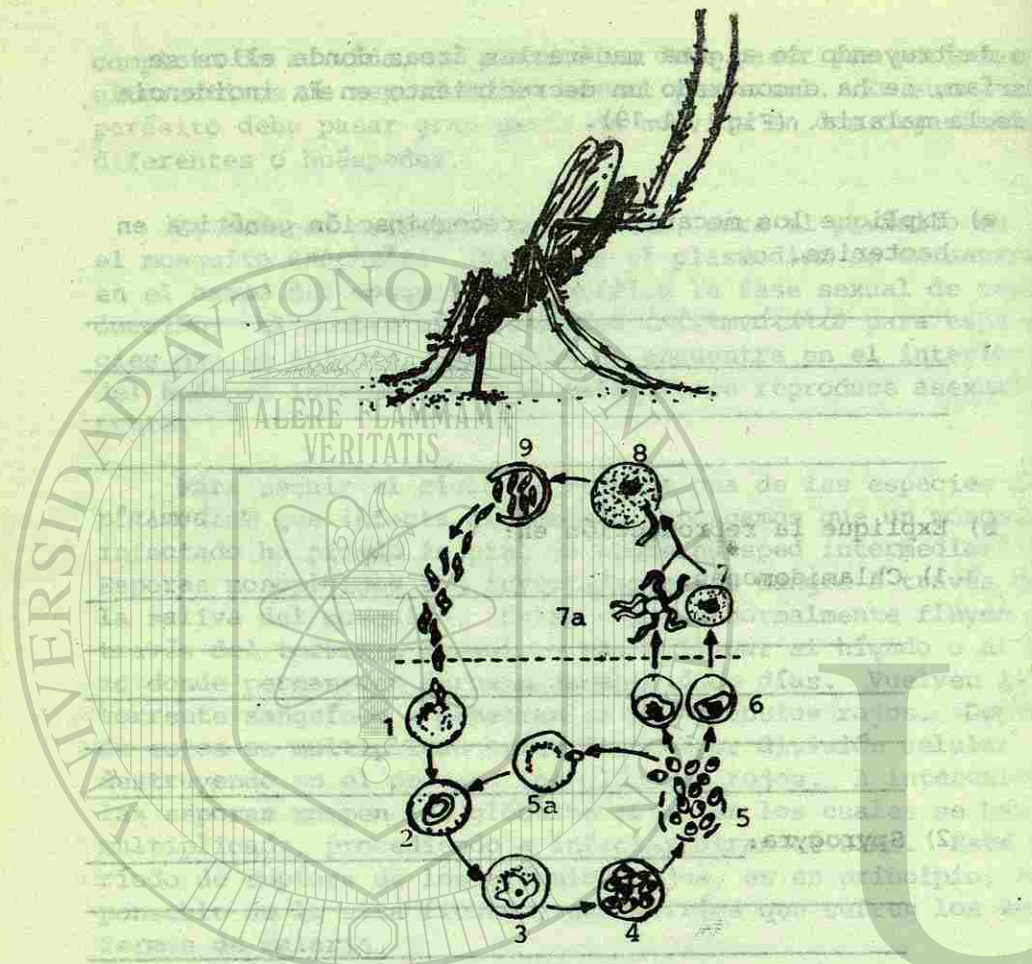
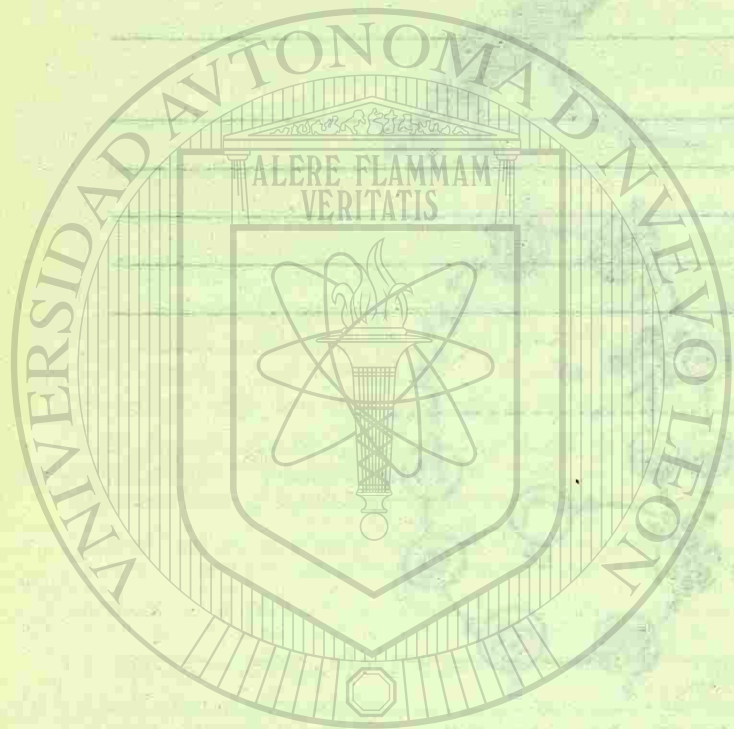


Figura 14-19. Reproducción de plasmodium.  
 La hembra anopheles es la portadora del plasmodium; que causa la malaria. El ciclo comienza con una invasión del endoparásito a los glóbulos rojos (1). En ellos se desarrolla en forma de anillo y estado amiboideo (2,3), sufriendo una división asexual (4) y, finalmente, causa la ruptura de la célula (5). Las esporas infectan otros glóbulos rojos (5a) o se desarrollan sexualmente (6). Cuando son succionadas por el mosquito se convierten en óvulos y espermatozoides (7,7a), sufren la fertilización (8) se enquistan (9). El ciclo comienza de nuevo cuando el mosquito pica otra vez.

- 4) Paramecium: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_
- 5) Plasmodium: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

MATERIAL DE ESTUDIO RECOPIADO DE:

- B.S.C.S. Universidad de Antioquía.  
Biología del Hombre y su Ambiente.  
Ed. Norma. - Bogotá Colombia.
- C.M.E.B.  
Biología. (Universidad, diversidad y continuidad de los seres vivos).  
C.E.C.S.A - 1a. Ed. - 1972.
- Ehrlich, Holm y Soulé.  
Introducción a la Biología.  
Libros McGraw-Hill. - 1a. Ed. - 1974.
- Engel L.  
El Mar.  
Colección de la Naturaleza de Time Life, Ed. Offset Multicolor 1974.
- Forb P.  
Ecología.  
Colección de la Naturaleza de Time Life.- Ed. Offset Multicolor - 1974.
- Kimball J. W.  
Biología.  
Fondo Educativo Interamericano - 3a. Ed. - 1975.
- Nelson, Robinson y Boolootian.  
Conceptos Fundamentales de Biología.  
Ed. Limusa - 1a. Ed. - México, 1975.
- Orr.  
Biología de los Vertebrados.  
Ed. Interamericana - 3a. Ed. - 1974.



Smallwood y Green.

Biología.

Ed. P.C.S.A., 6a. Reimpresión de la 1a. Ed. México, 1976.

The Open University.

Unidad y Diversidad.

Mc Graw-Hill - 1974.

Ville, Claude A.

Biología.

Ed. Interamericana - 6a. Ed. - 1974.

Welch, Claude A., Arnon, Daniel I, Cochran Harold, M y otros.

Ciencias Biológicas, (de las moléculas del hombre).

Ed. C.E.C.S.A. - 5a. Ed. - 1975.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



U A N L

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECA