

PREPARATORIA 15



# BIOLOGIA II

2º Semestre

Preparatoria  
Núm.15



OH315  
S22

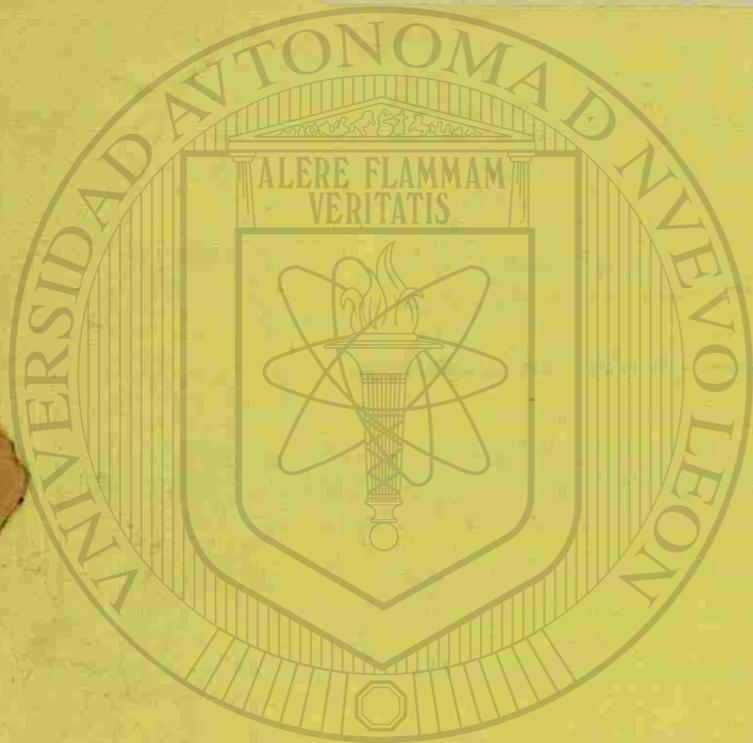
# BIOLOGIA II

20 SEMESTRE

0112-95260



1020115147



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



BIBLIOTECA CENTRAL  
Sección Libro Alquilado

LIBRO No. 2127

FECHA Marzo 11/85

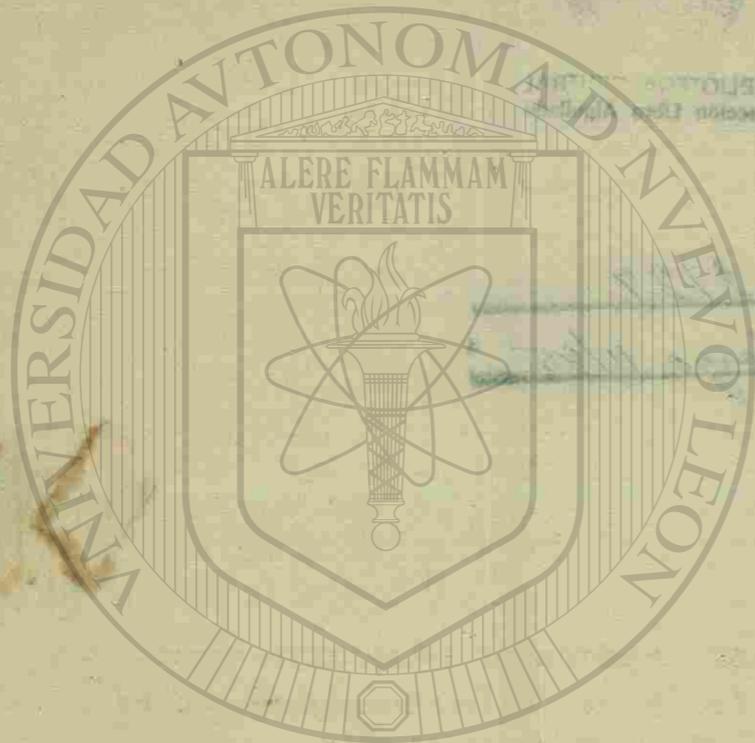
U A N L

ADVERTENCIAS:

Cumple con el plazo, otros necesitarán el mismo libro.  
Cuida los libros, son tuyos y de la Universidad. Si DAÑAS UN LIBRO tienes que sustituirlo.

9127

B I O L O G Í A    I I .

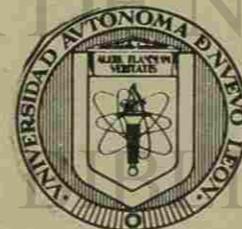


# JUANITO

Biól. José Angel Salazar Guajardo.  
Biól. Héctor Valentín Medina Pedraza.  
Biól. Sergio Montoya Pedraza.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



QH 315  
S 22



## ÍNDICE.

PÁG.

### UNIDAD

I

#### RESPIRACIÓN: MODELO AUTÓTROFO.

1-1 La molécula de la energía.	4
1-2 Flujo de energía en los sistemas vivientes.	4
1-3 Modelo autótrofo.	5
1-4 Factores que actúan en la fotosíntesis.	6
1-5 Absorción de la energía.	7
1-6 Síntesis en los cloroplastos.	10

II

#### RESPIRACIÓN: MODELO HETERÓTROFO.

2-1 Modelo heterótrofo.	11
2-2 Enzimas.	11
2-3 Centrales de energía.	13
2-4 Respiración -el "fuego" de la vida.	16
2-5 Combustibles y oxidación en la respiración.	17
2-6 Respiración celular.	17
2-7 Fermentación.	19
2-8 Usos de la energía celular.	20

### III TEJIDOS Y ÓRGANOS DE LAS PLANTAS.

3-1 El tallo.	24
3-2 La hoja.	38
3-3 La raíz.	45

UNIDAD		PÁG.
IV	TEJIDOS ANIMALES.	
	4-1 Formación de los tejidos.-----	54
	4-2 Tipos de tejidos.-----	54
	4-3 Órganos.-----	65
	4-4 Sistemas orgánicos.-----	66
	4-5 Tejido muscular.-----	68
	4-6 Tejido nervioso.-----	73
V	TAXONOMÍA.	
	5-1 Consideraciones generales sobre clasificación.-----	83
	5-2 Criterios para clasificación.---	93
	5-3 Taxonomía.-----	101
VI	LOS VIRUS.	
	6-1 Descubrimiento de los virus.---	105
	6-2 Estructura y función de los vi- rus.-----	111
	6-3 Control de enfermedades causadas por virus.-----	116
VII	REINOS MONERA Y PROTISTA.	
	7-1 Reino monera.-----	125
	7-2 Reino protista.-----	129
	BIBLIOGRAFÍA.	141

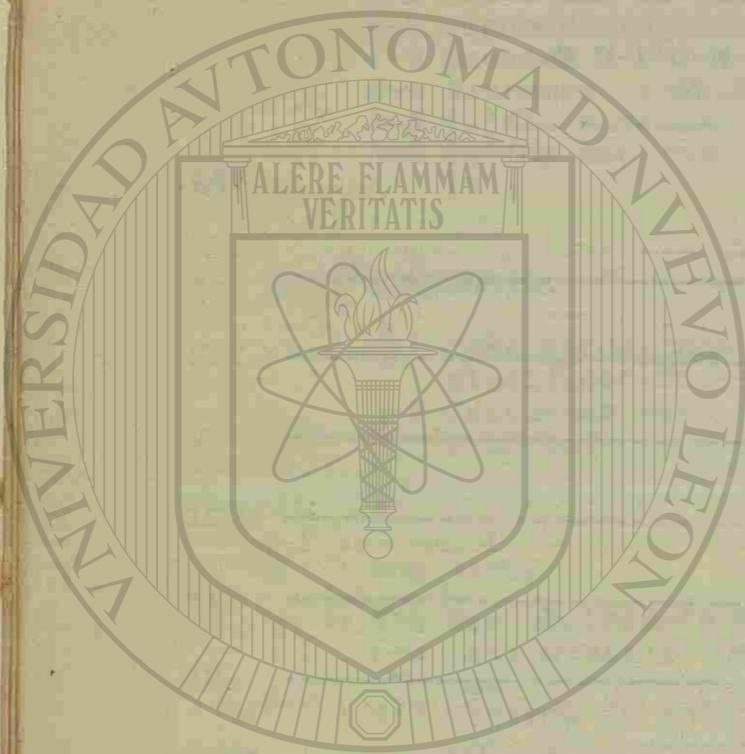
## ÍNDICE.

	PÁG.
UNIDAD I. -----	I
UNIDAD II. -----	III
UNIDAD III. -----	V
UNIDAD IV. -----	VII
UNIDAD V. -----	IX
UNIDAD VI. -----	XI
UNIDAD VII. -----	XIII

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

2o. SEMESTRE.

BIOLOGÍA.

UNIDAD I.

RESPIRACIÓN: MODELO AUTÓTROFO.

INTRODUCCIÓN.

La luz solar es la energía que finalmente convertida por las plantas en compuestos de energía química, serán obtenidas por los animales para realizar todas las actividades vitales necesarias. En esta unidad se verán algunos procesos de estra transformación.

OBJETIVOS.

Al término de esta unidad, el alumno será capaz de:

- 1.- Diferenciar los tres tipos de transformación de la energía en los seres vivos.
- 2.- Describir el flujo de energía en los sistemas vivientes.
- 3.- Describir el modelo autótrofo y su ecuación en forma simple.
- 4.- Enumerar los factores que actúan en la fotosíntesis y su origen.
- 5.- Describir el proceso de absorción de la energía.
- 6.- Explicar la síntesis bioquímica realizada en los cloroplastos.

#### PROCEDIMIENTO DE APRENDIZAJE.

- 1.- Lee cuidadosamente todo el material, poniendo especial atención en los diagramas y reacciones químicas.
- 2.- Contesta las preguntas que se encuentran entre el texto.
- 3.- Apóyate en un compañero o en tu maestro para verificar si comprendes lo que te pide cada objetivo.
- 4.- Todas las dudas resuélvelas con tu maestro.

#### AUTOEVALUACIÓN.

Como autoevaluación, contesta las preguntas que tu maestro te entregará.

#### UNIDAD I.

#### RESPIRACIÓN: MODELO AUTÓTROFO.

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 procesa acero, ¿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 qué 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.

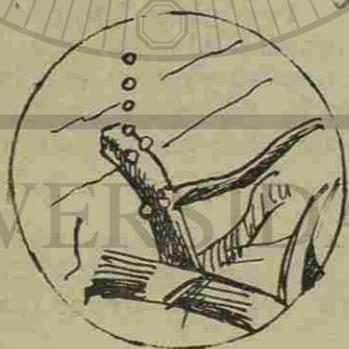
La esencia de la vida misma es el flujo interminable de energía que circula por el interior de una célula, de una célula a otra y de un organismo a otro.

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:

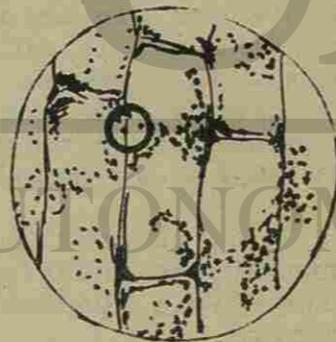
a) La energía radiante de la luz solar es capturada mediante un pigmento verde presente en las plantas verdes llamado *clorofila*. Dicha energía es transformada mediante el proceso de *fotosíntesis* en energía química para la manufactura de carbohidratos.

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*.

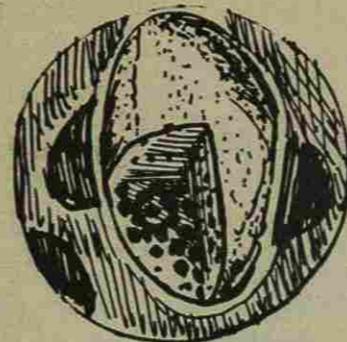
c) El tercer tipo de transformación de la energía ocurre cuando la energía química de estos *enlaces fosfatos* es utilizada por las células para hacer algún tipo de trabajo. Por ejemplo el trabajo mecánico de una contracción muscular, o un trabajo eléctrico de conducir un impulso nervioso.



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*.



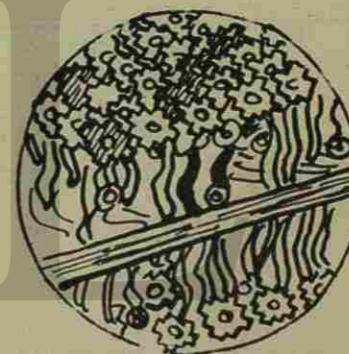
Al aumentar el círculo se observa la forma del cloroplasto.



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



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



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

Fig. 1.

### 1-1 LA MOLÉCULA DE LA ENERGÍA.

El segundo 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.

---

---

---

---

---

---

---

---

### 1-2 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 todas las energías proceden del mundo vegetal. Por ejemplo, el coyote que subsiste a base de conejos y éstos 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 fuerza 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?

---

---

---

---

---

---

---

---

### 1-3 MODELO AUTÓTROFO.

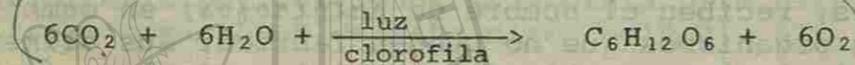
Todas las plantas verdes poseen ciertos organelos llamados cloroplastos, que son unas estructuras de color verde, fácilmente reconocibles con el microscopio fotónico. El color de estos organelos proviene de un pigmento llamado clorofila.

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?

#### 1-4 FACTORES QUE ACTÚAN EN LA FOTOSÍNTESIS.

Para que se realice la fotosíntesis en las plantas es necesario la participación de bióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), el cual es un componente natural del aire y es el donador del carbono y oxígeno para la producción de azúcar. El agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) que procede del suelo absorbida por la raíz hasta las partes verdes de las plantas, se disocia y pasan los hidrógenos a la formación de azúcar; y el  $\text{O}_2$  que queda como subproducto final en la fotosíntesis, es liberado a la atmósfera para ser utilizado por plantas y animales. La luz, de la cual sólo se utilizan

los rayos rojos y azules del espectro visible es obtenida del sol y es la causa de la excitación a las moléculas de clorofila moviendo los electrones de un nivel energético a otro y provoca la ruptura de las moléculas de agua.

La energía que se absorbe en este proceso es transformada en energía química en forma de ATP (Adenosintrifosfato) y pasar luego a la glucosa, producto más importante de la fotosíntesis.

#### 1-5 ABSORCIÓN DE LA ENERGÍA.

Antes de llegar a las hojas verdes la luz solar es absorbida por gases, polvos y vapores de la atmósfera. Una parte de la luz que incide en la hoja es transmitida a través de la misma, otra parte es reflejada y una pequeña parte es absorbida. La que es absorbida depende de la estructura de la hoja y otros factores que a veces llega al 50 % de la energía solar recibida.

Solamente la radiación absorbida es la que se utiliza para la fotosíntesis. De ésta es usada en éstas reacciones alrededor del 3 % y con frecuencia un máximo del 1 % a plena luz solar, la que es convertida en energía química.

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.

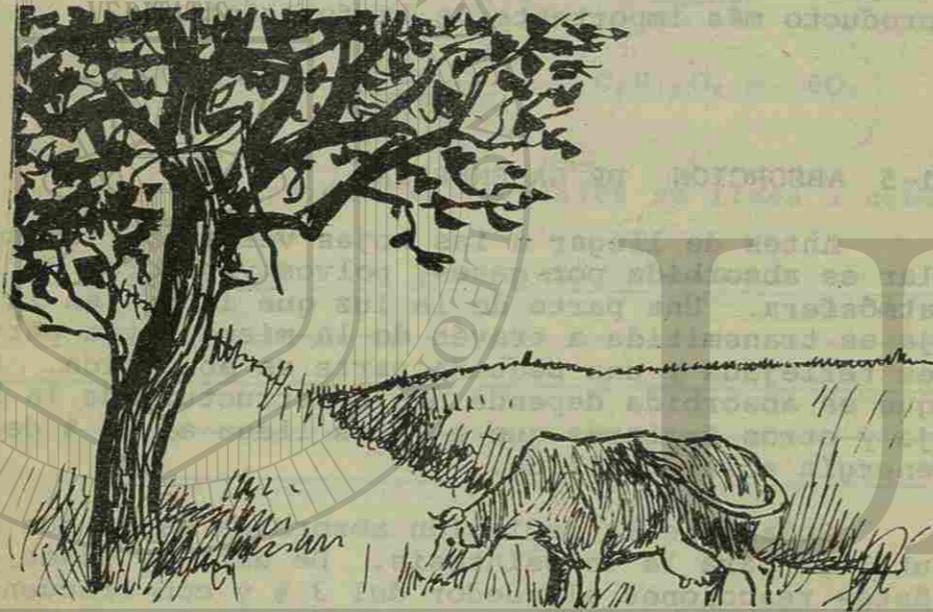


Fig. 2.

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.

*Estudiar*

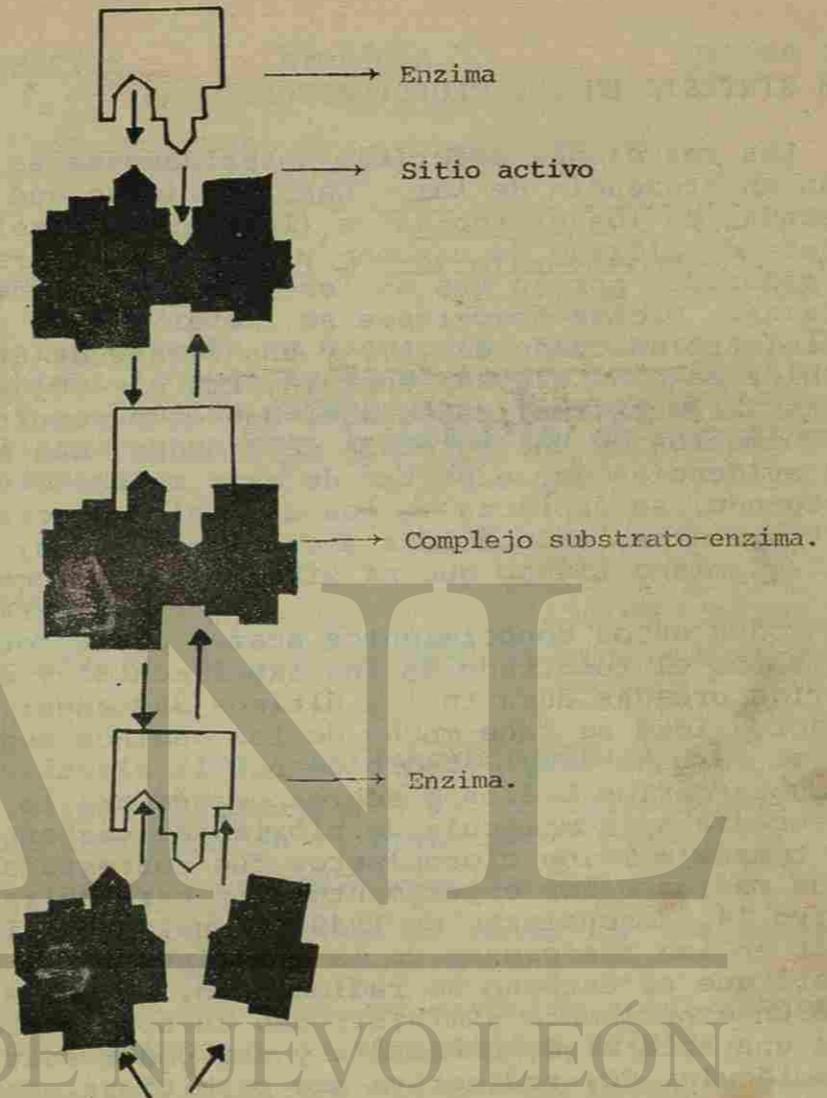


Fig. 3.

Las enzimas son catalizadores orgánicos muy específicos; funcionan como una llave y su cerradura.

## 1-6 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 oscuridad 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 contestada más tarde mediante los experimentos con carbono radioactivo 14, 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 *chromatografía* se pudieron analizar los productos fotosintéticos.

## RESPIRACIÓN: MODELO HETERÓTROFO.

### INTRODUCCIÓN.

La respiración es el proceso que junto con la fotosíntesis completan el ciclo del intercambio de gases y producción de energía. En esta unidad veremos el aprovechamiento y producción de energía en los animales.

### OBJETIVOS.

Al término de esta unidad, el alumno será capaz de:

- 1.- Definir enzima y su función química.
- 2.- Explicar la producción de moléculas de ATP y su uso posterior en el organismo.
- 3.- Definir combustión y respiración.
- 4.- Explicar el mecanismo de oxidación que se lleva a cabo durante la respiración.
- 5.- Describir los procesos aerobios y anaerobios comprendidos en la respiración celular.
- 6.- Describir la fermentación como forma de respiración; reconociendo los productos que en ella intervienen.
- 7.- Enumerar los usos de la energía celular en los seres vivos, según su libro de texto.

## 1-6 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 oscuridad 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 contestada más tarde mediante los experimentos con carbono radioactivo 14, 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 *chromatografía* se pudieron analizar los productos fotosintéticos.

## RESPIRACIÓN: MODELO HETERÓTROFO.

### INTRODUCCIÓN.

La respiración es el proceso que junto con la fotosíntesis completan el ciclo del intercambio de gases y producción de energía. En esta unidad veremos el aprovechamiento y producción de energía en los animales.

### OBJETIVOS.

Al término de esta unidad, el alumno será capaz de:

- 1.- Definir enzima y su función química.
- 2.- Explicar la producción de moléculas de ATP y su uso posterior en el organismo.
- 3.- Definir combustión y respiración.
- 4.- Explicar el mecanismo de oxidación que se lleva a cabo durante la respiración.
- 5.- Describir los procesos aerobios y anaerobios comprendidos en la respiración celular.
- 6.- Describir la fermentación como forma de respiración; reconociendo los productos que en ella intervienen.
- 7.- Enumerar los usos de la energía celular en los seres vivos, según su libro de texto.

#### PROCEDIMIENTO DE APRENDIZAJE.

- 1.- Lee cuidadosamente todo el material, poniendo especial atención en los diagramas y reacciones químicas.
- 2.- Contesta las preguntas que se encuentran entre el texto.
- 3.- Apóyate en un compañero o en tu maestro para verificar si comprendes lo que te pide cada objetivo.
- 4.- Todas las dudas resuélvelas con tu maestro.

#### AUTOEVALUACIÓN.

Como autoevaluación contesta las preguntas que tu maestro te entregará.

#### UNIDAD II.

#### RESPIRACIÓN: MODELO HETERÓTROFO.

##### 2-1 MODELO HETERÓTROFO.

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.

##### 2-2 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

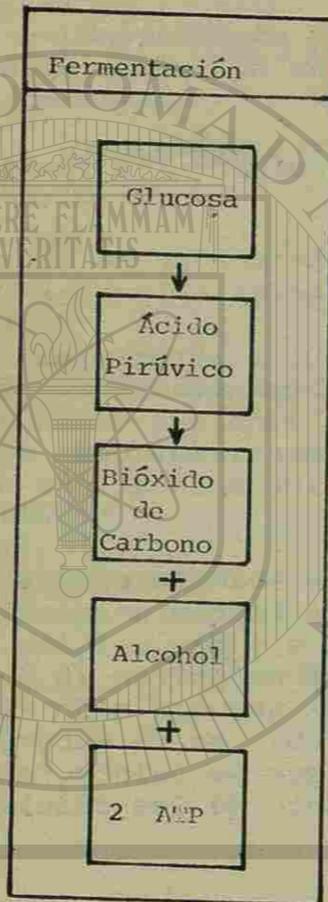


Fig. 1. En la respiración anaerobia se producen 2 moléculas de ATP por cada molécula de glucosa.

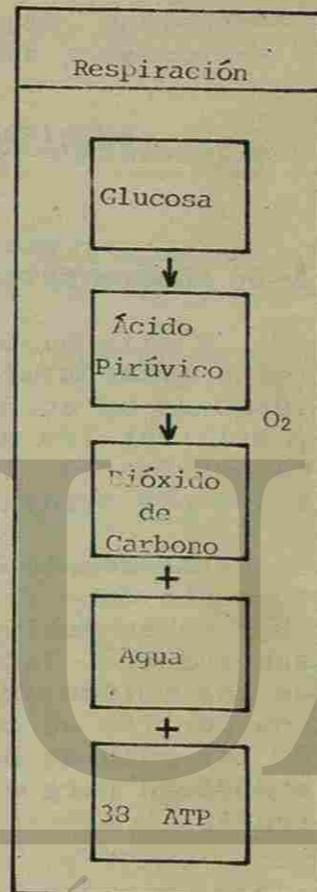


Fig. 2. En la respiración aerobia se producen 38 moléculas de ATP por cada molécula de glucosa.

catalizadores son moléculas de proteína denominadas enzimas, las cuales a menudo están unidas a una parte no proteica.

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 encaja exactamente como la cerradura y la llave. Por lo tanto, la función de la enzima está determinada por su estructura química.

### 2-3 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. Los compuestos orgánicos son: la ribosa, formada 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.

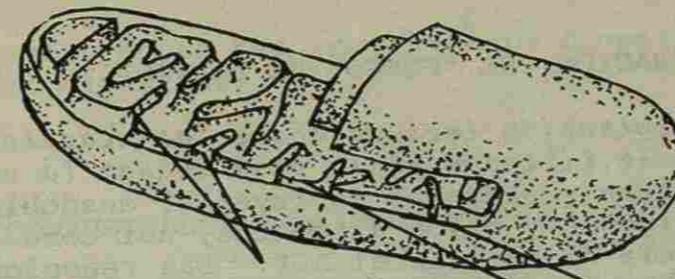
El ATP es usado y resintetizado continuamente, cuando un ATP libera un grupo fosfato rico en energía, se convierte en "difosfato de adenosina" (ADP) y cuando libera 2 grupos se convierte en monofosfato de adenosina (AMP). Para formar nuevamente una molécula de ATP, el ADP se combina con un grupo fosfato,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

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 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 proporciona 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.



Crestas

Pared Externa

Pared Interna.

Fig. 4-4 Estructura de una Mitocondria.

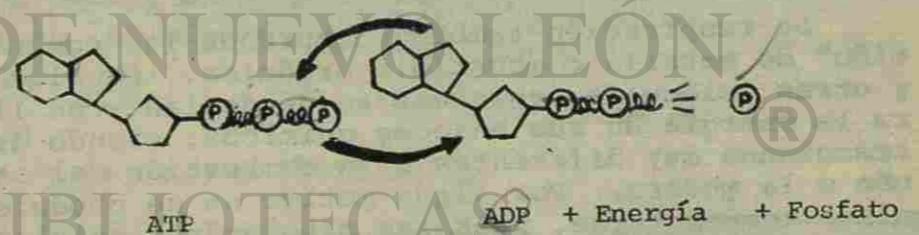
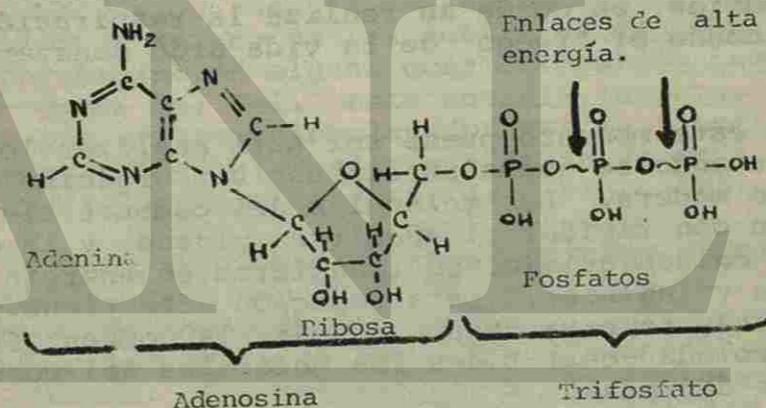


Fig. 3. Fórmula química del trifosfato de adenosina.

#### 2-4 RESPIRACIÓN -EL "FUEGO" DE LA VIDA.

La respiración incluye todas las reacciones en las cuales se libera energía para apoyar la vida celular. Estas reacciones incluyen el desdoblamiento de la glucosa y otros alimentos, así como la transferencia de energía al ATP. Las reacciones que se producen exactamente, los productos formados y la cantidad de energía liberada pueden variar, pero la respiración en cualquier forma, es necesaria para la vida de toda célula.

Al hablar de respiración, tendemos a pensar en la respiración humana; no obstante, esta última es sólo un intercambio de gases entre el cuerpo y la atmósfera. En el cuerpo celular, sobre todo en las mitocondrias, es donde se realiza la respiración. Es ahí donde el "fuego" de la vida arde constantemente.

En este momento puede ser útil analizar lo que sucede cuando se quema un combustible orgánico como carbón o madera. Las moléculas del combustible se degradan con rapidez al añadirse oxígeno, y la energía del enlace químico se transforma en energía calorífica y luminosa. Esta reacción sólo tiene lugar a altas temperaturas. Además, la combustión no es controlada -casi todas las moléculas del combustible se degradan.

La respiración también comprende la "combustión" de materia combustible orgánica. La glucosa y otras moléculas orgánicas se desdoblan y se libera la energía de sus enlaces químicos, siendo éstas reacciones muy diferentes a la combustión del carbón o la madera. Por algún motivo no se producen altas temperaturas, pues las mitocondrias celulares no las tolerarían. Así, la respiración es un proceso controlado que ocurre en pequeños pasos, cada uno de los cuales libera una pequeña cantidad de energía. Las enzimas respiratorias controlan estos

procesos y hacen que ocurran a la temperatura normal del organismo.

#### 2-5 COMBUSTIBLES Y OXIDACIÓN EN LA RESPIRACIÓN.

Cualquier molécula orgánica que haya en una célula puede ser combustible para la respiración. Entre estas moléculas se encuentran glucosa, ácidos grasos y glicerol, así como aminoácidos e incluso vitaminas y enzimas.

La energía química se almacena en los enlaces que mantienen unidos a los átomos en las moléculas y cuando las moléculas se desdoblan, los enlaces se rompen y su energía es liberada. La energía química de enlace de las moléculas de combustibles orgánicos fue en alguna ocasión energía luminosa procedente del Sol. Esta energía luminosa quedó almacenada en las moléculas durante la fotosíntesis, y de este modo, la energía química de enlace liberada en la respiración se originó en el Sol.

¿Cómo se libera exactamente esta energía? La respuesta es: por medio de la oxidación. La oxidación puede implicar la adición de oxígeno o la pérdida de hidrógeno en una molécula, por lo general de glucosa. En cualquier caso, la energía es liberada; en la mayoría de las oxidaciones que se producen en las células se elimina hidrógeno.

#### 2-6 RESPIRACIÓN CELULAR.

En la respiración celular, la glucosa se desdobla en dos etapas principales, la segunda de las cuales requiere oxígeno molecular. Estas etapas abarcan una serie de reacciones y en ambas partici-

pan muchas enzimas respiratorias; sin embargo, se las puede resumir como sigue:

La primera etapa se denomina *anaerobia* puesto que no requiere oxígeno molecular. Esta etapa transcurre fuera de la mitocondria. En esta serie de reacciones se utilizan 12 enzimas, y el principal resultado consiste en que una molécula de glucosa se desdobra en dos moléculas de tres carbonos de *ácido pirúvico*. Dos moléculas de ATP suministran la energía necesaria para este proceso; sin embargo, se libera suficiente energía al romper la molécula de glucosa y formar cuatro moléculas de ATP. Hay una ganancia real de dos moléculas de ATP. La energía liberada es un 7 por 100 de la energía existente en la molécula de glucosa. El resto de la energía permanece en los enlaces de las moléculas de *ácido pirúvico*.

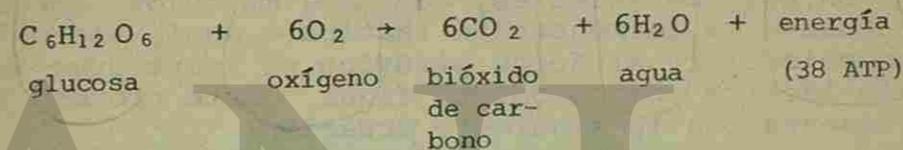
La segunda etapa es la *aerobia* que requiere oxígeno molecular. En esta etapa, se desdobra el *ácido pirúvico*, se desprenden agua y *bióxido de carbono* y se libera energía. Esta etapa incluye dos series principales de pasos.

En primer término, dos átomos de hidrógeno y una molécula de *bióxido de carbono* se desprenden de cada molécula de *ácido pirúvico*. De ahí resultan dos moléculas de *ácido acético*; el *bióxido de carbono* se libera y el *ácido acético* entra a una mitocondria. Así, cada molécula de *ácido acético* se une a un *ácido de cuatro carbonos* ya presente, resultando de ello dos moléculas de seis carbonos de *ácido cítrico*. A medida que continúa el ciclo, un átomo de carbono se desprende del *ácido cítrico*, se forman en seguida *ácido de cinco carbonos* y se desprende *bióxido de carbono*. En otro paso se desprende un segundo átomo de carbono, con lo cual se obtiene un *ácido de cuatro carbonos* que se combina con más *ácido acético* y repite el ciclo. Nuevamente el *carbono* se une con el oxígeno molecular y se libera como

*bióxido de carbono*.

Durante el ciclo del *ácido cítrico* también se libera hidrógeno. En la segunda parte de la etapa *aerobia*, este hidrógeno participa en una serie de reacciones denominadas *transporte de hidrógeno*. Durante estas reacciones, la energía es almacenada en el ATP que se forma a partir de ADP. Por último, los átomos de hidrógeno se combinan con oxígeno y forman agua.

Las etapas de la respiración celular se resumen en la siguiente ecuación:



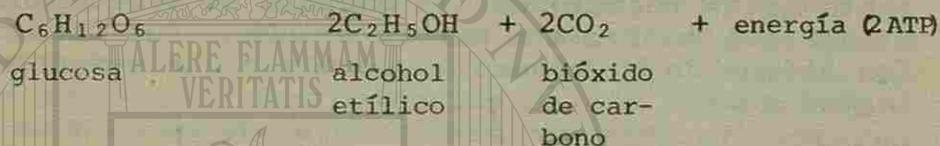
La energía útil almacenada en ambas etapas proviene de 38 moléculas del ATP. Esto representa entre 55 y 60 por 100 del total de la energía de enlace en una molécula de glucosa.

## 2-7 FERMENTACIÓN.

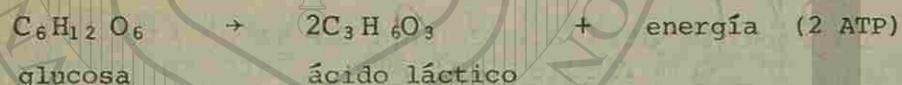
Otra clase de respiración es la *fermentación*. En este proceso, la glucosa también se desdobra por la acción enzimática; sin embargo, en este caso no interviene el oxígeno molecular.

La fermentación principia en gran parte como la respiración celular. La glucosa se divide y forma dos moléculas de *ácido pirúvico*, liberándose una pequeña cantidad de energía. A partir de ese punto, el *ácido pirúvico* puede desdoblarse en dos formas distintas.

En las levaduras y algunos otros organismos, una molécula de bióxido de carbono es liberada del ácido pirúvico; a continuación, el producto formado se degrada al producto final, o sea, alcohol etílico. Este proceso, conocido como fermentación alcohólica, puede representarse así:



En tejidos animales, como los músculos, puede efectuarse la fermentación láctica. Aquí, sin oxígeno molecular, el ácido pirúvico se transforma a ácido láctico como producto final. Este proceso se representa con la siguiente ecuación:

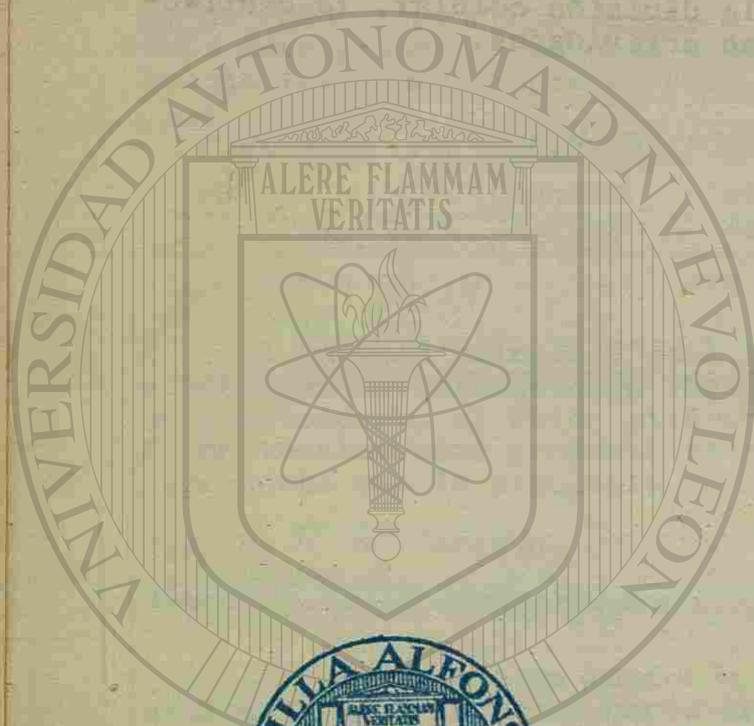


Cabe hacer notar que durante la fermentación el ATP almacena y libera mucho menos energía que durante la respiración aerobia. La mayor parte de la energía de la glucosa permanece en los enlaces químicos de los productos finales de la fermentación.

2-8 USOS DE LA ENERGÍA CELULAR.

¿Qué sucede con la energía liberada a partir de la glucosa durante la respiración? Una parte se libera en forma de calor, y en los animales de sangre caliente, este calor mantiene constante la temperatura del cuerpo. La energía restante, almacenada en el ATP, puede liberarse para ser utilizada en muchas actividades celulares, para formar al-

midones, grasas y aceites, ácidos nucleicos y proteínas y otras sustancias. También mantiene el transporte activo, la división celular, la contracción muscular y otras actividades.



LIBRO ALQUILADO

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

2o. SEMESTRE.

BIOLOGÍA.

UNIDAD III.

### TEJIDOS Y ÓRGANOS DE LAS PLANTAS.

#### INTRODUCCIÓN.

Tanto en plantas como animales las células se reúnen para formar tejidos y éstos, a su vez, son formadores de órganos.

En esta unidad veremos el órgano embrionario de éstos y la función de cada uno en los diferentes grupos de vegetales.

#### OBJETIVOS.

- 1.- Distinguir en las plantas los tejidos simples y complejos.
- 2.- Distinguir la función y localización de los meristemos.
- 3.- Describir una sección longitudinal media del ápice en crecimiento de un tallo.
- 4.- Explicar y describir el desarrollo y crecimiento del tallo a partir de los tejidos primarios.
- 5.- Explicar y describir el desarrollo del tallo a partir de los meristemos secundarios.
- 6.- Diferenciar tallos herbáceos y tallos leñosos.
- 7.- Describir las características externas del tallo.
- 8.- Explicar y describir el desarrollo y crecimiento de la hoja y sus partes.

- 9.- Explicar y describir el desarrollo y crecimiento de la raíz y sus partes.

#### PROCEDIMIENTO DE APRENDIZAJE.

- 1.- Lee cuidadosamente todo el material, poniendo especial atención en los diagramas y reacciones químicas.
- 2.- Contesta las preguntas que se encuentran entre el texto.
- 3.- Apóyate en un compañero o en tu maestro, para verificar si comprendes lo que te pide cada objetivo.
- 4.- Todas las dudas resuélvelas con tu maestro.

#### AUTOEVALUACIÓN.

Como autoevaluación, contesta las preguntas que te entregará tu maestro.

#### UNIDAD II.

#### TEJIDOS Y ÓRGANOS DE LAS PLANTAS.

Al tratar los diversos tipos de células, se indicó que las características estructurales tales como el tamaño, la forma, el grosor de la pared y los tipos de plastos, están relacionados con la función de una célula. Sin embargo, al hacer el estudio de tallado de una planta con semillas (espermafita), se encontrará que estas células especializadas rara vez sirven solas, sino que están asociadas y actúan junto con otras células del mismo tipo. De esta manera, los elementos de los vasos están dispuestos extremo con extremo, formando una unidad conductora de cierta longitud. En forma similar, las fibras en grupos dan un sosten bastante más efectivo del que daría una sola fibra. La elaboración de alimentos en la planta se consigue mediante masas de células con clorofila. Frecuentemente, para el desempeño de una función general, se asocian dos o más tipos de células. (Tales grupos celulares de trabajo, con células relacionadas en estructura o en función, constituyen los tejidos de la planta. Estos se llaman simples cuando están compuestos de un solo tipo de células y complejos cuando están formados de dos o más tipos.)

Los tejidos se encuentran en ciertas combinaciones y relaciones espaciales en los diversos órganos de la planta: los tallos, las hojas, las raíces y las estructuras reproductoras. Cada órgano tiene una forma característica y desempeña alguna función principal de la planta. La forma y la función del órgano están, por supuesto, relacionadas con el ti-

po y la disposición de sus tejidos y células componentes. Se verá que la disposición final de todos los tejidos y órganos es el resultado de un desarrollo ordenado y progresivo que comienza en el ápice del tallo y de la raíz.

(El crecimiento y el desarrollo continuo de un tallo o de una raíz dependen de un suministro continuado de nuevas células las que, en último término, maduran y toman sus lugares como células especializadas funcionales. Este suministro se debe a la acción de un grupo de células perpetuamente juveniles, en el extremo de los ejes. Dicho grupo de células constituye un tejido formativo conocido como *meristemo* y las células que integran un meristemo son *células meristemáticas*.) (Un meristemo localizado en el extremo de un tallo o de una raíz es llamado *meristemo apical*, para distinguirlo de otros que se encuentran en otras partes de la planta. Las células del meristemo apical son típicamente pequeñas, compactas, de pared delgada y no claramente vacuoladas.)

### 3-1 EL TALLO.

(La producción de nuevas células se lleva a cabo mediante la división en dos de cada célula meristemática. Sin embargo, puede verse que las nuevas células idénticas tendrán destinos diferentes, al examinar una sección longitudinal media del ápice en crecimiento de un tallo.) (La masa hemisférica de células del ápice es el meristemo apical por debajo del cual están los primordios foliares, los más jóvenes y más pequeños de los cuales están en la parte superior.) Los primordios más largos y de más edad se superponen típicamente al meristemo apical y lo envuelven. Las células de los primordios foliares son meristemáticas por un tiempo limitado, en contraste con las del meristemo apical. Así que,

aunque el extremo libre del tallo puede crecer indefinidamente, las hojas de la planta pronto alcanzan su tamaño definitivo. (El sitio de origen de un primordio foliar en el tallo se llama *nudo* y la porción del tallo entre dos nudos sucesivos, *entrenudo*.) (El ángulo formado por un primordio foliar y el entrenudo superior es la *axila* de la hoja, y en este sitio el primordio foliar forma normalmente una *yema lateral*. La yema lateral o yema axilar, se puede desarrollar en una rama, la cual tiene la misma estructura que el tallo principal.)

(El alargamiento del tallo ocurre principalmente como resultado del agrandamiento de las células de los entrenudos, comenzando inmediatamente por debajo del primer nudo y extendiéndose a cierta distancia, hacia abajo.) La iniciación del crecimiento de las yemas latentes de invierno de las plantas leñosas, resulta del rápido alargamiento de los entrenudos, a medida que las altas temperaturas y la mayor disponibilidad de agua regresan en la primavera.

### TEJIDOS PRIMARIOS DEL TALLO.

El desarrollo del tallo maduro a partir de células embrionarias, inmediatamente por debajo del meristemo apical tiene lugar en una forma ordenada. Una de las primeras indicaciones de maduración es la diferenciación de una capa superficial de una célula de grueso.

(Esto se consigue por divisiones tangenciales de las células superficiales.) Las células exteriores, así producidas, maduran rápidamente como células epidérmicas. De esta manera, los tallos adquieren una cubierta protectora superficial desde fases muy tempranas de su desarrollo. A menudo, unas cuantas capas celulares por dentro de la epidermis maduran formando colénquima, el cual ayuda a sostener el delicado ápice del tallo.) En una sección

transversal hecha a corta distancia por debajo del ápice, se pueden ver grupos aislados de células pequeñas dispuestas en círculo. Estos grupos se han formado por la división longitudinal continuada de células en esas zonas, y son conspicuas debido al denso citoplasma y a la pequeña área en sección transversal de las células así formadas. (En una sección longitudinal del ápice del tallo, se ve que estos grupos son cordones de células alargadas, los *cordones provasculares*. Estos se transforman en los primeros tejidos vasculares del tallo, por maduración de las células, en varios tipos especializados.)

La maduración comienza por diferenciación que ocurre, primeramente, en los márgenes exteriores del cordón y, algo más tarde, en los márgenes interiores. Siguiendo hacia adentro del punto de iniciación, las células de la mitad exterior del cordón maduran en elementos de los tubos cribosos (con células acompañantes) o en células cribosas y pequeñas células especializadas de parénquima. Las células provasculares, cercanas al margen interior, maduran en elementos de los vasos anuales o espiralados o traqueidas, y éstos son seguidos sucesivamente hacia afuera por una secuencia de miembros escalariformes, reticulados y punteados asociados a menudo con parénquima especializada y unas cuantas fibras leñosas.

(Las traqueidas o los elementos de los vasos diferenciados y las células asociadas que ocupan la mitad interna del cordón constituyen el *xilema primario* o *leño primario*. Los elementos de los tubos cribosos y las células asociadas constituyen el *floema primario*. El xilema y el floema primarios constituyen juntos el *tejido vascular primario*. Con la diferenciación del tejido vascular, una sección del tallo se observa claramente zonada. Por debajo de la epidermis hay una ancha zona de células parenquimáticas que se extienden hacia adentro, hasta el

tejido vascular. Esta es la *corteza*. Hacia adentro del tejido vascular se encuentra un centro de parénquima, la *médula*.) Las bandas de parénquima dispuestas radialmente son los *radios medulares*. Cada cordón de tejido vascular, que consisten de xilema y floema, es un haz vascular. En ocasiones, los cordones provasculares, originalmente aislados, se unen lateralmente, produciendo un cilindro hueco que madura como un cilindro completo de tejido vascular primario.

(En las regiones nodales del tallo, donde se originan las yemas foliares y rameales, los tejidos vasculares del tallo conectan con los de dichas yemas. Los cordones vasculares que van hacia las hojas y ramas se llaman *trazas foliares* y *trazas rameales*. En el sitio donde una traza sale del tejido vascular primario del tallo, deja una abertura en el cilindro vascular justo por encima de su punto de salida. Esta abertura se llama *laguna foliar* o *laguna rameal*.) Cuando son bastante altas y se extienden por más de un entrenudo o cuando los entrenudos son muy cortos, las lagunas traslapadas en nudos sucesivos disecan al cilindro vascular en muchos haces separados, como puede verse en sección transversal. En el crecimiento secundario de los tallos (que será descrito en la siguiente sección) las lagunas foliares y rameales están cerradas y enterradas profundamente por la superposición de tejidos secundarios.

Ciertas especies, como las de las gramíneas, poseen, además del meristemo apical usual, una zona meristemática persistente, localizada en la base de cada entrenudo. Estos *meristemos intercalares* pueden permanecer activos por algún tiempo, muchos después de que han madurado por completo las otras partes del entrenudo. El crecimiento de las células producidas por estos meristemos contribuye grandemente al rápido alargamiento del tallo. Los meristemos intercalares, eventualmente, dejan de funcionar

y sus células maduran para hacerse tejidos permanentes.

Los tejidos descritos se llaman *tejidos primarios* porque se forman directamente de células producidas en el ápice en crecimiento del tallo. Muchas plantas anuales delicadas y de vida corta tienen solamente tejidos primarios.

#### TEJIDOS SECUNDARIOS DEL TALLO.

Los tallos de árboles y arbustos y, también, los de plantas anuales más toscas, tienen capacidad para la producción continua de tejidos, más allá de los primarios. Este *crecimiento secundario* puede ser de larga duración y es la razón del continuado incremento de diámetro de los troncos de árboles y los tallos de arbustos, un año tras otro; o puede ser de corta duración y contribuir a dar la consistencia leñosa de las bases de los tallos de plantas anuales toscas. En los tallos perennes, las diversas fases, en el desarrollo de los tejidos primarios, son las mismas que las previamente descritas, excepto que la maduración hacia afuera del xilema primario y la maduración hacia adentro del floema se detienen, cuanto están a punto de encontrarse en el centro del cordón provascular. De esta manera, entre el xilema primario y el floema primario queda un corto arco de células provasculares. Al terminar el crecimiento primario, por lo común durante las primeras semanas de una estación de crecimiento, las células provasculares residuales se dividen activamente y, por lo tanto, se transforman en un *meristema secundario* llamado *cámbium vascular*. Es un meristema secundario, porque se forma después de que se ha completado el crecimiento primario, a partir de células formadas originalmente por el meristema apical. Las nuevas células, producidas por la división de las células cambiales, al madurar for-

man elementos del *xilema secundario* y elementos del *floema secundario*. El xilema secundario queda en la cara exterior del xilema primario y el floema secundario en la cara interior del floema primario. De las dos células que resultan de la división de una célula cambial, solamente una madura; su célula hermana permanece meristemática.

Los elementos de los vasos o traqueidas del xilema secundario son de tipo punteado. Ocasionalmente, la acción cambial produce también fibras leñosas y células parenquimáticas del leño. Los elementos de los tubos cribosos o las células cribosas del floema secundario no difieren en forma significativa de las del floema primario y están asociadas con fibras floemáticas y parénquima floemático. Los elementos del xilema secundario tienen típicos engrosamientos lignificados. Son fuertes y comparativamente incompresibles, en contraste con los delicados elementos del floema, de pared delgada. Los ajustes de espacio requeridos, como resultado de la acumulación de tejidos vasculares secundarios, se harían, por lo tanto, a expensas del floema primario el cual es aplastado progresivamente, a medida que nuevos tejidos secundarios presionan hacia afuera. De esta manera el floema primario es reemplazado por un floema secundario.

A medida que el xilema secundario continúa acumulándose, el cilindro de cambium completo aumenta en circunferencia por una ocasional división radial de algunas de sus células. De esta manera, en efecto, el cambium se mueve hacia afuera, a medida que aumenta el xilema secundario. La extensión radial del floema permanece casi constante, puesto que el floema secundario, en la misma forma que el floema primario fue aplastado por el floema secundario, formado en primer lugar.

En los tallos, donde los haces vasculares primarios están separados por radios medulares, las

secciones del cámbium vascular dentro de los haces quedan a veces conectadas por una banda meristemática que se desarrolla a través del radio. Estos nuevos meristemas secundarios son *interfasciculares*, esto es, están entre los haces vasculares. En algunos tallos, el cámbium interfascicular produce más tejido del radio y los radios se alargan, a medida que los haces vasculares aumentan radialmente. En estos tallos se preservará la individualidad de los haces vasculares. En otros tallos, el cámbium interfascicular produce xilema y floema secundarios. De esta manera los haces vasculares separados pueden quedar unidos por tejidos vasculares secundarios, en un cilindro continuo.

Los radios secundarios, llamados *radios vasculares*, que completan los radios medulares, son formados también por el cámbium. Estos pueden iniciarse en varios puntos en el xilema secundario y se extienden hacia afuera, hacia el floema o a través del mismo. Tienen extensión vertical limitada y son como pequeñas láminas de parénquima, insertadas entre los elementos vasculares. Como en los radios medulares, hay vías de movimiento lateral de materiales. En las células de los radios se acumulan frecuentemente almidón y cristales.

(Solamente los tejidos que están por dentro del cámbium son verdaderamente permanentes, mientras que los que están hacia afuera son reemplazados, a medida que prosigue el aumento en diámetro del tallo. El incremento en diámetro de los tallos perennes, por lo tanto, está relacionado directamente con la producción de xilema secundario. En regiones templadas, donde el ciclo estacional presenta períodos alternadamente favorables y desfavorables para el crecimiento, el xilema secundario, por lo común, se forman en bandas concéntricas claramente delimitadas. Cada banda, normalmente, representa la producción del leño de un año y se llama *anillo de crecimiento anual*.) La demarcación de un anillo

de crecimiento anual a partir de otro, refleja el hecho de que la actividad cambial es vigorosa en primavera y las condiciones prevalecientes más favorables para el crecimiento celular, dan como resultado elementos xilemáticos de mayor tamaño que en el verano. En las gimnospermas, como el pino, las traqueidas formadas en primavera son grandes, mientras que las formadas en el verano son más pequeñas. En las angiospermas, como en encino, el *leño de primavera* puede tener una proporción de vasos muy alta, mientras que el *leño de verano* tiene una predominancia de fibras leñosas. De aquí que el cambio abrupto en el tamaño o el tipo de las células, marca el límite entre el leño de verano del crecimiento de un año y el leño de primavera del año siguiente. En cualquier anillo de crecimiento anual, por supuesto, el leño de primavera está por dentro del leño de verano. Los anillos de crecimiento anual están, generalmente, ausentes, o son indiferenciables en el leño formado en regiones donde las condiciones favorables de crecimiento prevalecen durante todo el año. (El ancho radial de los anillos de crecimiento anual y las proporciones del leño de primavera con respecto al de invierno son por lo común diversos, reflejando diferencias de las condiciones ambientales de un año a otro, a medida que el cámbium forma los anillos. Las condiciones tales como sequía, bajas temperaturas, pobre aereación del suelo y competencia excesiva, que afectan adversamente el crecimiento de las plantas, se reflejan generalmente en la formación de anillos angostos.)

Aunque a la producción de xilema secundario de cada año la llamamos "anillo", es de hecho un cono de xilema con la punta abierta, que encierra al cono del año previo y se extiende más allá de él. Por lo tanto, el xilema secundario del tronco de un árbol puede ser visualizado apropiadamente como una serie de conos de extremo abierto cada vez más largos y apilados uno sobre otro, siendo el más largo y externo el formado en último lugar. Como, gene--

ralmente, se forma un solo anillo de crecimiento cada año, una cuenta de los anillos en la base del tronco, donde están presentes todos los anillos, indicará la edad del árbol. La edad de una rama puede ser determinado en forma similar, ya que, su estructura, es una réplica de la del tallo principal.

Las ramas que se originan en el tallo primario mueren a veces, por una u otra razón, después de crecer unos pocos años, y se desprenden de la superficie del tronco. La sección interior de tales ramas, que se extiende hacia adentro, hasta los tejidos primarios quedará enterrada cada vez más profundamente por el crecimiento secundario directo del tallo. La rama muerta y enterrada, endurecida por la acumulación de resinas, gomas y taninos, se reconocerá como un nudo en la madera aserrada del tronco.

En muchas especies de árboles, a medida que éstos se hacen más viejos, la conducción de agua y sustancias disueltas por el xilema secundario queda limitada a la porción externa o más joven de ese tejido. Por lo común, solamente unos pocos anillos de crecimiento anual son activos en la conducción, en un momento dado. Esta porción activa del xilema se llama *albura*. En los anillos más viejos, más cerca del centro del tronco, los vasos quedan comúnmente ocluidos por el crecimiento intrusivo de células de parénquima circundante, a través de los poros, en las paredes de los vasos, así como también por depósitos de gomas y resinas. El leño inactivo no conductor, se llama *duramen*. A medida que cada año se agrega más albura por la actividad del cambium, la albura vieja se convierte en duramen, aproximadamente en la misma proporción. Por lo tanto, el grosor radial del cilindro de albura permanece bastante constante a través de los años, y el del duramen aumenta.

En muchas especies de árboles, el duramen sufre cambios químicos, por la acumulación de sustancias tales como resinas, aceites, gomas y taninos. La acumulación de estos materiales causa comúnmente que el duramen sea más oscuro y más duro que la albura. En el cedro rojo (*Juniperus virginiana*) y en otras especies, el depósito de aceites y taninos en el duramen hace que sean más resistentes a la descomposición y a los ataques de los insectos. Los postes de este cedro son muy apreciados para cercas, debido a esta propiedad. Los tablones y las vigas cortadas del duramen de especies maderables son más fuertes y duraderos que los obtenidos de la albura.

La madera de diferentes especies de árboles difiere mucho en su conveniencia para usos específicos. Densidad, dureza, flexibilidad, resistencia a choques, fuerza de compresión, textura, resistencia a la deformación y resistencia a las rajaduras, son algunas características de la madera que determinan su utilización. Estas cualidades están relacionadas con características anatómicas tales como dimensiones, tipos, proporciones, disposición y grosor de las paredes de las células que componen el xilema secundario. El grano distintivo de las maderas usadas para trabajos de ebanistería está relacionado, en gran parte, con la extensión vertical y radial de los radios vasculares, a la longitud y dirección de las fibras leñosas y al plano en el cual es aserrada la troza.

(En muchos tallos leñosos, cuando comienza el desarrollo vascular, se forma otro meristemo secundario en la parte exterior de la corteza. Como se puede ver en una sección transversal, un círculo continuo o, a veces interrumpido de células de la corteza junto a la epidermis o exactamente por debajo de ella, se vuelve meristemático. Las divisiones de estas células se efectúan en el plano tangencial, las células que quedan al exterior maduran usualmente como células del corcho, en hileras ra-

diales regulares, mientras que las del interior permanecen meristemáticas. En algunas divisiones, las células hijas del interior maduran como células del tipo de las parenquimáticas y forman el felodermo; las células externas permanecen meristemáticas. Este meristemo secundario es el *cámbium del corcho o felógeno*. Después de varias divisiones, la acción meristemática se detiene y se forma un nuevo felógeno en una zona más profunda de la corteza. Las células de corcho están muertas y tienen paredes suberizadas. Debido a las paredes celulares suberizadas, las capas de corcho impiden el paso del agua y, por esto, las células epidérmicas y corticales vivas, por fuera del felógeno, se secan y, eventualmente, se desprenden. Al final, toda la corteza original se pierde y, en el floema secundario viejo, se forman capas de *cámbium del corcho*, cada vez más profundas. La superficie lisa de las células del corcho compactas en los tallos jóvenes está interrumpida en pequeñas zonas, comúnmente en forma de lente, por masas de tejido suave compuesto por células de pared delgada y flojamente organizadas. Estas masas de tejido, las *lenticelas*, se producen por una actividad más intensa del felógeno en esas zonas. Las células formadas hacia el exterior no maduran como células de corcho normales. Se piensa que la floja organización del tejido de la lenticela permite la aireación de los tejidos más profundos.)

La superficie del corcho se hace fisurada y rugosa, a medida que el crecimiento de la parte interna del tallo presiona hacia afuera, ya que está compuesta de células muertas y, por lo tanto, no puede acomodarse por crecimiento. Las tasas de producción de corcho nuevo y desprendimiento de corcho viejo son casi iguales en árboles maduros, de donde el grosor de la capa, el cual es bastante característico en ejemplares maduros de una especie determinada, permanece casi constante, variando desde unos pocos milímetros en el haya, hasta varios decí-

metros en los secoias. (Como tejido protector, el corcho es efectivo contra impactos mecánicos, debido a la esponjosidad y las cualidades elásticas de sus células muertas y llenas de aire, y contra la pérdida excesiva de agua por el tallo debido a sus paredes suberizadas. También tiene propiedades aislantes y ofrece cierta protección contra las altas temperaturas de los incendios forestales.) El corcho elástico, de textura fina, del comercio se obtiene del alcornoque, *Quercus suber*.

(Todos los tejidos que están por fuera del *cámbium vascular* son llamados, colectivamente, *corteza*. La corteza no es un tejido en el sentido usual, sino que está compuesta del floema funcional, el *cámbium del corcho*, corcho y los restos inactivos del floema antiguo y la corteza.) La forma en la cual se forma el corcho difiere en detalle de una especie a otra. Esto da como resultado el desarrollo de patrones distintos de crestas, hendiduras y grietas en la superficie exterior de la corteza. El leñador experimentado puede identificar muchos árboles por el aspecto de la superficie de la corteza. Aun un observador casual puede distinguir las cortezas surcadas de árboles tales como los encinos y los fresnos, de las cortezas del abedul y del cerezo, las que se desprenden en láminas.

#### TALLOS HERBÁCEOS Y TALLOS LEÑOSOS.

(Si el *cámbium vascular* está ausente o la actividad cambial está limitada al primer año, los tallos son *herbáceos* en vez de leñosos. En general, se piensa que el patrón del tallo herbáceo se ha derivado evolutivamente del de los tallos leñosos, por reducción en la cantidad del tejido vascular producido. Los tejidos de un tallo herbáceo son similares en composición y disposición a los tejidos primarios de un tallo leñoso. Entre las angiospermas dicotiledóneas se pueden encontrar todas las in-

tergradaciones entre tallos herbáceos extremos y tallos leñosos extreos. Las gimnospermas son generalmente leñosas. Entre las plantas con flores, la última reducción de tejido vascular se encuentra en tallos de alunas monocotiledóneas. Un representante de este grupo, el tallo del maíz, tiene haces vasculares esparcidos que carecen de cámbium. Todos los tejidos en estos tallos son primarios. La proporción de tejido vascular en relación a la de parénquima suave es muy pequeña. El corcho está ausente, por supuesto, en tallos que consisten totalmente de tejidos primarios.

#### CARACTERÍSTICAS EXTERNAS DEL TALLO.

Externamente, el tallo maduro refleja el desarrollo interno discutido previamente. La yema terminal, en el ápice del tallo leñoso, es un tallo condensado envuelto apretadamente por hojas semejantes a escamas, las *escamas de la yema*. Las escamas de la yema son a menudo pilosas, duras, o están cubiertas con secreciones gomosas o resinosas. Las escamas de la yema, traslapadas, protegen de manera efectiva el delicado ápice del tallo de la desecación y de las lesiones mecánicas. Ya se ha mencionado que, en el ápice del tallo, la alternancia de nudos y entrenudos le da al tallo un aspecto articulado. En los nudos hay dos estructuras laterales, una *hoja* y una *yema lateral* en la axila de la hoja. La organización del tallo joven, dentro de la yema, se completó hacia el final de la estación de crecimiento previa. La abertura de la yema terminal y el temprano crecimiento del tallo embrionario se consiguen por el agrandamiento de las células en las regiones internodales y por la reflexión de las escamas de la yema. La separación de las escamas de la yema es el resultado de la rápida tasa de crecimiento en las caras internas de las escamas, cerca de las bases. Las escamas de la yema, por lo

común, se caen poco después de que la yema se abre, dejando un círculo de cicatrices pequeñas y angostas en los puntos de unión con el tallo. Estos círculos de *cicatrices de escamas de la yema* pueden permanecer visibles en la superficie durante varios años o hasta que el crecimiento secundario del tallo las cubra. Como cada año se forma una yema terminal y ésta deja las cicatrices de las escamas la primavera siguiente, la edad y la tasa de elongación de los tallos jóvenes y las ramas menores pueden ser determinadas por una simple inspección.)

La yema lateral es un tallo rudimentario y puede desarrollarse en una rama de gran tamaño que iguale al tallo principal en estructura y potencial de crecimiento. De aquí que, a medida que el tallo principal crece y se hace más alto, las ramas se alargan. La rama más vieja y, usualmente, por lo tanto, la más larga, está en la parte inferior de la corona y la más joven en la parte superior. Esto explica la forma cónica o espiralada que tan comúnmente tienen árboles tales como los pinos, los abetos y los álamos. En muchas especies de hojas anchas, a medida que el árbol se hace más viejo, la tasa de crecimiento del tallo principal disminuye y las ramas crecen más vigorosamente. Con el tiempo, las ramas igualan o sobrepasan al tallo principal y producen una corona redondeada o irregular.

#### TALLOS ESPECIALIZADOS.

Los tallos de muchas especies de angiospermas están muy especializados y, a veces, tienen muy poca semejanza con los tallos ordinarios. Los tallos de muchas especies de cactus, que tienen hojas reducidas a espinas, son expandidos y verdes y funcionan como los órganos fotosintéticos de la planta. Los tallos de los cactus almacenan grandes cantidades de agua. Los tallos rastreros de la fresa, llamados *estolones*, desarrollan nuevas plantas cuando

los nudos reposan en el suelo. La fresa puede ser propagada vegetativamente, cortando las pequeñas plátulas. Las hojas del iris nacen en los extremos de un tallo carnoso subterráneo llamado *rizoma*. El *tubérculo* de la papa es un tallo subterráneo acortado, cuyos nudos están marcados por los "ojos". Cada "ojo" es una yema rameal que está en la axila de una hoja reducida, semejante a una escama. En el tubérculo se acumula mucho alimento (yema rameal), cuando se propaga vegetativamente por trozos de papa con "ojos". Las *espinas* del tejocote (*Crataegus mexicana*) son, normalmente, ramas áfilas (sin hojas), situadas en una axila foliar. Los tallos pueden estar muy alargados y enredados y sirven para dar sostén, como en el manto (*Ipomoea* spp.) o el sostén puede conseguirse por modificación en zarcillos, como en la vid.

### 3-2 LA HOJA.

El crecimiento de los primordios foliares y hojas pequeñas en el extremo del tallo, en órganos maduros, se efectúa rápidamente, después de la apertura de la yema terminal. La división, el agrandamiento y la maduración de las células de la hoja tienen lugar, en forma bastante uniforme, en toda la estructura, de manera que, cuando la hoja ha crecido por completo, todos sus tejidos están maduros. La parte central de la hoja está comúnmente ocupada por un haz vascular conspicuo que es el *nervio medio* o *principal*. A partir del nervio medio salen pequeños nervios o *venas secundarias*. Cuando se observa una hoja en sección transversal los tipos de tejidos presentes y su organización sugieren un tallo fuertemente aplanado. El nervio medio se continúa con el cilindro vascular del tallo. El teji-

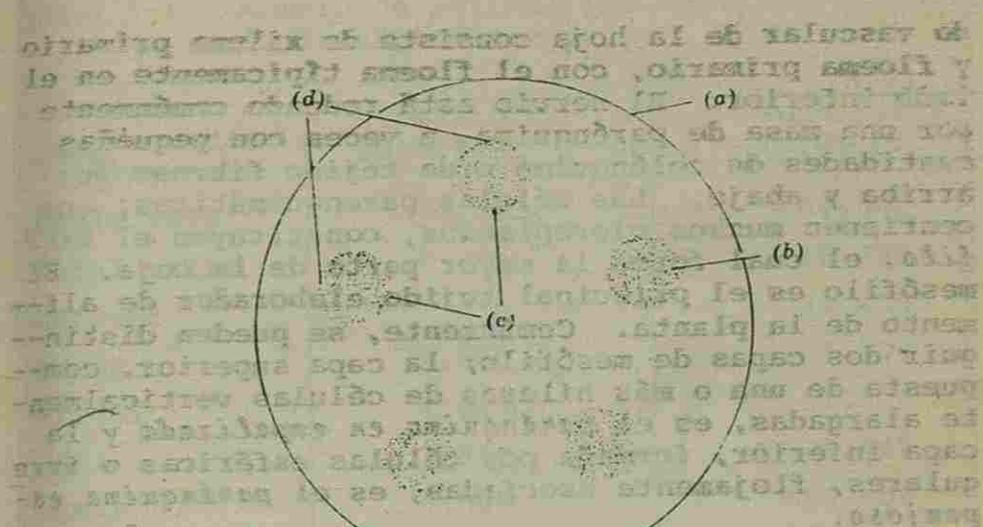


Fig. 1. Diagrama de una sección transversal del ápice de un tallo joven, mostrando la posición de: (a) epidermis; (b) cordones provasculares; (c) xilema primariamente formado; (d) floema primariamente formado.

do vascular de la hoja consiste de xilema primario y floema primario, con el floema típicamente en el lado inferior. El nervio está rodeado comúnmente por una masa de parénquima, a veces con pequeñas cantidades de colénquima o de tejido fibroso por arriba y abajo. Las células parenquimáticas, que contienen muchos cloroplastos, constituyen el *mesófilo*, el cual forma la mayor parte de la hoja. El *mesófilo* es el principal tejido elaborador de alimento de la planta. Comúnmente, se pueden distinguir dos capas de *mesófilo*; la capa superior, compuesta de una o más hileras de células verticalmente alargadas, es el *parénquima en empalizada* y la capa inferior, formada por células esféricas o irregulares, flojamente asociadas, es el *parénquima esponjoso*.

Cubriendo a toda la hoja está la *epidermis*, la cual es continua sobre todas las superficies de la hoja y con la epidermis del tallo joven. Las células epidérmicas carecen normalmente de cloroplastos. Las de la cara inferior de la hoja son, por lo común, más pequeñas que las de la cara superior. Dispersos entre las células epidérmicas hay pequeños poros llamados *estomas*. Los estomas son canales intercelulares a través de los cuales se difunden los gases entre la atmósfera y el interior de la hoja. Los estomas se comunican con grandes espacios entre las células del *mesófilo*. Si se quita una tira de epidermis foliar de la hoja y se observa al microscopio, cada estoma se ve flanqueado por un par de células en forma de media luna, que contienen cloroplastos. Estas son las *células estomáticas*, cuya ligera alteración de forma, por medio de cambios en su contenido de agua, regulan el tamaño de la abertura estomática. Los estomas pueden estar en cualquiera de las dos caras de la hoja o en ambas, aunque, en una especie dada, su distribución es bastante característica. La tabla 2-1 muestra la distribución y la densidad de los estomas en algunas especies comunes.

TABLA 3-1. Número de estomas por centímetro cuadrado de superficie foliar.

Hoja.	Superficie superior.	Superficie inferior.
Roble rojo	0	104,000
Nogal negro	0	46,000
Manzano	0	30,400
Avena	2,500	2,300
Frijol	4,000	17,600
Maíz	7,840	9,440
Poa spp.	16,000	10,400
Alfalfa	17,440	14,240

Las hojas de algunas especies adaptadas a hábitats secos muestran comúnmente diversas *modificaciones xeromórficas* que tienden a conservar agua. En estas formas la cutícula es gruesa, los estomas están hundidos en la superficie foliar y las hojas, a menudo, son gruesas y carnosas.

Gróssó modo, la hoja consiste normalmente de una *lámina* plana y expandida, soportada por un *pecíolo* delgado o, a veces, es *sésil* y está adherida directamente al tallo. La lámina está atravesada por un sistema de venas, el suministro vascular de la hoja, en una cierta variedad de modelos característicos. En la base de las hojas de algunas especies pueden estar presentes dos pequeños apéndices foliáceos, las *estípulas*. En un nudo puede haber una o más hojas, las que, según el caso, serán *alternas*, *opuestas* o *verticiladas*. Cuando la lámina es de una sola pieza, la hoja es *simple*, cuando está subdividida en *folíolos* libres, es *compuesta*. Al

gunas formas y tipos de márgenes comunes de las hojas se encuentran en las figuras citadas. Estas características gruesas de la hoja son, generalmente, típicas de cada especie y por lo tanto útiles para la identificación de las plantas.

La mayoría de los árboles y los arbustos de hojas anchas producen una nueva serie de hojas cada primavera y las pierden en el otoño. Tales plantas son llamadas *deciduas* (o *caducifolias*). El profundo efecto de la caída anual de hojas en el paisaje, en regiones boscosas, es uno de los aspectos más notables del comportamiento de las plantas. Se cree que algunos de los factores importantes en la iniciación de la caída de las hojas son el acortamiento de los días y la reducción en la cantidad de agua disponible, lo que da por resultado una disminución en la producción de hormona del crecimiento. Bajo estas condiciones, se desarrolla, a través de la base del pecíolo, una capa especial de células débiles y de pared delgada llamada *capa de abscisión*. Esta capa se desintegra pronto, dejando sólo a los tejidos vasculares como sostén de la hoja. Las corrientes de aire y la acción de las heladas pueden provocar que el tejido vascular se rompa y entonces, la hoja se cae. Sin embargo, antes de la caída de las hojas, se forma una capa de corcho debajo de la capa de abscisión y sella la cicatriz de la hoja. Unas pocas especies, como los encinos del subgénero *Leucobalanus*, son notables en este aspecto, pues aunque sus hojas mueren en el otoño, permanecen adheridas a los tallos, a menudo durante todo el invierno. Este comportamiento es el resultado de la falta de una capa de abscisión y la falta de ruptura de tejido vascular.

Las hojas de las plantas siempre verdes (o *perennifolias*) pueden persistir en la planta por unos pocos años pero, eventualmente, también se desprenden, aunque no todas en la misma época. Cada año se producen nuevas hojas.

A menudo, la abscisión de las hojas es precedida por cambios notables del color de las mismas. Se recordará que los cloroplastos contienen pigmentos amarillos y anaranjados, además de las clorofilas verdes. Los cloroplastos son verdes porque hay predominio de las clorofilas. En el otoño cesa la producción de nueva clorofila y, a medida que la clorofila se descompone, se ponen de manifiesto los pigmentos amarillos y anaranjados. De esta manera, aparecen los brillantes matices dorados del nogal americano, del tulipero y de algunos arces. Algunas especies de los géneros *Acer*, *Cornus* y *Liquidambar* toman un color rojo vivo en el otoño. La coloración roja es atribuible al desarrollo de antocianinas en las vacuolas de las células de la hoja. El alto contenido de azúcar de las hojas parece que conduce a la producción de antocianinas. La disminución abrupta de temperatura reduce la eliminación del azúcar de las hojas y, por lo tanto, puede ser un factor implicado en la formación de antocianinas.

#### HOJAS ESPECIALIZADAS.

Entre las angiospermas pueden encontrarse muchas especializaciones estructurales y funcionales, peculiares e interesantes. Estas hojas especializadas son, a menudo, bastante distintas de las hojas ordinarias y pueden desempeñar funciones adicionales a la fotosíntesis o reemplazarla. Probablemente, las especializaciones más interesantes son las de las hojas de plantas insectívoras. Ejemplo de esto son los géneros *Sarracenia*, *Dionaea* y *Drosera*. Aunque las hojas de estas plantas son verdes y fotosintéticas, complementan el suministro alimenticio usual, capturando, dirigiendo y absorbiendo partes del cuerpo de insectos. Los insectos caminan en las "jarritas" de la *Sarracenia* y caen al fondo, donde se ahogan en el agua que contiene enzimas proteolíticas. Las hojas de *Dionaea* se doblan rápidamente cuando los pelos sensitivos de la superficie

superior son tocados por insectos. El insecto, incapaz de escapar por las espinas entrelazadas del margen de la hoja, es digerido por enzimas secretadas por las células de la hoja. La hoja de *Drosera* tiene un gran número de pelos glandulares que se curvan sobre el insecto y lo cubren con una secreción mucilaginosa digestiva.

Las hojas especializadas sirven frecuentemente como órgano de almacenamiento, mecanismos de protección y de soporte y estructuras reproductoras. Las hojas gruesas y carnosas de *Portulaca* y ciertas formas de *Bellis perennis* almacenan un gran volumen de agua en sus células. Muchas plantas de este tipo están bien adaptadas a hábitats secos. Las escamas carnosas del bulbo de la cebolla almacena alimento y agua que son consumidos durante el desarrollo del tallo en floración, en la segunda estación. Las escamas de las yemas latentes son hojas muy reducidas y de textura dura que suministra una cubierta protectora al ápice en crecimiento del tallo. Las espinas del agracejo común son hojas modificadas cuyas axilas llevan cortas ramas con hojas. Los folíolos terminales de la hoja de la arveja y del guisante de jardín están reducidos a zarcillos que son útiles en el sostén de la planta. Muchos miembros de la familia de las crasuláceas pueden ser propagados vegetativamente, por el solo hecho de poner una hoja en el suelo. De la base rota de la hoja brotan pronto raíces y, de esta manera, se desarrolla una nueva planta. El bien conocido *Kalanchoë*, de la misma familia, produce pequeñas plantitas completas, con raíces, tallos y hojas, en las muescas del margen de las hojas. Estas pequeñas plantas caen al suelo, donde se desarrollan con facilidad.)

DIRECCIÓN GENERAL

### 3-3 LA RAÍZ.

El tercer órgano vegetativo importante de las plantas con semillas es la raíz. Situada normalmente por debajo del suelo, escapa por lo común a la vista, aunque es una parte integrante de la planta total, desempeñando varias funciones importantes. En efecto, la raíz es la primera parte de la planta joven que establece un contacto íntimo con el medio ambiente, a medida que la semilla germina, y es, por lo tanto, parte de una crítica relación en el establecimiento de la nueva planta. Durante toda la vida de la planta, el sistema radical fija la planta al suelo y absorbe agua y minerales solubles.

El meristemo apical de la raíz, a diferencia del meristemo del tallo, está cubierto por una cofia cónica de células parenquimáticas, la cual le da protección mecánica al meristemo apical, a medida que la raíz se abre paso por el suelo. Las células externas de la cofia se desprenden, a medida que la raíz crece; pero son reemplazadas por nuevas células formadas por el meristemo apical.

El meristemo apical produce también nuevas células, destinadas a formar parte de los tejidos primarios de la raíz. Estas células pasan por un período de crecimiento, principalmente alargamiento y, finalmente maduran en células especializadas. Aunque la secuencia de eventos es esencialmente la misma que la descrita para el tallo en crecimiento, se ve con algo más de facilidad en la raíz. Las raíces no tienen nudos ni entrenudos y, por supuesto, las complicaciones estructurales formadas en el tallo por la presencia de hojas y yemas jóvenes no existen. Así que el ápice de la raíz, cuando se observa en sección media longitudinal, muestra claramente la región de formación de nuevas células cubierta por la cofia, una segunda región de agrandamiento celular y una tercera región de maduración celular.

La capa de células más externa de la raíz joven es la epidermis. Sin embargo, debe mencionarse que las células epidérmicas de la raíz no están cutinizadas como las del tallo. De manera que la epidermis puede servir como superficie de absorción. Inmediatamente detrás de la región de agrandamiento la mayoría de las células epidérmicas desarrollan una protuberancia piliforme en la superficie externa, consiguiendo con esto un enorme aumento en la superficie de absorción. Estas protuberancias llamadas pelos absorbentes, son en realidad extensiones de las células epidérmicas y, a medida que crecen hacia afuera, las células se hacen muy vacuoladas y el núcleo ocupa comúnmente una posición terminal en el pelo en crecimiento. A medida que el extremo de la raíz crece hacia adelante, se producen nuevos pelos absorbentes. Los pelos absorbentes más viejos se aplastan y mueren más o menos en la misma proporción que se producen los pelos nuevos y su período de actividad está usualmente limitado a unos cuantos días. En su crecimiento hacia afuera, los pelos penetran en el suelo, a una distancia máxima de cerca de 15 milímetros y se aplican apretadamente a la superficie de las partículas del suelo. La gran delicadeza de los pelos absorbentes hace prácticamente imposible sacar una planta del suelo sin destruir la mayoría de ellos, a menos que la planta se saque con un cepellón. En el trasplante de árboles y arbustos puede no resultar práctico tratar de preservar esta estrecha relación raíz-suelo. Por lo tanto, se debe confinar en la capacidad de la planta para desarrollar rápidamente superficies de absorción mediante la producción de nuevas raíces. En general, es cierto que cuanto menos se perturben las raíces, tanto mayor será la posibilidad de supervivencia, después del trasplante.

El patrón de maduración de los tejidos intermedios de la raíz ofrece algunos puntos de contraste interesantes con el del tallo. Aunque están involucrados los mismos tipos de células y de tejidos de-

ben notarse ciertas diferencias de disposición. Al principio de la maduración, se forma un círculo de cordones provasculares separados. En las gimnospermas y las angiospermas dicotiledóneas, una serie de cordones alternos se extiende hacia adentro y lateralmente, hasta que se encuentran en el centro y forman una figura radiada o en forma de estrella, como puede verse en una sección transversal. Entre los puntos de la estrella está situada la otra serie de cordones provasculares alternos. La figura en forma de estrella representa, por supuesto, una columna plegada. La maduración final comienza en los puntos de la estrella con la conversión de las células provasculares en traqueidas o elementos de los vasos, formando, al final, una columna sólida de xilema primario. Al mismo tiempo, la maduración de los restantes cordones provasculares forma xilema primario. En las angiospermas monocotiledóneas, el xilema primario está limitado, en líneas radiadas separadas de vasos. Se notará que la disposición alternada o radial del xilema primario y el floema primario está en contraste con la llamada disposición colateral vista en el tallo. Nótese también que en la raíz el xilema primario comienza su maduración en el margen externo de los cordones provasculares, mientras que en el tallo, comienza en el margen interno. En los sitios en los cuales el desarrollo del xilema primario se extingue hacia el centro, no hay médula.

Inmediatamente por fuera del tejido vascular primario hay una angosta zona de células parenquimáticas, llamada periciclo. A partir de esta capa, en sitios inmediatamente por fuera del xilema formado en primer término, se originan ramas de la raíz por acción meristemática localizada. Las nuevas ramas de la raíz, por lo tanto, se forman internamente y presionan hacia afuera a través de la corteza y de la epidermis. El origen de las ramas de la raíz podría compararse con el de las ramas del tallo. Debe recordarse que estas últimas se

forman superficialmente y la salida de las trazas rameales o foliares deja lagunas o aberturas en el cilindro vascular.

El periciclo de la raíz está separado de la corteza por una sola y casi completa capa de células pequeñas, la *endodermis*. Las células endodérmicas tienen, comúnmente, paredes radiales engrosadas y suberizadas. La endodermis, generalmente, se considera como la capa más interna de la corteza y se cree que su función está relacionada con el paso de sustancias absorbidas de la corteza a los elementos conductores del xilema, pero no se conoce cómo actúa. La corteza de la raíz es semejante a la del tallo, excepto en que, por lo común, no tiene cloroplastos. La epidermis, como hemos mencionado, es el tejido más externo y su función principal es como superficie de absorción.

El crecimiento secundario de las raíces se continúa por la acción de un cámbium vascular, que se forma en parte de células provasculares residuales en los senos entre los brazos del xilema primario y en parte, de células del periciclo en el extremo de los brazos. La producción de xilema secundario comienza temprano en los senos y esta acción pronto redondea el círculo de cámbium. De manera que el floema y el xilema secundarios se producen como en los tallos leñosos. El crecimiento secundario continuado da como resultado la ruptura y la pérdida eventual de endodermis, corteza y epidermis.

El tejido del corcho se desarrolla a partir de un felógeno originado inicialmente en el periciclo y, posteriormente, del floema más antiguo. El corcho se raja y se desprende en la misma forma que en el tallo. De manera que, como resultado del crecimiento secundario, las raíces más viejas parecen tallos viejos con respecto a tipos y disposición de tejidos, aunque ciertos detalles del principio del desarrollo son diferentes.

La raíz emerge de la semilla en germinación como una estructura cilíndrica. Esta es la *raíz primaria*. Después de un período de crecimiento, se pueden producir pequeñas ramas de la raíz a partir del periciclo, por encima (detrás) de la zona de pelos absorbentes. Estas ramas de la raíz se llaman *raíces secundarias*; el término "secundario" se refiere en este caso al tiempo de su aparición. Las raíces secundarias producen pronto ramas y así, sucesivamente, hasta que se desarrolla un elaborado sistema radical. Si, durante este proceso, la raíz primaria permanece dominante sobre las demás, el sistema se describe como *sistema radical axonomorfo*. En algunas especies, la raíz primaria pierde muy pronto la dominancia por el crecimiento exagerado de varias raíces secundarias, todas las cuales son más o menos del mismo tamaño. El sistema radical, de esta manera, toma una apariencia esparcida y se conoce como *sistema radical fibroso*. Las raíces individuales de cualquiera de los dos sistemas pueden permanecer delgadas y hacerse delgadas y hacerse resistentes y leñosas por crecimiento secundario o pueden hacerse muy gruesas y carnosas. Las raíces de la zanahoria o la *Dahlia* son ejemplos de raíz axonomorfa carnosa y de raíz fibrosa carnosa, respectivamente.

Frecuentemente, se forman raíces de partes de la planta que no son las raíces primarias o sus ramas. Estas raíces son llamadas *raíces adventicias*. Las raíces adventicias pueden formarse en sitios altos del tallo y, como en la hiedra común, suministran a la planta los medios para trepar en superficies verticales. La propagación de plantas de ornato, como geranios, *Coleus* y muchas otras, es posible por la producción de raíces adventicias en la base de las estacas del tallo. La violeta africana es propagada, comúnmente, por hojas cortadas de las cuales se desarrollan raíces adventicias y yemas. Las raíces que se desarrollan de fragmentos de papa son también de origen adventicio, ya que el

tubérculo de la papa es un rizoma o tallo modificado. Muchas especies de gramíneas se diseminan ampliamente por el desarrollo de delgados rizomas, inmediatamente por debajo de la superficie del suelo y las raíces se originan adventiciamente en los nudos del rizoma. La papa es un rizoma, mientras que el camote es una raíz verdadera.

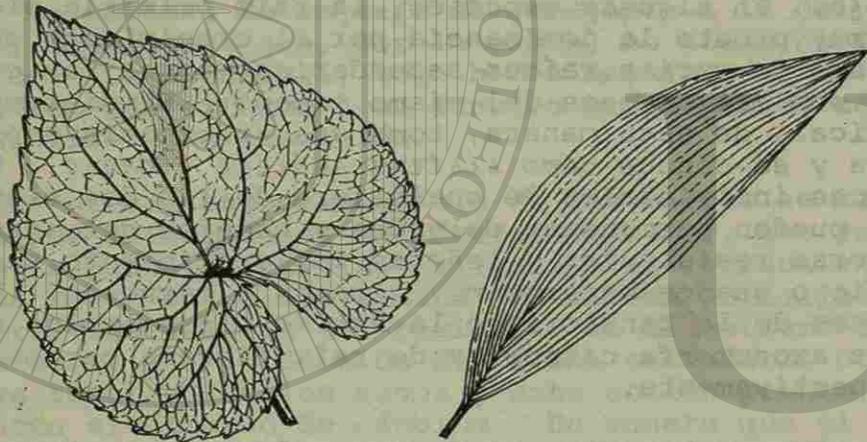


Fig. 2. Modelos comunes de nervaduras de las hojas: izquierda, palmatirreticulado; derecha, paralelo.

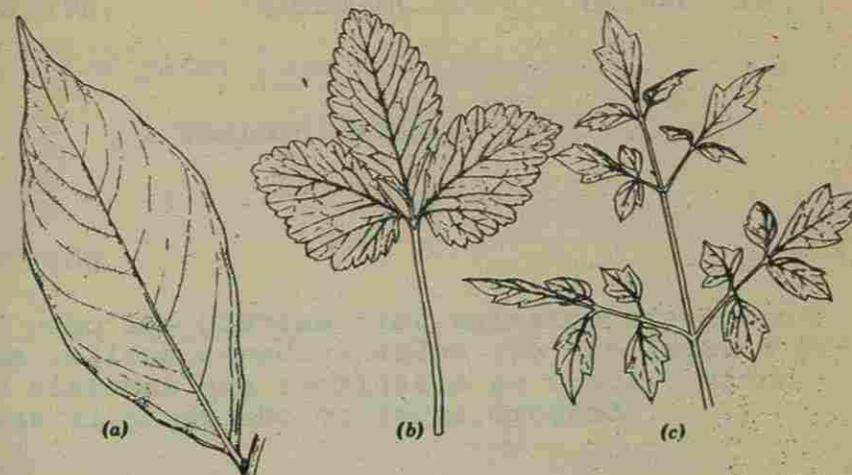
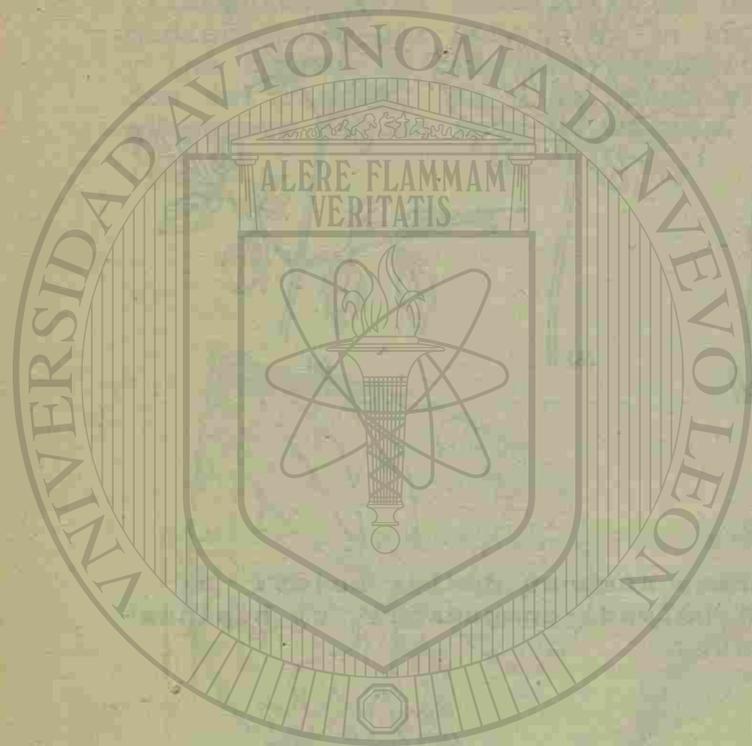


Fig. 3. Formas comunes de las hojas: a) simples, b) palmado compuesta; c) bipinnado compuestas.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

2o. SEMESTRE.

BIOLOGÍA.

UNIDAD IV.

### TEJIDOS ANIMALES.

#### INTRODUCCIÓN.

Así como las plantas, los animales tienen una serie de tejidos especializados que dan lugar a órganos y sistemas que combinando su trabajo hacen funcionar al organismo en forma ordenada.

#### OBJETIVOS.

Al término de esta unidad, el alumno será capaz de:

- 1.- Describir el tejido epitelial, localización y función en los diferentes órganos.
- 2.- Describir el tejido conectivo; su función y localización.
- 3.- Definir órgano.
- 4.- Explicar la formación y tipos de sistemas orgánicos.
- 5.- Describir el tejido muscular; desarrollo, función y distribución.
- 6.- Describir el tejido nervioso; desarrollo, función y distribución.

#### PROCEDIMIENTO DE APRENDIZAJE.

- 1.- Lee cuidadosamente todo el material, poniendo especial atención en los diagramas y reacciones químicas.
- 2.- Contesta las preguntas que se encuentran en el texto.
- 3.- Apóyate en un compañero o en tu maestro para verificar si comprendes lo que te pide cada objetivo.
- 4.- Todas las dudas resuélvelas con tu maestro.

#### AUTOEVALUACIÓN.

Como autoevaluación, contesta las preguntas que te entregará tu maestro.

#### UNIDAD IV.

#### TEJIDOS ANIMALES.

En los organismos vivos compuestos de una o pocas células, éstas son notablemente parecidas y efectúan actividades que cualquiera de ellas puede repetir. El corolario de la complejidad progresiva de los organismos vivos es que las células pierden esta autosuficiencia; cada una se especializa en realizar funciones específicas. Todas las células de un tipo particular adquieren características estructurales que se adaptan a su función. Como consecuencia de su especialización, esas células pierden su capacidad de realizar ciertas funciones, las cuales son efectuadas por otras que se han especializado en forma diferente. El resultado es que el cuerpo humano se desarrolla como una comunidad de células recíprocamente interdependientes que, en estado de salud, trabajan cada cual en su propia manera, para beneficio de todo el organismo.

Un tejido es un acumulo de células especializadas semejantes y sus productos, que realizan una función específica. Cada tejido tiene tres componentes, a saber, las células características de ese tejido, el medio intercelular o líquido tisular y productos intercelulares de la actividad celular.

Raras veces se ven estos componentes en balance exacto. Uno de ellos suele predominar a expensas de los otros. Las células predominan en el revestimiento de membranas u órganos. En los tendones, el

componente principal es el producto intercelular (fibras). En los tejidos líquidos (sangre y linfa) el medio intercelular o plasma, tiene el papel principal.

#### 4-1 FORMACIÓN DE LOS TEJIDOS.

En la formación de los tejidos a partir de las células indiferenciadas que integran las hojas germinales, intervienen dos procesos generales: (1) las células se multiplican mediante reiteradas divisiones mitóticas y (2), luego experimentan la diferenciación.

Las células indiferenciadas tienen núcleos relativamente grandes, y poco citoplasma; también tienen una extraordinaria capacidad de dividirse. Luego hay un incremento en la masa de citoplasma y la tasa de división disminuye. La diferenciación consiste en que las células adoptan una nueva forma y cambian su orientación con respecto a las células circundantes. Los cambios más característicos tienen lugar en el citoplasma y no afectan apenas a los núcleos. Las secreciones o productos elaborados por las células pueden en algunos casos contribuir a la formación de tejidos. La acumulación de productos celulares en el interior de la propia célula puede caracterizar a ciertos tipos de tejidos. También se producen cambios en las propiedades físico-químicas de las células, que capacitan al tejido para desempeñar sus funciones específicas.

#### 4-2 TIPOS DE TEJIDOS.

En general se distinguen cuatro tipos de tejidos: epitelial, conjuntivo, muscular y nervioso.

#### TEJIDO EPITELIAL.

El epitelio puede definirse como un tejido integrado por una o más capas de células que cubren una superficie interna o externa del organismo, o estructuras derivadas de superficies embrionarias. Los epitelios constan de células íntimamente unidas entre sí, y con muy poca sustancia intercelular. Cubren la superficie externa del cuerpo, dan lugar a todas las estructuras glandulares, forman parte de todos los órganos de los sentidos y tapizan todas las cavidades internas del cuerpo que comunican con el exterior. Todos los conductos o cavidades del cuerpo que se abren al exterior están tapizadas con una *membrana mucosa*, que se compone de una capa superficial de epitelio y de una capa de tejido conjuntivo que se denomina *lámina propia*. El tubo digestivo y sus divertículos, el tracto respiratorio y el tracto urogenital están tapizados por membranas mucosas. Los endotelios y mesotelios están revestidos por una *membrana serosa*, que produce humores acuosos que lubrican la superficie de los órganos.

Los epitelios desempeñan un importante papel en el metabolismo y están relacionados con la respiración, secreción, asimilación de las sustancias nutritivas y con la eliminación de los productos de desecho. En el cuerpo existen diversos tipos de epitelios, pero los más importantes son dos: *epitelios simples*, que constan de una sola capa de células, y *epitelios estratificados*, compuestos de varias capas celulares.

#### TEJIDO CONJUNTIVO.

La función principal de los tejidos conjuntivos es conectar entre sí otros tejidos y servir de soporte a diversas estructuras del cuerpo. A diferencia de los epitelios, los tejidos conjuntivos se

caracterizan por la presencia de sustancia intercelular, o *matriz*, que constituye la mayor parte de la masa del tejido. La naturaleza de la sustancia intercelular es característica para cada tipo de tejido conjuntivo.

Los tejidos conjuntivos son de origen mesodérmico y se desarrollan a partir de mesénquima. Hay cuatro tipos principales: tejido conjuntivo propiamente dicho; sangre y linfa; cartílago y hueso. Pero no siempre es posible distinguir claramente los diversos tipos de tejido conjuntivo, ya que existen varias formas intermedias.

#### TEJIDO MUSCULAR.

Aunque la contractilidad es una propiedad general del protoplasma viviente, donde alcanza su grado máximo es en el tejido muscular. En este tejido la contracción se verifica en una dirección determinada, que corresponde a los ejes longitudinales de las células musculares. En los vertebrados la contracción muscular es la base no solo de la locomoción, sino también de los movimientos de diversos órganos internos, latidos del corazón, propulsión de la sangre y linfa a través de los vasos, avance del alimento a lo largo del tubo digestivo y del paso de los productos de secreción y excreción a través de los conductos glandulares.

Se distinguen tres tipos de tejido muscular, que se diferencian entre sí por características tanto histológicas como fisiológicas. El *músculo liso* o *involuntario*, forma el tejido contráctil de los órganos viscerales huecos, conductos y vasos, y su acción no está bajo el control de la voluntad. El *músculo estriado*, también llamado *voluntario* o *esquelético*, forma la mayor parte de la musculatura del organismo, y está bajo el control de la voluntad. Un tercer tipo es el llamado *músculo cardíaco*

que representa una forma intermedia, puesto que es estriado como el músculo esquelético, pero no está bajo el control de la voluntad.

#### TEJIDO NERVIOSO.

Todo protoplasma es excitable, es decir, tiene la propiedad de reaccionar ante los estímulos, que pueden estar originados por fuerzas mecánicas, sonido calor, frío, luz, acción química y electricidad. El protoplasma tiene también la propiedad de la conductividad, de manera que los impulsos provocados por los estímulos son transmitidos de una parte a otra de la masa protoplásmica. Pero, en las células que constituyen el *tejido nervioso* las propiedades de excitabilidad y conductividad están mucho más desarrolladas que en cualquier otro tejido del organismo. La mayor parte del *sistema nervioso* se compone de este tejido, y su función es recibir estímulos y enviar impulsos de una a otra parte del organismo. No solo coordina e integra, sino que también es la *sede de todas las sensaciones conscientes*. Es un sistema dominante, y ha de funcionar a la perfección para que se mantenga la integridad del organismo.

#### 1.- Tejido epitelial.

El tejido epitelial es una membrana celular que cubre la superficie corporal y recubre o reviste las cavidades o conductos dentro del cuerpo. El epitelio es fundamentalmente un tejido celular con pocos productos intercelulares y una cantidad mínima del medio celular; es una serie de células colindantes o que se entrelazan para formar una capa:

Una película de líquido intercelular proporciona el medio para intercambio de sustancias nutri-

tivas y de desecho con los capilares mediante difusión; éstos ocupan un tejido adyacente y no son componentes del epitelio. En algunos epitelios las células están unidas por un cemento intercelular, sustancias que ellas elaboran.

Los epitelios se clasifican según las capas celulares que los forman y la forma de las células más superficiales. Ejemplo, epitelio plano simple o escamoso simple; epitelio escamoso estratificado, etc.

*Disposición de las células epiteliales.* Las células epiteliales están dispuestas según su función. Las que recubre una cavidad interna donde la protección no es importante, forman una capa de células muy planas del espesor de una célula llamada epitelio escamoso o plano simple. La capa de células puede extenderse sobre una superficie o puede estar arrollada formando el revestimiento o protección. Si la membrana requiere más sustancias, o si su función se relaciona con secreción de productos celulares o absorción, la capa sencilla de células aumenta de espesor. Así se forman los epitelios cúbico simple o cilíndrico simple.

Si el epitelio tiene más de una célula de espesor, se llama epitelio estratificado. Una membrana como ésta es más adecuada para protección, y cubre la superficie corporal formando parte de la piel. Las membranas de revestimiento de órganos que cabe estén sujetos a fricción (esófago) o a lesión por ciertos agentes del medio ambiente (sistema respiratorio) tienen epitelio escamoso estratificado, ya sea mucoso (esófago) o queratinizado (piel).

Un epitelio simple no puede estirarse o encojarse lo suficiente para acomodarse a los cambios en la superficie de órganos que periódicamente se destienden. En órganos como éstos, por ejemplo la vejiga urinaria, se encuentra una forma especial de

epitelio estratificado que permite a las células deslizarse una sobre otras según ocurren los cambios en la superficie y se llama epitelio transicional. En los epitelios estratificados continuamente se forman nuevas células por división celular de las capas más profundas para substituir las células viejas o lesionadas de la superficie.

*Epitelios especiales.* Ciertos grupos de epitelios simples destacan porque realizan funciones especiales, a saber:

*Endotelio.* Es un tipo de epitelio escamoso simple en que la membrana consiste en una sola capa de células aplanadas arrolladas en un tubo. El endotelio forma el revestimiento interno del corazón y vasos de los sistemas circulatorio y linfático. La delgadez del epitelio permite la difusión de sustancias a través de las paredes capilares. Las células sanguíneas pueden emigrar atravesando las paredes endoteliales, introduciéndose entre sus células. La propulsión de la sangre dentro de los vasos, y su integridad (liso, libre de asperezas) impide la coagulación sanguínea intravascular.

*Mesotelio.* Es un tipo de epitelio escamoso simple que forma el revestimiento interno, liso y delicado, de las cavidades corporales cerradas en que se hallan el corazón, pulmones, órganos del abdomen y articulaciones (o sea, pericardio, pleura, peritoneo y membrana sinovial).

*Epitelio mesenquimatoso.* También se trata de un epitelio escamoso simple. Esta variante tapiza la superficie interna de los sacos y cavidades pequeños del cuerpo. El epitelio mesenquimatoso se encuentra formando vainas lubricantes alrededor de los tendones; (vaina sinovial), forma sacos (bolsas serosas) que evitan fricción y presión en zonas donde los tendones o músculos cruzan sobre prominencias.

cias óseas.

## 2.- Tejido conectivo.

La segunda subdivisión principal de los tejidos es el llamado conectivo, que permite movimiento y proporciona sostén. En este tejido hay abundante material intercelular llamado matriz, variable en tipo y cantidad, y una de las principales causas de diferencia entre los diversos tipos de tejido conectivo. Consta de fibras enclavadas en sustancia fundamental. De cuando en cuando las fibras no son notorias (por ejemplo, en el cartílago), pero a menudo son muy manifiestas (tendón).

*Tejido conectivo laxo.* Las fibras de tejido conectivo laxo no están estrechamente entrelazadas. El tejido llena espacios entre los órganos, penetra en los mismos y es de tres tipos: aerolar, adiposo y reticular.

*Tejido aerolar.* Es sin duda el tejido conectivo más ampliamente distribuido; se trata de una estructura flexible atravesada por filamentos múltiples y delicados; sin embargo, este tejido resiste desgarros y es algo elástico. El tejido aerolar contiene fibroblastos, histiocitos (macrófagos), leucocitos y células cebadas.

Los fibroblastos son células pequeñas, aplanadas, algo irregulares, con grandes núcleos y citoplasma reducido. El término fibroblasto se refiere a la capacidad de una célula para formar fibrillas. Los fibroblastos son activos en la reparación de heridas. Se acepta en general que los esteroides suprarrenales inhiben la actividad fibroblástica, y que las hormonas de crecimiento la estimulan. Los histiocitos son células fagocíticas parecidas a los leucocitos de la sangre. Sin embargo, desem-

peñan actividades fagocíticas fuera del sistema vascular. El histiocito tiene forma irregular y contiene gránulos citoplásmicos. A menudo la célula es estacionaria (o "fija"). Las células cebadas, localizadas junto a los vasos sanguíneos pequeños, son redondas o poligonales y poseen un citoplasma repleto de gránulos metacromáticos. Las células cebadas trabajan en la fabricación de heparina (un anticoagulante) e histamina (sustancia vaso dilatadora que se libera en los procesos inflamatorios en tejidos traumatizados y produce las alteraciones características de un proceso alérgico, las alteraciones en tejido alérgico). La administración de cortisol a los pacientes (antihistamínicos) causa depresión de la actividad de las células cebadas. El tejido aerolar es la sustancia básica de sostén, alrededor de órganos, músculos, vasos sanguíneos y nervios, y forma la delicada membrana que rodea el cerebro y la médula espinal; compone la aponeurosis superficial o vaina de tejido conectivo, que se encuentra en la parte profunda de la piel.

*Tejido adiposo.* El tejido adiposo es tejido aerolar especializado que posee células que contienen grasa. La célula grasa o lípida, al igual que otras células tienen un núcleo, retículo endoplásmico, membrana celular, mitocondrias y una o más gotas de grasa. El tejido adiposo actúa como un empaque elástico, y además firme, alrededor y entre órganos, haces de fibras musculares, nervios y vasos sanguíneos de sostén. Como la grasa es mala conductora del calor, el tejido adiposo protege al cuerpo de pérdida excesiva de calor o elevación exagerada de la temperatura.

*Tejido conectivo denso.* El tejido conectivo está compuesto de fibras elásticas y colágenas firmemente adheridas. Se le puede clasificar según la disposición de las fibras y la proporción de elastina y colágena presentes. Ejemplos de tejido conec-

tivo denso, cuyas fibras tienen una disposición irregular, son: aponeurosis, cápsulas y vainas musculares.

#### *Tejido conectivo especializado.*

**Cartílago.** El cartílago tiene una matriz firme que se compone de proteína y mucopolisacáridos. Las células del cartílago, llamadas condrocitos son grandes redondas, y tienen núcleos esféricos. Las fibras colágenas y elásticas están encajadas en la matriz, por lo que incrementan las propiedades elásticas y resistentes de este tejido. Los tres tipos de cartílago son hialino, fibroso y elástico.

En el útero, el cartílago hialino, el precursor en gran manera del sistema esquelético es translúcido, posee una matriz transparente a causa de que contiene abundantes fibras colágenas (no visibles como tales) y células dispersas por toda la matriz. El cartílago hialino poco a poco es sustituido por hueso en muchas partes del cuerpo mediante el proceso de osificación; sin embargo, algo queda a manera de cubierta en las superficies articulares. Los cartílagos hialinos articulan en el esternón, los extremos anteriores de los siete primeros pares de costillas directamente (costillas verdaderas) e indirectamente a los pares de 8o. 9o. y 10o. (costillas falsas). La tráquea y los bronquios se mantienen abiertos mediante anillos incompletos de cartílago hialino que los circunda. Este tipo de cartílago también se encuentra en la nariz.

El cartílago fibroso contiene masas densas de fibras colágenas no ramificadas que yacen en la matriz. Las células de cartílago fibroso están presentes en hileras, entre los haces de la matriz. El fibrocartílago es denso y resistente al estiramiento; es menos flexible y menos elástico que el cartílago hialino. El cartílago fibroso, interpuesto entre vértebras de la columna vertebral, también

está presente en la sínfisis del pubis, donde permite una mínima amplitud de movimiento.

El cartílago elástico, que es más elástico que cualquiera de los tipos hialino o fibroso, debido a que predominan las fibras elásticas impregnadas en su sustancia fundamental, se encuentra en el pabellón de la oreja, trompa de Eustaquio, epiglottis y porciones de la laringe.

**Hueso.** El hueso es un tejido firme formado por impregnación del material intercelular con sales inorgánicas de calcio y fósforo principalmente. Es tejido viviente que posee vasos sanguíneos y nervios, y que constantemente está siendo renovado. Los dos tipos comunes son el compacto, que forma la capa externa densa, y el esponjoso que forma el tejido más interno y ligero de la diáfisis de los huesos largos.

**Dentina.** La dentina de los dientes está íntimamente relacionada con el hueso. La corona del diente está cubierta de esmalte, la sustancia más dura del cuerpo. El esmalte es secretado sobre la dentina por las células epiteliales del órgano del esmalte antes de que los dientes salgan a través de las encías. La dentina se parece al hueso, pero es más dura y más densa.

**Sangre y tejido hematopoyético.** La médula ósea es el tejido formador de sangre (hematopoyético), localizado en las diáfisis óseas. Los glóbulos rojos (eritrocitos), los glóbulos blancos (leucocitos) se originan en los sinusoides capilares de la médula ósea.

La sangre es un tejido líquido que circula a través del cuerpo; cuyas células son los eritrocitos, los leucocitos y las plaquetas, su líquido in-

tersticial o intercelular es el plasma, y él tiene la función de transportar oxígeno y nutrientes y los demás tejidos y de recoger el bióxido de carbono y desechos de los mismos.

**Tejido linfoide.** El tejido linfoide se encuentra en ganglios, timo, bazo, amígdalas y adenoides. Los centros germinales del tejido linfático producen células plasmáticas maduras y linfocitos maduros y sensibilizados.

**Sistema retículoendotelial.** Para referirse a las células del tejido conectivo que efectúan el proceso de fagocitosis, suele emplearse el término de sistema retículoendotelial. Las células ingieren partículas sólidas, de manera similar a las amibas cuando toman alimento.

Tres tipos de células fagocíticas pertenecen a esta clasificación:

- 1.- Células retículo endoteliales, que revisten los sinusoides hepáticos (células de Kupffer).
- 2.- Bazo y médula, macrófagos; que pueden ser sanguíneos y tisulares a los cuales también se les llama histiocitos.  
(Los macrófagos sanguíneos provienen de los monocitos circulantes.)
- 3.- La microglia, situada en el sistema nervioso central.

El sistema retículoendotelial es una línea fuerte de defensa contra la infección.

#### 4-3 ÓRGANOS.

Un órgano puede definirse sencillamente como unidad o estructura corporal que realiza una función específica. Sin embargo, en vista de las descripciones anteriores se le puede dar más sentido a esta definición. Desde el punto de vista de especialización celular, un órgano es un grupo de células semejantes, o a menudo, varios de esos grupos que se han especializado para realizar funciones específicas o relacionadas en beneficio del organismo. Desde el punto de vista del concepto de tejidos fundamentales, es propio considerar un órgano como la combinación de tejidos en una unidad para efectuar una función específica o una serie de funciones relacionadas.

La estructura tubular de una arteria puede tomarse como ejemplo clásico de un órgano. La función específica de las arterias es distribuir sangre a los tejidos del cuerpo. Esta función impone ciertos requisitos. El órgano debe ser un tubo con revestimiento interno completamente liso para reducir la fricción. Debe ser elástico para recibir el chorro de sangre a presión y darle paso con un movimiento pulsátil, como onda.

El vaso debe tener un mecanismo para cambiar su diámetro, de manera que el volumen de sangre que rige en una zona corporal puede ser regulado, así como la presión de su flujo. Ninguna célula o clase de tejido aislados puede realizar todas esas funciones relacionadas, pero sí puede hacerlo un grupo de tejidos fundamentales combinados. El endotelio proporciona el revestimiento interno liso. Una variante elástica de tejido conectivo sirve para resistir la fuerza física y ayudar al movimiento ondulatorio. La contracción del músculo liso cambia el diámetro del vaso.

#### 4-4 SISTEMAS ORGÁNICOS.

Todas las estructuras y órganos específicos del cuerpo pueden agruparse según sus semejanzas de estructura o función general. Cada grupo es un sistema orgánico. Los órganos se agrupan en sistemas porque algunos de ellos pueden participar en la realización de una función general. Por ejemplo, varios músculos de formas, tamaños y localizaciones muy diferentes poseen en común la propiedad de contraerse. Se unen como un sistema orgánico por su función, mover partes del cuerpo. Por otra parte, un grupo de órganos que varían en volumen, estructura y localización se reúnen como sistema alimentario. Por sus funciones en las etapas relacionadas de la digestión de alimentos.

Agrupar órganos en sistemas también proporciona un método para el estudio de la estructura y función del cuerpo humano. Ya describimos este método como anatomía sistemática. Los sistemas del cuerpo son varios, a saber:

Sistemas esqueléticos, disposición de los huesos y cartílagos para la rigidez y protección del cuerpo.

Sistema articular, medios para que los huesos se unan o muevan unos sobre otros.

Sistema muscular, grupo de músculos para mover partes del cuerpo, y para conservar y cambiar la posición del cuerpo en el espacio.

Sistema nervioso, que hace posible el estado de alerta para los cambios en el medio ambiente, el control de las actividades corporales y la adaptación.

Sistema circulatorio, la sangre y los órganos que la impulsan y distribuyen en los tejidos corporales.

Sistema integumentario, piel y sus estructuras modificadas que cubren el cuerpo y efectúan funciones especiales de secreción, excreción y recepción de estímulos del medio externo y protección.

Sistema digestivo, (alimento): órganos y conductos que reciben, digieren y absorben alimentos. Algunos de los órganos producen enzimas digestivas otros, excretan los residuos de alimentos y demás productos de desecho.

Sistema respiratorio, vías y órganos que conducen el aire del medio ambiente hasta ponerlo en relación íntima con el sistema circulatorio para el intercambio de oxígeno y bióxido de carbono.

Sistema urinario, órganos que extraen de la sangre productos de desecho y los eliminan del cuerpo por la orina.

Sistema reproductor, órganos que forman y preparan las células sexuales para la fertilización del huevo. En la mujer los órganos de este sistema nutren y protegen el embrión desde su concepción hasta que nace.

Sistema linfático, sistema de órganos que combinan una red de tubos para el regreso de parte del líquido al sistema venoso con órganos que filtran el líquido y forman cierto tipo de células sanguíneas maduras (linfocitos y células plasmáticas).

Sistema endócrino, grupo de glándulas muy esparcidas que distribuyen sus productos, hormonas, por medio del sistema circulatorio. Las hormonas pueden ser necesarias para el metabolismo de todos los tejidos corporales.

#### 4-5 TEJIDO MUSCULAR.

Todos los movimientos de las distintas partes del organismo, al menos en las formas superiores de vida animal, se realizan por medio de músculos. El tejido muscular está dotado de una contractilidad mucho mayor que ningún otro tejido del organismo. Se distinguen tres tipos de tejido muscular: *estriado*, también llamado *voluntario* o *esquelético*; *liso* o *involuntario* y *cardíaco*.

**Desarrollo.** El tejido muscular, salvo raras excepciones, es de origen mesodérmico. Es importante recordar que durante las primeras fases del desarrollo, se intercalan entre el ectodermo y el endodermo células mesodérmicas en proliferación, que se van diferenciando gradualmente de manera tal, que se establecen tres regiones o niveles diferentes: 1) un *epímero*, dorsal; 2) un *mesómero*, intermedio, y un *hipómero*, inferior. Las porciones epimérica e hipomérica son las que están relacionadas con el desarrollo del sistema muscular, mientras que el mesómero es de importancia en el desarrollo de los órganos excretores y reproductores.

En el epímero pronto aparece una serie de fisuras dorsoventrales, que forman una sucesión desde el extremo anterior del cuerpo, al posterior. De este modo se originan en la región epimérica una serie de bloques mesodérmicos, que son los *somitos*. El mesómero y el hipómero no suelen experimentar este tipo de segmentación. El somito está integrado por una masa casi maciza de células, aunque a veces encierra una pequeña porción de la cavidad celomática. Poco después pueden distinguirse tres regiones: 1) una masa mesenquimatosa ventromedial, que es el *esclerotomo*; 2) una porción dorsolateral, el *dermatomo*, y 3) una región dorsomedial, el *miotomo*. El esclerotomo dará lugar a la columna vertebral y a la porción proximal de las costillas, y el derma-

tomo contribuirá a la formación de la dermis de la piel.

La mayor parte de la musculatura voluntaria se deriva del miotomo, cuyas células proliferan formando masas que se extienden lateralmente, por fuera del tubo neural pero por la parte ventral del dermatomo, y finalmente ocupan una posición paralela y ventral al dermatomo.

La musculatura lisa del tubo digestivo y el músculo cardíaco se originan a partir de la capa esplanica del hipómero que rodea al endodermo del arquenterón. Además, ciertos *músculos branquiales*, de la región branquial de las formas acuáticas, que son voluntarios y estriados se originan a partir de las capas esplanicas del hipómero, en lugar de los miotomos, y por tanto, son homólogos de los músculos lisos del tubo digestivo (músculos viscerales), a pesar de su aspecto estriado y del hecho de que están bajo control voluntario. Su función es el movimiento de los arcos viscerales. En los vertebrados superiores se encuentran algunos derivados de estos músculos branquiales.

Los miotomos crecen por las paredes laterales del cuerpo, entre el ectodermo externo y la capa somática del mesodermo hipomérico. Las capas de células así formadas, a ambos lados se encuentran en la línea media ventral, quedando separadas entre sí por una longitud de tejido conjuntivo, la *línea alba*. Los espacios que quedan entre los miotomos adyacentes también se rellenan de tejido conjuntivo, que forma unos tabiques denominados *myocomma* o *myoseptum*. Estos se extienden desde la columna vertebral y paredes del celoma (peritoneo) hacia la dermis de la piel, de modo que queda claramente definida la musculatura básica de la región del tronco. Las células del miotomo original, que dieron lugar al tejido muscular, se denominan *mioblastos*. Estas comienzan a diferenciarse, adoptan la forma de huso

y se disponen en haces. Luego experimentan divisiones mitóticas, con lo que aumenta la masa muscular. Por último, tiene lugar una diferenciación hasta que las células adoptan la configuración sincitial típica de los músculos estriados. Los músculos derivados de los miotomos se denominan *músculos somáticos* o *parietales*, que a su vez se dividen en *músculos axiales* y *apendiculares*, según están confinados en la pared del cuerpo o asociados con las extremidades. En los peces, los músculos axiales son de mayor importancia que los apendiculares, puesto que su contracción es responsable de la locomoción de estos animales. En cambio, en los tetrápodos, cuya locomoción depende principalmente de los movimientos de las extremidades, los músculos apendiculares han adquirido mayor importancia, mientras que los axiales, aunque funcionales, tienen un papel secundario.

*Terminología.* Los músculos lisos o involuntarios se disponen en capas continuas, como en las paredes del tubo digestivo. No se disecan con facilidad. Los músculos voluntarios, en cambio, forman masas independientes que se separan fácilmente unas de otras. Los extremos del músculo voluntario se insertan en alguna estructura del cuerpo, pero su parte media, o *vientre*, suele ser libre. Aunque la mayoría de los músculos se insertan en partes esqueléticas, óseas o cartilaginosas, esto no ocurre siempre. En general, uno de los extremos se une a la parte de menor movilidad. El primero se denomina *origen*, y el segundo *inserción*. En la mayoría de los casos la unión se realiza por medio de *tendones*, que son cordones fibrosos de tejido conjuntivo, resistentes y sin elasticidad. A los tendones anchos, planos y en forma de cinta se les denomina *aponeurosis*. En ciertas regiones puede desarrollarse un pequeño hueso en el interior de un tendón, en el punto donde este último se desliza sobre una superficie ósea. Estos huesos se llaman *huesos sesamoideos*:

La *rotula* pertenece a este tipo de huesos.

Las *fascias* son láminas o bandas de tejido conjuntivo que cubren a los músculos, grupos de músculos y al conjunto de la musculatura del organismo. Tienden a unir partes del cuerpo y en algunos casos también sirven como puntos de origen y de inserción del músculo.

Los músculos suelen estar en grupos de dos, cada uno actúa de manera opuesta al otro. Estos grupos se denominan atendiendo a su acción, así:

*Flexores* son los que tienden a doblar una extremidad, o una parte de ella, sobre la otra.

*Extensores* son los que tienden a extender un miembro o sus partes.

Los *abductores* alejan una parte de la línea media del cuerpo o de un miembro vecino. Los abductores de una extremidad hacen oscilar el miembro, alejándolo del eje longitudinal del cuerpo; los abductores de los dedos hacen que éstos se muevan alejándose del eje longitudinal de la extremidad a que pertenecen.

*Adductores* son los que mueven una parte acercándola a la línea media o hacia un miembro vecino. Los adductores de una extremidad la mueven acercándola al eje longitudinal del cuerpo; los adductores de los dedos los mueven acercándolos al eje longitudinal medio de la extremidad. (R)

Los *rotatores* son los músculos que hacen girar una parte sobre su eje. Algunos rotatores se denominan *pronadores* cuando, como en el caso del brazo, pueden girar la palma de la mano hacia atrás o abajo. Otros, llamados *supinadores*, sirven para girar la palma de la mano hacia delante y arriba.

Los *elevadores* hacen subir una parte, como al cerrar la boca por elevación de la mandíbula inferior.

*Depresores* son los que bajan o hacen descender una parte, como el movimiento de la mandíbula inferior, al abrir la boca.

Los *constrictores* constriñen distintas partes o contraen una parte. Cuando el constrictor rodea una abertura, como la boca, píloro o ano, se denomina *esfínter*.

#### MUSCULATURA PARIETAL.

La musculatura parietal, llamada también voluntaria o estriada, de los cordados se compone fundamentalmente de una serie lineal de miotomos, que se extiende desde el extremo anterior al posterior. Cada miotomo se encuentra frente al punto de articulación de dos vértebras adyacentes y está inervado por fibras motoras de un nervio espinal que sale del tubo neural a través de un agujero intervertebral. En anatomía comparada ha habido mucha especulación acerca de si la cabeza de los cordados es una estructura metamérica. En general, se admite que algunos músculos de la cabeza, como ocurre con los del tronco, son fundamentalmente metaméricos y están inervados por nervios craneales específicos. En los vertebrados superiores el metamerismo ha quedado enmascarado a través de los cambios evolutivos, y por tanto, no es fácil reconocer homologías entre los músculos de los diversos vertebrados. En muchos casos se denominan los músculos con términos idénticos a los empleados en anatomía humana, basándose en que ocupan posiciones similares, pero pueden no ser homólogos a los que en el hombre tienen nombres similares. Uno de los criterios más acertados para determinar homologías entre los

músculos es la inervación de los mismos, aunque esto no siempre es infalible. Pero en la mayoría de los casos, a pesar de los profundos cambios evolutivos, las inervaciones han permanecido relativamente constantes. La identificación y recorrido de las delgadas ramificaciones nerviosas es muy difícil, y por esta razón la homología del músculo es de los problemas más complejos. Aquí sólo se tratara de algunos de los aspectos más generales de esta cuestión.

#### 4-6 TEJIDO NERVIOSO.

En un protozoario, 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 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. Aun 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: sistema nervioso.

En los protozoarios primitivos, por ejemplo los celentéreos, este sistema puede ser simplemente una red difusa de células y fibras diseminadas en un tejido. Pero en la mayor parte de animales de cierto grado de complejidad, el sistema nervioso se encuentra más organizado, y posee centros y troncos nerviosos en donde los impulsos pasan de unas a otras fibras. En casi todos los grupos aparece un centro dominante (algún tipo de "cerebro"). En los

vertebrados, el cerebro tiene posición anterior, cerca de los principales órganos de los sentidos, y se extiende hacia atrás por todo el cuerpo un cordón nervioso hueco dorsal, único, la médula espinal. El cerebro y la médula espinal forman el *sistema nervioso central*. De ellos salen muchos pares de nervios en cuyo trayecto hay *ganglios* (acúmulos de células nerviosas); estos nervios y ganglios constituyen el *sistema nervioso periférico*. Hemos visto que embriológicamente, el tejido nervioso tenía origen ectodérmico (proviene principalmente del neuroectodermo del tubo neural y de las crestas neurales, con adiciones originadas en placodas ectodérmicas cercanas).

#### ELEMENTOS ESTRUCTURALES.

*La neurona.* El sistema nervioso contiene muchísimos cuerpos celulares, pero la mayor parte de su "masa" corresponde a haces de fibras delgadas y largas. Se pensó en un tiempo que las fibras y cuerpos celulares eran independientes; pero pronto se vio que no era así, y que tales fibras son siempre prolongaciones de las células, y no estructuras independientes. Las unidades básicas del sistema nervioso son las *neuronas*. Cada una está formada por un cuerpo celular y sus prolongaciones de longitud variable.

Casi todos los cuerpos celulares de las neuronas están dentro del sistema nervioso central. A menudo tienen forma de estrella, por la presencia de múltiples prolongaciones; con tinciones especiales, pueden verse al microscopio varias estructuras características en el protoplasma. Las principales son los *cuerpos de Nissl*, que contienen grandes cantidades del ácido nucleico RNA; esto indica que el cuerpo celular es la "planta de fabricación" para toda la neurona, y que las sustancias que se for-

man en él fluyen al axón y a las demás prolongaciones. En el adulto existen muy pocas pruebas de división celular de las neuronas, lo que indica (y esto es exclusivo del sistema nervioso) que en el momento del nacimiento o la salida del huevo, el animal posee ya todas las células nerviosas que le corresponden. La destrucción de una neurona por enfermedad o lesión representa pérdida irreparable (aunque las prolongaciones de la misma pueden regenerar).

*Fibras nerviosas.* Del cuerpo de la neurona parten prolongaciones delgadas cuya distribución y longitud varían mucho. Se suele considerar neurona típica aquella que inerva a un músculo estriado. En estas neuronas motoras, existen muchas prolongaciones cortas, delgadas, ramificadas, que llevan los impulsos hacia el cuerpo celular; se llaman *dendritas* por su aspecto "de árbol". Hay solo un axón, prolongación relativamente gruesa y larga, que puede medir varios metros en los animales grandes, y que lleva los impulsos de la región del cuerpo celular hacia la periferia. Otro tipo común es el de las neuronas aferentes que llevan estímulos sensitivos hacia adentro, al interior del sistema nervioso central; en este caso, la prolongación larga que va del receptor al cuerpo celular, cerca de la médula, así como otra prolongación larga que penetra a dicha médula, tienen la misma estructura que el axón de la neurona motora. Las neuronas motoras pueden considerarse *monopolares*, y las neuronas sensitivas típicas *bipolares* (pueden existir además en el sistema nervioso central neuronas *multipolares*). (R)

Funcionalmente, la parte más importante de una fibra nerviosa es su estructura central, llamada *cilindroeje*; es un filamento de protoplasma que se continúa con el del cuerpo celular. En preparaciones no teñidas, tiene aspecto homogéneo; sin embargo, con tinciones adecuadas o utilizando el micros-

copio electrónico, pueden verse en su interior muchísimas *neurofibrillas* longitudinales delgadísimas. La fibra nerviosa está cubierta por una vaina muy delgada, que le es propia. Habitualmente existen otras cubiertas. Salvo en los ciclóstomos, todas las fibras de cierto tamaño, centrales o periféricas, van cubiertas de una *vaina de mielina* (una sustancia grasa). Cuando la vaina está bien formada, da a las fibras aspecto brillante y lustroso. En ciertos casos (por ejemplo en las fibras posganglionares del sistema autónomo) la vaina es muy delgada, o una sola vaina puede cubrir varias fibras pequeñas. En tales circunstancias, no suele verse la vaina y se dice que no la hay (lo cual no es cierto). En el caso de fibras situadas dentro de la médula espinal o en el cerebro, se encuentra una vaina formada por elementos celulares adyacentes de soporte. En las fibras periféricas, la vaina está formada por células en vaina especiales (*células de Schwann*) que se enrollan alrededor de segmentos de cilindroeje en una forma que recuerda a una "hojuela" enrollada o un "taco" (salvo que en este caso las capas formadas son muchísimas, y muy delgadas). En los intervalos entre los territorios correspondientes a dos células de Schwann sucesivas, la vaina de mielina de las fibras periféricas se interrumpe, formándose un *nodo* o *nódulo de Ranvier*. En las fibras situadas fuera del sistema nervioso central, existe otra cubierta continua, formada por una membrana resistente y poco elástica, el *neurilema*; también es formada por las células de Schwann.

Cuando se corta una fibra, la porción distal en relación al corte degenera, y la región proximal y el cuerpo celular, pueden mostrar signos de lesión. Con frecuencia las fibras periféricas se regeneran a partir del muñón que sigue unido al cuerpo celular; al parecer, les ayuda a encontrar su trayecto primitivo la persistencia de la vaina que rodeaba al cilindroeje antes de ocurrir la lesión. La sección experimental de haces de fibras en el ce

rebro o la médula puede ayudar (por tinción diferencial de fibras de degeneración) a la difícil tarea de establecer el complicado "alambrado" del sistema nervioso.

Por analogía, se tiende a comparar la transmisión nerviosa a un impulso eléctrico; puede demostrarse que cuando un impulso nervioso se desplaza a lo largo de una fibra se produce un cambio momentáneo de potencial eléctrico sobre la superficie de la fibra, que se desplaza a lo largo de la membrana una "onda de permeabilidad". Simultáneamente se producen en el cilindroeje cambios metabólicos muy rápidos, análogos a los que acompañan a la contracción muscular y que permiten la liberación instantánea de energía. Sin embargo, aunque sea muy rápido el impulso nervioso, no es posible compararlo con la electricidad bajo este punto de vista. Aun en las fibras más rápidas del mamífero, la velocidad solo es de unos 100 metros por segundo; en los grupos inferiores, suele ser muy inferior. Es evidente que en un animal grande (por ejemplo el elefante) el intervalo entre la recepción del estímulo y la reacción, aun por vía del reflejo más simple, hace de la coordinación una tarea muy difícil.

Conviene que señalemos rápidamente las principales características de los impulsos nerviosos. El impulso es anónimo e inespecífico. La naturaleza de la sensación que "siente" el cerebro depende de los centros que la reciben, no de diferencias en el tipo de impulso recibido; si pudiéramos modificar estas "conexiones", los impulsos nerviosos de la nariz, por ejemplo, darían una sensación de ruido al llegar al centro auditivo. Una fibra nerviosa es perfectamente capaz de transmitir un impulso en ambas direcciones. La transmisión unidireccional normal se debe a la estructura de las uniones entre las fibras; en las neuronas existe una "polaridad" anatómica. Igual que para la contracción de la fibra muscular, el impulso nervioso es un fenómeno

"todo o nada". Sin embargo, puede variar la "fuerza" global de los impulsos sobre los nervios. Puede haber diferencias en el número de fibras estimuladas; además, los impulsos no suelen presentarse aisladamente, y una serie rápida de impulsos puede (como vimos antes) tener efecto acumulativo sobre, digamos, una fibra muscular.

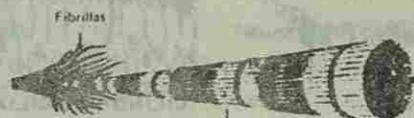
**La sinapsis.** La distancia total entre el receptor sensorial y un impulso inicial y el músculo o la glándula estimulada, nunca es cubierta por una sola neurona; la acción tiene lugar a través de una cadena de neuronas, cuando menos dos, y en general muchas más. El punto de contacto entre neuronas sucesivas se llama *sinapsis*. Típicamente, el extremo de un axón se divide en finas fibrillas que se acercan mucho a las dendritas o al cuerpo celular de la neurona siguiente, pero sin hacer contacto real. El estudio de la transmisión en el tiempo muestra que se requiere un intervalo fijo, una pequeña fricción de segundo para "brincar" el espacio sináptico. Existen varias teorías acerca de cómo se hace este brinco; unos piensan que se trata de un fenómeno eléctrico, mediante una "chispa"; la mayor parte de los autores en la actualidad opinan que se trata de una transmisión química; las fibrillas liberan pequeñas cantidades de una sustancia (generalmente acetilcolina) que estimula la fibra siguiente. En ciertos casos de transmisión periférica, se ha demostrado con toda seguridad la liberación de tales sustancias químicas (*neurosecreciones*); en cuanto al sistema nervioso central, las cosas todavía no están muy claras.



Fig. 1. Músculo liso.



Músculo voluntario



Fibrilla formada por miofilamentos

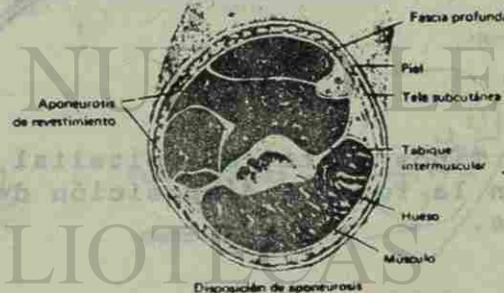
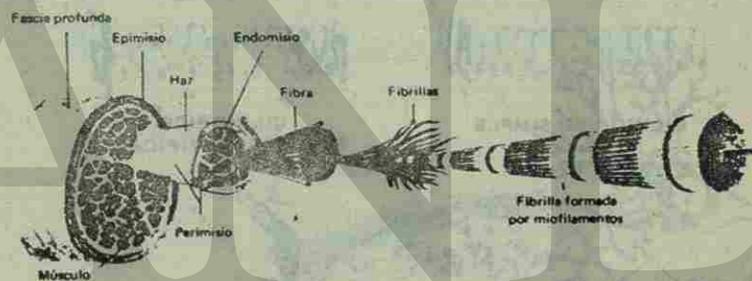


Fig. 2.

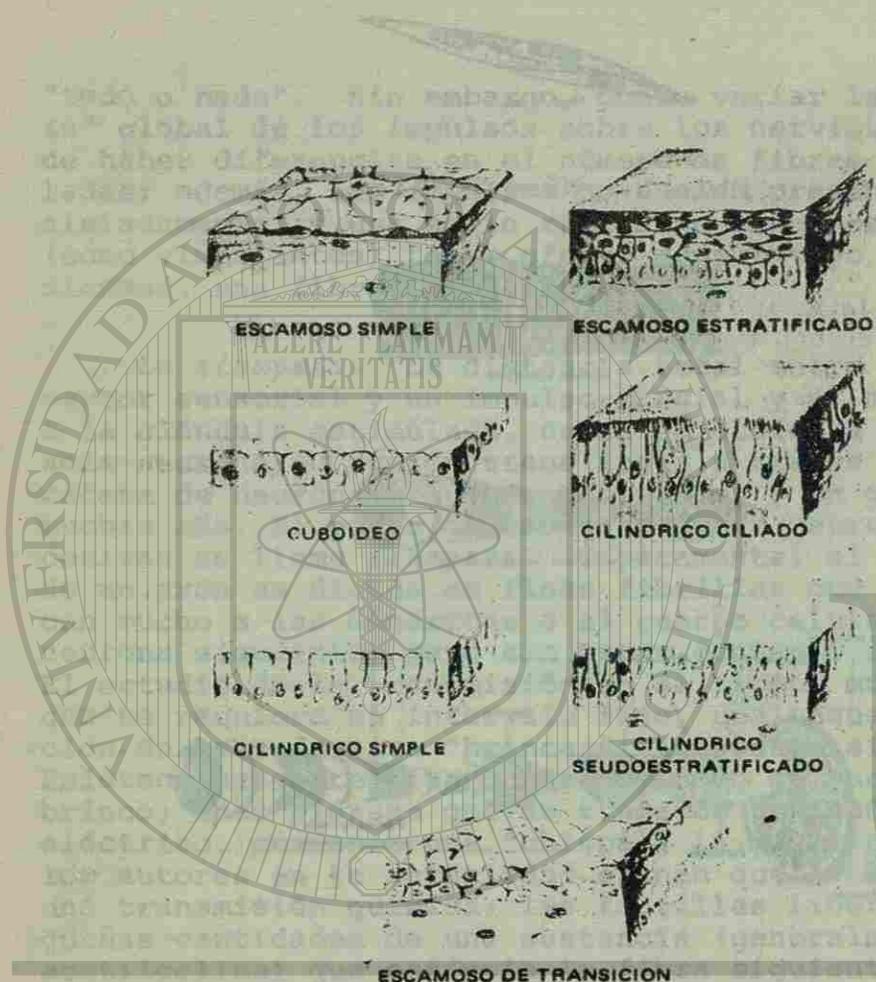


Fig. 3. Tipos de tejido epitelial, clasificados según la forma y disposición de las capas celulares.

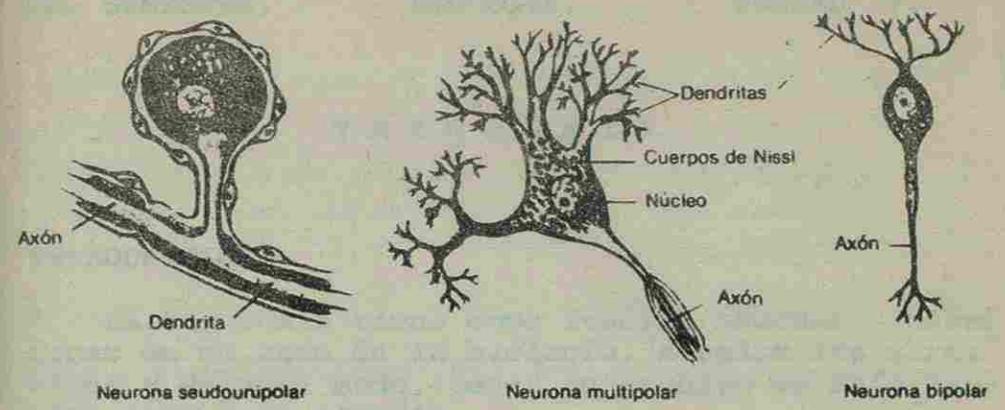


Fig. 4. Tipos de neuronas.

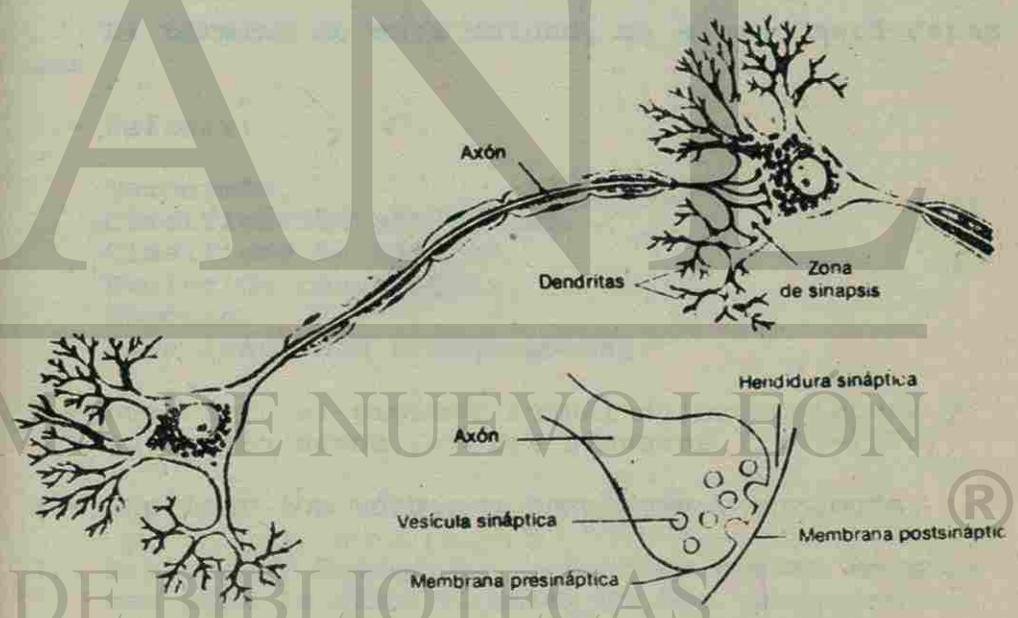
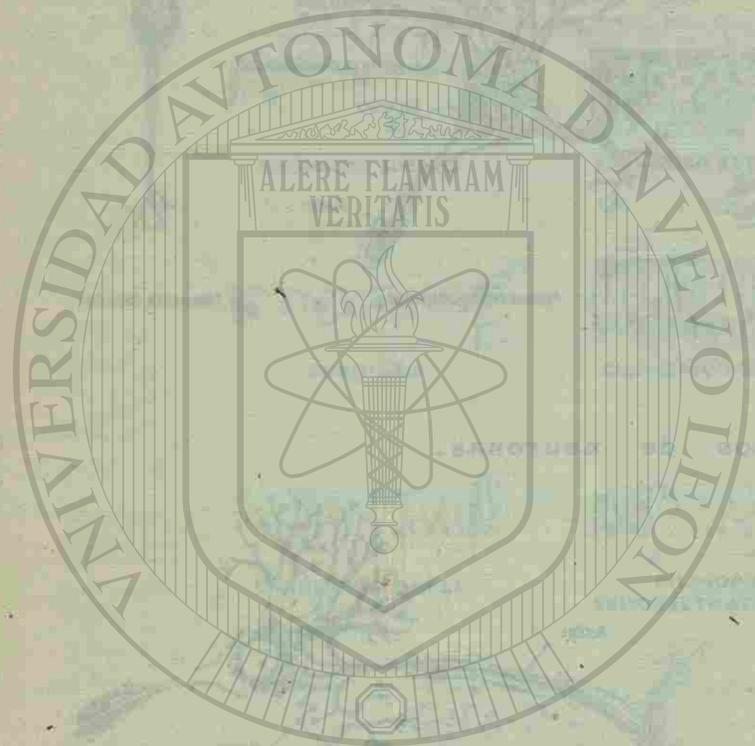


Fig. 5. Sinapsis.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

2o. SEMESTRE.

BIOLOGÍA.

UNIDAD V.

## TAXONOMÍA.

### INTRODUCCIÓN.

La taxonomía tiene como función ordenar y clasificar en el caso de la biología, a todos los seres vivos y de este modo, tener un archivo de información para cada especie.

### OBJETIVOS.

Al término de esta unidad, el alumno será capaz de:

1.- Definir:

Taxonomía.	Sistemática.
Clasificación artificial.	
Clasificación natural.	
Evolución convergente.	
Especie.	
Raza (variedad o subespecie).	

2.- Describir el sistema actual de nomenclatura y su origen desde Carolus Linnaeus (1707-1778).

3.- Explicar los términos homología y analogía. ®

4.- Explicar y definir los criterios que se consideran para la clasificación de los animales.

5.- Explicar y definir los criterios que se consideran para la clasificación de los vegetales.

### PROCEDIMIENTO DE APRENDIZAJE.

- 1.- Lee cuidadosamente todo el material poniendo especial atención en los ejemplos del texto.
- 2.- Apóyate en un compañero o en tu maestro para verificar si comprendes lo que te pide cada objetivo.
- 3.- Todas las dudas, resuélvelas con tu maestro.

### AUTOEVALUACIÓN.

Como autoevaluación, contesta las preguntas que te entregará tu maestro.

### UNIDAD V.

### TAXONOMÍA.

Un inmenso conjunto de diversos tipos (o especies) de seres vivientes habita nuestro planeta. Muchos de ellos pueden ser fácil y convenientemente clasificados ya sea como plantas o como animales, basándonos principalmente en la ausencia o presencia de una pared celular y en menor grado en otras características. Sin embargo, ciertos microorganismos comparten características tanto de plantas como de animales. Ciertos taxonomistas prefieren clasificar a todos los microorganismos dentro de un reino separado llamado *Protista*; mientras que otros los colocan dentro del reino vegetal o del animal, dependiendo de las especies.

Aproximadamente se han descrito en términos científicos aceptados, un millón de diferentes tipos de animales y 350,000 tipos diferentes de vegetales. La lista aumenta año con año, a medida que se descubren y describen más animales y vegetales, existiendo indudablemente muchos más.

### 5-1 CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE CLASIFICACIÓN.

### SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN NATURAL Y ARTIFICIAL.

La Tierra está habitada por un número inmenso de seres vivientes, sin que existan dos individuos idénticos. La biología ha alcanzado una meta importantísima al existir una clasificación o catálogo

sistemático ordenado de su vasta y variable cantidad de material biológico, tal como una biblioteca necesita que sus libros estén sistematizados y catalogados. (La rama de la biología que trata de la clasificación se llama *taxonomía* o *sistemática*. En el curso de la historia el hombre ha ideado numerosos sistemas para clasificar a las formas vivientes. Estos generalmente se colocan en dos grupos principales: *artificial y natural*. Un sistema *artificial de clasificación* está basado sobre niveles artificiales o arbitrarios, en los que no hay un reconocimiento de las relaciones entre las diferentes clases de organismos en el sentido de descendencia común o relacionada. Por consiguiente, esta clasificación sirve meramente como un sistema de archivo o registro. En contraste, un *sistema natural de clasificación*, está fundado en las relaciones naturales o evolutivas existentes entre los organismos, reflejando tanto como sea posible la evolución probable de estos organismos.)

El objeto del taxonomista moderno es trazar o idear un sistema natural de clasificación. La premisa básica es que los grupos de organismos que poseen el mayor número de características comunes, son los más íntimamente relacionados. Aquellos que comparten pocas características son los que están menos relacionados. (Existe una amplia evidencia para indicar que una de las mayores tendencias en la secuencia evolutiva ha sido de tipo *progresivo*, desde organismos de estructura relativamente simples hasta aquéllos de gran complejidad. Sin embargo se sabe que existen excepciones, donde las tendencias evolutivas han sido *regresivas*, o sea, en dirección opuesta, desde la complejidad de uno o más caracteres hacia una gran simplicidad o *reducción*.) Entonces obviamente debe tenerse gran precaución en decidir si una determinada característica es simple debido a su primitivismo actual, o se ha llegado a ser simple por medios evolutivos de reducción.

Un segundo riesgo de importancia es la interpretación de las relaciones evolutivas al observar la adquisición evolutiva independiente de estructuras similares (aunque no necesariamente idénticas) en organismos que no están íntimamente relacionados. Este fenómeno se conoce como *evolución convergente*. Tales organismos muestran semejanzas, las que pueden fácilmente interpretarse erróneamente como evidencias de relación, aunque ellos no se hayan originado del mismo tronco ancestral. El origen independiente de ojos similares en ciertos moluscos y en vertebrados es un ejemplo de evolución convergente.

El estado actual de los sistemas naturales de clasificación todavía es inestable. Aun los sistemas de clasificación considerados como más modernos y en su mayor parte naturales, son en algunos aspectos artificiales, especialmente en lo que respecta a ciertos campos. Existen varios grupos (por ejemplo, numerosos microorganismos) cuyas relaciones aún no son claras y por consiguiente se prestan a diversas interpretaciones.

#### LA ESPECIE COMO UNIDAD DE CLASIFICACIÓN.

Existen sobre nuestro planeta muchos millones de organismos individuales, pero podemos reconocer que algunos de éstos no son absolutamente idénticos (puesto que no existen dos totalmente semejantes) pero sí muy parecidos uno al otro. Podemos proceder sobre la base de su semejanza para agrupar aquellas formas vivientes individuales lo suficientemente parecidas y lo bastante relacionadas para ser consideradas como un tipo y separarlas en un grupo llamado especie. Por ejemplo, todos los seres humanos se agrupan en una sola especie. Los diferentes antropoides pertenecen a varias especies; los diferentes monos a otras varias especies y así sucesivamente.

(La especie es la unidad básica empleada en la clasificación de las formas vivientes y está constituida por un grupo de organismos cuyas características son bastantes similares. Por su propia naturaleza, la especie como la unidad de la clasificación natural está formada de una población de individuos, o un grupo de poblaciones relacionadas íntimamente con sus ancestros. De acuerdo con esto, sus miembros muestran las mismas características estructurales y funcionales, siendo capaces de entrecruzarse una con otra para producir descendientes fértiles.) La semejanza estructural y funcional entre los individuos de una especie es una expresión de similitud en genética y por consiguiente en el campo evolutivo; reflejándose a menudo en el conjunto de cambios experimentales en el desarrollo embrionario. En realidad, la capacidad de cruzarse y producir descendencia fértil, especialmente bajo condiciones naturales, constituye probablemente el criterio básico fundamental para decidir cuáles individuos pertenecen a la misma especie. Esto implica una íntima semejanza en la constitución genética y en la historia evolutiva. Por ejemplo, el caballo y el burro pueden cruzarse para producir la mula, la cual casi siempre es estéril. Por esta única razón, el caballo y el burro son clasificados en especies diferentes, pero estrechamente relacionadas. En la naturaleza los cruzamientos de miembros de diferente especie, pero muy relacionadas, son poco frecuentes y de rara ocurrencia. La especie, por consiguiente, intercambia rara vez genes con otras especies, o no lo hace nunca y entonces se hace referencia a sistemas genéticamente encerrados.)

(La subunidad de la clasificación es llamada *raza*, *variedad* o *subespecie*. La raza consiste de poblaciones particulares dentro de una especie, y que difiere muy poco en su composición genética. Las razas dentro de una especie se llaman *sistemas genéticamente abiertos*, debido a que pueden (y a menudo lo hacen) intercambiar genes por cruzamiento,) suce-

diéndose a veces la fusión de varias razas en una sola población. Pero tenemos que aun el criterio de esterilidad o infertilidad para distinguir una especie de otra, no es completamente satisfactorio. Ciertas razas dentro de una sola especie son incapaces de producir descendencia fértil por entrecruzamientos; mientras diferentes especies a veces pueden entrecruzarse y producir descendencia fértil. Más aún, en aquellos organismos inferiores donde únicamente existe la reproducción asexual, el taxonomista debe obviamente basarse en otro criterio que no sea la reproducción, para determinar la clasificación. Lo mismo sucede en la clasificación de los fósiles. Por necesidad, éstos son manejados taxonómicamente en base únicamente de características morfológicas.

Infortunadamente para el estudiante principiante de biología, no puede darse una definición más exacta para el término especie. Este término (y otras unidades de clasificación), designan una categoría o concepto ideado por la mente humana, es decir, un grupo de individuos lo bastante relacionados y lo suficientemente semejantes para considerarse en una sola clase. Para algún tipo de organismo, la especie como unidad básica de población puede hacerse por sí misma evidente; mientras para otras clases de organismos puede ser oscura. La naturaleza dinámica de los seres vivientes como individuos y grupos, los cuales están evolucionando constantemente, variando en su medio ambiente, cambiando cualitativa y cuantitativamente en sus poblaciones, hace imposible confinarlos por sí mismos a una definición rígida. Además de las especies que existen otras unidades progresivamente mayores en el sistema de clasificación. El género, como siguiente unidad, señala un grupo de especies semejantes o relacionadas. Idealmente, cada unidad está esencialmente determinada atendiendo a las relaciones evolutivas y biológicas del grupo de organismos al cual se aplica.

## NOMENCLATURA DE LA CLASIFICACIÓN.

Los primeros sistemas de clasificación datan desde Aristóteles (300 a 400 A.C.). A partir de entonces se han ideado numerosos y diversos sistemas de clasificación; la mayoría son de tipo artificial y basados en gran parte en diversas características superficiales. El desarrollo de los sistemas naturales de clasificación es relativamente reciente. Se han hecho posibles principalmente como resultado de los grandes avances del conocimiento e interpretación de fósiles efectuado en los últimos cien años, así como de la estructura, función y desarrollo de las formas vivientes a todos los niveles de organización, desde la molécula hasta el organismo como un todo.

El sistema actual de nomenclatura utilizado en la clasificación de los seres vivientes fue introducido hace dos siglos principalmente por el físico y biólogo sueco Carolus Linnaeus (1707-1778); al que se considera como el padre de la taxonomía. Linnaeus vio la necesidad de crear un sistema de clasificación y una nomenclatura apropiada. Él, como muchos otros, reconoció que aparentemente la infinita variabilidad entre los seres vivientes no era casual y que los organismos estaban distribuidos en grupos y tipos distintos. Los llamó, a cada tipo, especie, unidad elemental de la clasificación y a cada especie conocida por él, le asignó un nombre en latín. En la primera mitad del siglo XVIII habían sido descritas aproximadamente cerca de cuatro mil especies animales del millón que se conoce actualmente. La intensiva exploración geográfica a finales del siglo XVIII y principios del siglo XIX dio a conocer muchos nuevos tipos de organismos al mundo civilizado occidental.

Como siguiente unidad de clasificación, Linnaeus utilizó el término *género* para designar a un grupo de especies similares en muchos aspectos y por con-

siguiente presumió que estaban más relacionadas entre sí que con otras especies. Asignó a todos los organismos conocidos dos vocablos en latín; uno, representando al género y, otro, a la especie. Por esta razón este sistema es conocido como *sistema binomial o sistema de nomenclatura binaria* y es usado en todo el mundo por acuerdo internacional entre los biólogos. Todos los seres humanos, por ejemplo, son miembros del género *Homo* y de la especie *sapiens*, siendo su nombre científico *Homo sapiens* (note que ambos nombres están en letras itálicas y que el nombre genérico siempre empieza con letra mayúscula; mientras que la especie comienza con minúscula). Los caracteres evidentes de los felinos tales como el león, puma, tigre, jaguar y el gato común, indican una relación íntima entre estos animales. Todos ellos son lo suficientemente semejantes para pertenecer a un mismo género (*Felis*); pero lo bastante diferentes para clasificarlos como especies separadas. A ellos se les ha dado el nombre científico de *Felis leo*, *Felis concolor*, *Felis tigris*, *Felis onca* y *Felis domestica*, respectivamente.

El nombre genérico es un sustantivo en latín y el nombre específico es un adjetivo, éste último usualmente es descriptivo de ciertas características del organismo, por las cuales su autor original, creyó eran típicas o únicas. Ocasionalmente el nombre específico está derivado del nombre de la persona que describió por primera vez el organismo, o para honrar a determinada persona por una razón u otra. A veces también se le agrega una abreviatura del nombre de la persona responsable de este nombre binario. Por ejemplo, en el nombre científico del roble blanco *Quercus alba L.*, la L significa Linnaeus quien dio primero a esa planta el nombre científico indicado. Esta cita de autoridad, a veces es muy usada para encontrar la descripción original del organismo y evitar confusiones de identidad en casos en que hay duplicidad de nombres. El nombre científico actual de muchas plantas y anima-

les fue dado por Linnaeus y de acuerdo con esto se le agrega la primera letra o una abreviatura de su nombre al binomio.

El uso de común acuerdo (mundial) de un nombre científico para cada tipo de organismo, ayuda a evitar confusiones e incertidumbres para la identificación y registro de diferentes tipos de organismos. El uso del nombre común de un organismo, aunque sea conveniente tiene diversas desventajas. Un organismo dado, especialmente si está ampliamente distribuido, tiene a menudo muchos nombres comunes, los cuales en su uso son estrictamente locales. Los nombres no deben ser usados en otras regiones y pueden inclusive estar aplicados a otras especies diferentes con las cuales puede o no puede estar relacionado dicho organismo. Por ejemplo, el tan llamado lirio acuático blanco europeo, disfruta de casi doscientos nombres vulgares o comunes. Por el contrario, el término caoba es aplicado a muchos y diversos tipos de árboles.

Linnaeus agrupó los géneros semejantes en grupos mayores llamados *órdenes*, los cuales más tarde se reunieron en grupos aún más grandes llamados *clases*. El sistema de unidades se puede comparar al empleado en la organización política de una nación con el pueblo o ciudad compuesta de unidades elementales a las que les siguen otras progresivamente más grandes, tales como municipio, distrito, estado hasta llegar a la nación.

Las categorías originales de Linnaeus desde entonces han sido aumentadas, en vista de la gran cantidad de información reciente y del descubrimiento de nuevos organismos. Las unidades *familia*, que cae entre el género y el orden y *phylum* (plural *phyla*) que es la categoría más grande de todas, han sido agregadas a las anteriores. Además, han sido incluidas subdivisiones tales como *subphylum*, *subclase*, *suborden* y *subfamilia*. La secuencia de cate-

gorías en orden descendente es: *phylum*, *clase*, *orden*, *familia*, *género* y *especie*. Las diferencias se van haciendo progresivamente menores comenzando desde el *phylum* hasta llegar a la especie. Sobre la base de nuestra interpretación moderna de las relaciones evolutivas, un género constituye un grupo de especies semejantes o emparentadas. De manera semejante, la *familia* consiste de géneros emparentados o relacionados; el *orden* de familias; la *clase* de órdenes y el *phylum* de clases. Muchos de los nombres utilizados para las unidades superiores de clasificación, a menudo están basados en ciertas características sobresalientes del grupo. Por ejemplo, el término *leguminosae* se refiere a la familia de plantas cuyos miembros tienen sus semillas en una vaina o legumbre.

La clasificación moderna actual del hombre (*Homo sapiens*) de acuerdo con este sistema es como sigue:

Phylum — Chordata

Subphylum — Vertebrata

Clase — Mammalia

Subclase — Placentaria

Orden — Primates

Suborden — Anthropeidea

Familia — Hominidae

Género — *Homo*

Especie — *sapiens* ®

La clasificación correspondiente para el roble blanco (*Quercus alba*) es:

Phylum — Tracheophyta

Subphylum — Pteropsida

Clase — Angiospermae

Subclase — Dicotyledonae

Orden — Fagales

Familia — Fagáceas

Género — *Quercus*

Especie — *alba*

#### ESTADO DINÁMICO DE LA ESPECIE.

Al idear su clasificación de plantas y animales en el siglo XVII, Linnaeus creyó que la especie era una unidad distintiva e invariable de los seres vivientes, creada por obra divina "en los comienzos", de la que todos los organismos actuales descendían linealmente. Esto era un punto de vista aceptado y común en época de Linnaeus. Sin embargo, Linnaeus seleccionó, para bases de su sistema de clasificación, ciertas características básicas fundamentales (por ejemplo, esqueleto, pelos y otros derivados epidérmicos de los animales más grandes; segmentación del cuerpo para los invertebrados y estructuras reproductoras en las flores), las cuales formaron un esquema de clasificación que era compatible con la idea de la evolución. Por supuesto, ahora sabemos que las especies no son fijas, sino que esta unidad es dinámica puesto que está cambiando constantemente y que ha evolucionado durante la larga historia de la vida y que lo continuará efectuando de esta manera.

Las dificultades cada vez mayores para clasificar satisfactoriamente el enorme número de nuevos tipos de seres vivientes, descubiertos durante las grandes exploraciones geográficas llevadas a cabo

durante los siglos XVIII y XIX, pronto pusieron en evidencia que el concepto de especie como una unidad fija y constante no tenía validez. Lamarck, en la primera mitad del siglo XIX sabía que a veces las diferencias entre razas y especies eran demasiado difíciles de distinguir. Él fue de los primeros en creer que la especie se originaba de razas y que ambas eran el resultado de un proceso evolutivo. Darwin y Wallace llegaron, en esencia, a la misma conclusión cerca de treinta años después, pero al mismo tiempo contribuyeron con muchas e indisputables evidencias en su favor y llegaron a una teoría razonable, o la teoría de la "selección natural" para explicar la realización del proceso.)

#### 5-2 CRITERIOS PARA CLASIFICACIÓN.

##### HOMOLOGÍA CONTRA ANALOGÍA.

La mayoría de los criterios usados para las clasificaciones actuales de los seres vivientes, es tan basados en características anatómicas y fisiológicas. La premisa fundamental es que una similitud de estos hechos entre los organismos es el resultado de una evolución biológica íntimamente relacionada y, por consiguiente, partiendo de un ancestro común. La decisión de cuáles son las características importantes y qué interpretaciones les debemos dar para considerar sus relaciones evolutivas y por consiguiente su clasificación, puede a veces ser muy difícil y estar sujeta a controversias.

(Aquello caracteres de organismos diferentes que se corresponden mutuamente en relación a su herencia y ascendencia común y por consiguiente a su desarrollo y forma básicos, se dice que son homólogos. En contraste, aquellos caracteres de organis-

mos diferentes que poseen función similar, pero básicamente diferentes en origen y estructura (no homólogos) se dice que son *análogos*. Las partes homólogas de diferentes organismos no desempeñan necesariamente la misma función. Por ejemplo, la semejanza evidente por sí misma, de la anatomía básica del brazo del hombre, el ala de un ave y el miembro anterior de una rana, indica que estas estructuras a pesar de sus diferencias en función, tienen una herencia y ascendencia común siendo por consiguiente homólogas. De hecho, la aleta de un pez ancestral ahora extinto, del cual se cree descienden todos los vertebrados terrestres incluyendo al hombre mismo, aparentemente suministró el patrón o modelo fundamental para los miembros de estos vertebrados terrestres que evolucionaron posteriormente, adaptándose a las funciones de natación, marcha, vuelo, etc. Una homología aún más compleja se puede observar en el ejemplo de los huesecillos del oído medio de los mamíferos; martillo, yunque y estribo, los cuales se ha demostrado derivan de ciertos huesos mandibulares de los peces.

Un ejemplo clásico de analogía se encuentra comparando las alas de un ave con las de una mariposa. Aunque estas estructuras indudablemente tienen una función semejante, son totalmente diferentes en organización y por consiguiente en su origen. Las alas de las aves con una superficie compuesta de plumas corresponde al armazón esquelético del brazo humano o del ala de un murciélago (mamífero). En contraste, el ala de una mariposa está constituida esencialmente de una membrana y no sigue el camino estructural de la de un ave o un murciélago. Por consiguiente, el ala de un ave es homóloga al brazo del hombre o al ala de un murciélago; pero análoga a la de una mariposa.

Obviamente, la homología, en contraste con la analogía, indica una relación evolutiva que implica la descendencia de una misma línea ancestral. Esto

sirve por consiguiente como una base muy importante para la clasificación de los seres vivientes. Catalogar a los organismos sobre la base de estructuras análogas podría de manera inevitable conducirnos a un sistema artificial de clasificación y a una interpretación incorrecta de las relaciones evolutivas.

Aunque las principales líneas de desarrollo evolutivo y de relaciones entre los seres vivientes (y por consiguiente un sistema natural de clasificación), se han estado estudiando durante mucho tiempo, una cantidad apreciable de problemas especiales que no han sido totalmente resueltos. De interés particular es el ejemplo de los actuales monotremas de Australia que incluyen al ornitorrinco y el oso hormiguero espinoso. Ponen huevos como los reptiles; tienen pelo y nutren a sus crías como los mamíferos. Son considerados por algunos expertos como intermediarios entre los reptiles y los mamíferos, habiéndose originado probablemente de una especie ancestral intermedia de estos dos grupos principales. Otros consideran a los monotremas como una línea separada de los reptiles que se originó independientemente de una forma intermedia no identificada, que dio origen a los mamíferos.

#### CRITERIOS PARA CLASIFICACIÓN DE ANIMALES.

Se han empleado varios criterios específicos para establecer un sistema natural de clasificación para los animales. El hecho de que animales diferentes sean superficialmente semejantes en apariencia y compartan las mismas condiciones de vida, no quiere decir necesariamente que estén íntimamente relacionados. Por ejemplo, las ballenas y los peces en una forma o en otra viven y nadan en el mar. Un examen más detallado y cuidadoso, pronto revela que las ballenas no tienen branquias y respiran por pulmones y poseen todas las características esencia

les, estructurales y funcionales que las identifican incuestionablemente como mamíferos. Los indicios son que en un tiempo, en el pasado, evolucionaron a partir de un grupo pequeño de mamíferos terrestres, y que regresaron al medio acuático. El proceso de la selección natural las ha adaptado a un medio de vida acuático como indicamos por la presencia de aletas y por la forma comprimida del cuerpo como los peces; modificaciones ventajosas para sobrevivir en el medio acuático, aunque las estructuras básicas del cuerpo no han cambiado de manera significativa. La presencia de glándulas mamarias, corazón con cuatro cavidades y todas las características fácilmente reconocibles, excepto la ausencia casi completa de pelo, las señala, entonces, como verdaderos mamíferos.

En términos generales, las divisiones principales del reino animal, es decir, los phyla mayores de animales, se distinguen uno del otro sobre la base de varias características anatómicas fundamentales. En conjunto, estos caracteres anatómicos diferentes y los procesos que los acompañan constituyen un diseño típico de organización y función para cada phylum en particular, que esté comprendido dentro de un patrón evolutivo coherente. Los hechos más importantes y distinguibles son:

1. (Si los organismos son unicelulares o pluricelulares.) Los organismos unicelulares con características celulares animales están clasificados ya sea dentro de un phylum separado del reino animal (puede haber un punto de vista que los separa en un tercer reino, Protista constituido únicamente por seres vivientes unicelulares. No hay duda consistente de que los organismos unicelulares fueron de las primeras formas de vida que aparecieron sobre la Tierra y de si los organismos pluricelulares evolucionaron de ellos.

2. *Diferenciación celular.* Con la notable excepción entre los animales pluricelulares, de solamente un phylum, el de las esponjas o *Porifera* la diferenciación celular llega a ser evidente en cierta etapa del desarrollo embrionario o bien del adulto.

3. (Número de etapas germinales, ya sean dos (ectodermo y endodermo) o tres (ectodermo, mesodermo y endodermo). En casi todos los principales phyla que representan a los animales pluricelulares existen tres capas germinales distintas, el ectodermo, el mesodermo y el endodermo que se hacen presentes durante el desarrollo embrionario.) De ellos se originarán posteriormente todos los tejidos y órganos en el individuo totalmente formado. En algunas formas primitivas de celenterados y en uno o dos phyla menor, solamente existen dos capas germinales llamadas ectodermo y endodermo.

4. *Curso y grado de desarrollo en ciertos órganos y sistemas.* Esto se aplica particularmente a los aparatos y sistemas digestivo, circulatorio y nervioso respectivamente; y en menor extensión al sistema esquelético. En varios de los phyla de animales o gusanos planos, la digestión y la circulación se lleva a cabo en una cavidad central (y parte dentro de las células que recubren la superficie) con una sola abertura. Todos los otros principales phyla de animales poseen un tubo digestivo complejo abierto en cada uno de sus extremos; un orificio que sirve para tomar el alimento y otro para eliminar los residuos no digeridos; existiendo en este tubo variantes respecto a su especialización. De manera semejante, el aparato circulatorio y el sistema nervioso muestran grados progresivos de especialización estructural y funcional, incluyendo vasos musculares o "corazones", así como cordones nerviosos y masas de ganglios o "cerebros" localizados en la parte anterior. El sistema esquelético (incluyendo su origen en el desarrollo embrio-

nario, su orientación ya sea externa o interna y su composición) varía entre ciertos phyla y sirve de cierta manera para un criterio de clasificación.

5. *Presencia o ausencia de celoma.* El celoma o verdadera cavidad del cuerpo que separa el tejido mesodérmico de la pared del cuerpo de aquella del tracto digestivo, no existe en los phyla de animales inferiores; pero se presenta en los phyla de animales superiores. La cavidad del cuerpo en los animales pluricelulares varía en sus características y origen, dependiendo del grupo animal de que se trate.

6. *Presencia o ausencia de segmentación.* La segmentación es un tipo de forma del cuerpo constituido por unidades o segmentos sucesivos que tienen una estructura semejante o modificada; está bien representada en tres phyla, siendo más característica en los *Annelida* y está parcialmente oscurecida, excepto en ciertas estructuras como los huesos en los *Chordata*, entre los cuales se incluyen a los *ma*míferos.

7. *Tipo de simetría.* La organización o proporcionalidad de casi todos los seres vivientes es tal que ellos son *simétricos*. Esto es, que pueden cortarse teóricamente en dos mitades iguales o equivalentes, al menos en lo que se refiere a su apariencia externa. La mayoría de los organismos presentan ya sea *simetría radial* o *bilateral*. En la *simetría radial*, las partes del cuerpo están organizadas alrededor del eje principal del cuerpo de una manera radiada. En otras palabras, el cuerpo está arreglado de tal manera que posee un eje central hipotético como el eje de una rueda de automóvil con dos superficies diferentes, a través del cual puede hacerse un corte en cualquier plano que divida al eje vertical para originar dos mitades iguales o equivalentes. La estrella de mar con una superficie interna diferente de la externa, es un ejemplo

clásico de simetría radial entre las formas vivientes. (En la *simetría bilateral* la presencia de una superficie superior o dorsal y una inferior o ventral, así como de una región anterior y una posterior, limita esta división hipotética a un solo plano.) Las dos mitades equivalentes son aproximadamente la imagen de espejo una de la otra. En el cuerpo humano, este plano especial está representado por una línea media teórica perpendicular o plano medio sagital del cuerpo.

(La simetría radial tiende a predominar entre animales sésiles o de movimientos muy lentos.) Sin embargo, existe un número apreciable de animales radiales que se mueven con bastante efectividad. Puesto que ellos no experimentan movimientos o los tienen muy pequeños, están en gran parte orientados en el sentido de la gravedad, teniendo por lo común una parte superior y otra inferior; sus lados son más o menos uniformes y por consiguiente muestran simetría radial. (Por otra parte, la simetría bilateral está comúnmente asociada con aquellos organismos que efectúan locomoción.) Puesto que tales organismos presentan movimientos, están comúnmente orientados o diferenciados con respecto a la dirección en que efectúan la locomoción. Por consiguiente, la diferenciación se efectúa con respecto a las regiones dorsales y ventrales, anterior y posterior y su simetría está restringida al tipo bilateral.

#### CRITERIOS PARA CLASIFICACIÓN DE VEGETALES.

En la clasificación del reino vegetal existen aproximadamente 350,000 especies conocidas, en donde también se aplican las mismas bases comunes fundamentales basadas más en la homología que en la analogía, para establecer así las relaciones evolutivas para distinguir entre sí en los phyla de plantas superiores, existen varios caracteres estructu-

rales básicos incluyendo el desarrollo y procesos relacionados. Las características estructurales utilizadas se apoyan en dos aspectos: en los tejidos *reproductores* (aquellos asociados con la reproducción sexual) y en los *tejidos vegetativos* o no reproductores que forman todas las demás estructuras del cuerpo vegetal.

*Características reproductoras.* Las estructuras reproductoras viven menos que los tejidos vegetativos y por consiguiente están sujetas a las influencias ambientales e intervalos de tiempo más cortos, teniendo por lo tanto menos capacidad de adaptación a las condiciones del medio ambiente. En contraste, los tejidos vegetativos tienen una relación mayor y más íntima con su medio, cambiando en respuesta a las condiciones externas. La comparación de las estructuras relacionadas con la reproducción sexual (por ejemplo, partes flores y tipos de semillas en plantas superiores) constituyen las bases sobre las que dependen los juicios y opiniones acerca de las relaciones evolutivas y de la clasificación natural de los vegetales. Ciertos estudios han establecido que los tejidos y órganos relacionados con la reproducción sexual en las plantas, han sufrido menos cambios durante el desarrollo evolutivo que las estructuras vegetativas.

*Características vegetativas.*

- 1.- Ejemplos de estructuras vegetativas utilizadas en la clasificación de los vegetales son la presencia o ausencia de raíces, de ciertos tejidos de sostén y conductores, tipo y posición de las hojas y otros aspectos de la organización del cuerpo vegetal.
- 2.- Semejanzas en las estructuras celulares tales como presencia y número de núcleos, tipos de cloroplastos y clorofila y otros caracteres ce-

lulares, pueden servir como indicios para establecer sus relaciones.

- 3.- En formas inferiores, el arreglo de células; por ejemplo, en filamentos, vainas u otros agrupamientos. Pueden también utilizarse para elaborar una clasificación natural.)

Es inútil decir que cualquier juicio válido con respecto a las relaciones existentes entre varias especies dadas de vegetales (o animales) es más digno de confianza cuando está basado sobre varios caracteres similares que sobre una característica única.

5-3 TAXONOMÍA.

Desde Aristóteles, los biólogos han dividido el mundo de seres vivos en dos reinos: vegetal y animal. La palabra "vegetal" sugiere árboles, arbustos, flores, yerbas y enredaderas, objetos bien identificados en nuestro mundo conocido. Por "animal" se piensa en gatos, perros, leones, tigres, aves, ranas y peces. Sucesivamente se recuerdan helechos, hongos, mohos y musgos acuáticos, que sin duda están separados de los insectos, crustáceos, almejas, gusanos y caracoles, evidentemente animales. Pero en ocasión de recorrer la costa para observar los organismos que se fijan a las rocas o viven en pequeños remansos, se encuentran algunos de los cuales es difícil decir si son animales o vegetales. Muchos organismos unicelulares que pueden verse bajo el microscopio presentan la misma ambigüedad.

El biólogo alemán Ernst Haeckel sugirió hace casi un siglo la conveniencia de constituir un tercer reino el de *Protista*, que comprendiera los organismos unicelulares que en muchos aspectos son in-

termedios entre vegetales y animales.) Esta sugerencia no alcanzó aceptación unánime, ya que en cierto sentido más bien complica que simplifica el proceso de clasificación. Algunos protistas son claramente vegetales y guardan relación íntima con otras plantas. Otros son más bien animales; algunos poseen características intermedias entre animales y plantas, y por fin otros presentan caracteres netamente distintos de unos y otros. Aun los organismos incluidos por algunos biólogos en el reino protista pueden diferir. Algunos taxónomos incluyen en el reino protista solo formas unicelulares, mientras que otros incluyen hongos y algas multicelulares, así como bacterias y algas verde-azuladas. Más recientemente, otros biólogos han sugerido establecer un cuarto reino, el *Monera*, para abarcar las bacterias y algas verdeazuladas, que tienen muchas características comunes, como ausencia de membrana nuclear. Las bacterias y las algas verdeazuladas se denominan *procariotas*, para indicar que estas células no poseen membrana nuclear, sino un solo cromosoma "desnudo". Los procariotas carecen de organelos subcelulares ligados a membranas, como las mitocondrias o los cloroplastos. Todos los protistas, plantas y animales, son *eucariotas*, caracterizados por verdaderos núcleos unidos por una membrana nuclear.

Hay muchas similitudes fundamentales entre plantas y animales; ambos están formados por células como unidades de estructura y función, y en ambos ocurren muchos fenómenos metabólicos comunes. Pero difieren por algunos puntos conocidos y por otros que todavía ignoramos.

En general, las células vegetales secretan una pared celular externa dura, de *celulosa*, que encierra la célula viva y da sostén; la célula animal carece de dicha pared y, por lo tanto, puede cambiar de forma. Sin embargo, hay vegetales sin pared de celulosa, en tanto un grupo de animales, los corda-

dos primitivos o tunicados, tienen paredes de celulosa alrededor de las células.

En segundo lugar, el crecimiento de las plantas suele ser indeterminado; siguen creciendo indefinidamente porque algunas células permanecen en estado de crecimiento activo durante toda su vida. Muchas plantas tropicales crecen durante todo el año, sobre todo en primavera y verano. Por el tamaño definitivo de casi todos los animales se alcanza después de un período fijo de crecimiento. Existen, por supuesto, algunas notables excepciones a esta generalización. Saurios, tortugas y langostas son ejemplos de animales que continúan creciendo en un tiempo muy largo.

La mayor parte de animales pueden desplazarse en tanto las plantas suelen permanecer fijas después de extender sus raíces por el suelo con las que obtienen agua y sales; la energía les llega por exposición a la luz del sol de la gran superficie de las hojas. Si pensamos un momento en este problema, encontraremos fácilmente excepciones a esta ley general.

La principal diferencia entre plantas y animales es su manera de conseguir alimento. Los animales se desplazan y lo obtienen de los organismos que están en el medio, pero las plantas son estacionarias y lo fabrican. Las plantas poseen un pigmento verde, la clorofila, que les permite la fotosíntesis con utilización de la energía luminosa para desdoblarse el agua y reducir el bióxido de carbono a carbohidratos. También hay excepción a esta regla; los hongos y bacterias son vegetales sin clorofila. Hay algunas especies o variantes genéticas de ciertas plantas de organización más elevada que han perdido su capacidad de sintetizar clorofila. Estas plantas, generalmente blancas, deben obtener nutrientes de otros organismos porque no pueden efectuar fotosíntesis.

Aunque los ciclos reproductores de plantas y animales son típicamente muy diferentes, existen bastantes excepciones a las generalizaciones relativas a los fenómenos reproductores para que no puedan usarse estos criterios para distinguir plantas y animales. Así, no hay reglas absolutas para distinguir plantas y animales.

Nuestros conceptos de las relaciones evolutivas entre los principales filos de plantas y animales son más bien vagos a causa de los acontecimientos evolutivos ocurridos hace tanto tiempo y de que el registro fósil de estas formas primitivas es casi nulo. Las relaciones evolutivas de virus y bacterias con otros organismos son desconocidas, hay pocas pruebas de las relaciones entre las principales clases de algas y hongos, y no están claras las relaciones existentes entre las principales clases de protozoos y animales multicelulares.



LIBRO ALQUILADO

*dist. entre  
embus seg  
animales*

20. SEMESTRE. BIOLOGÍA. UNIDAD VI.

LOS VIRUS.

INTRODUCCIÓN.

Los virus son causantes de una gran variedad de enfermedades graves y leves que afectan al hombre, al resto de los animales y a los vegetales, por lo que su importancia ha obligado a que su estudio sea cada vez más intensivo.

En esta unidad veremos algunas generalidades y sus perjuicios más comunes.

OBJETIVOS.

Al término de esta unidad, el alumno será capaz de:

- 1.- Describir cómo se fueron descubriendo los virus y las personas que intervinieron en sus primeros estudios.
- 2.- Explicar; virus bacteriales.
- 3.- Describir los experimentos con virus del mosaico del tabaco.
- 4.- Describir la estructura y definir la función de los virus.
- 5.- Describir el proceso y cambios que suceden en una célula invadida.

Aunque los ciclos reproductores de plantas y animales son típicamente muy diferentes, existen bastantes excepciones a las generalizaciones relativas a los fenómenos reproductores para que no puedan usarse estos criterios para distinguir plantas y animales. Así, no hay reglas absolutas para distinguir plantas y animales.

Nuestros conceptos de las relaciones evolutivas entre los principales filos de plantas y animales son más bien vagos a causa de los acontecimientos evolutivos ocurridos hace tanto tiempo y de que el registro fósil de estas formas primitivas es casi nulo. Las relaciones evolutivas de virus y bacterias con otros organismos son desconocidas, hay pocas pruebas de las relaciones entre las principales clases de algas y hongos, y no están claras las relaciones existentes entre las principales clases de protozoos y animales multicelulares.



LIBRO ALQUILADO

*dist. entre  
embus seg  
animales*

20. SEMESTRE. BIOLOGÍA. UNIDAD VI.

LOS VIRUS.

INTRODUCCIÓN.

Los virus son causantes de una gran variedad de enfermedades graves y leves que afectan al hombre, al resto de los animales y a los vegetales, por lo que su importancia ha obligado a que su estudio sea cada vez más intensivo.

En esta unidad veremos algunas generalidades y sus perjuicios más comunes.

OBJETIVOS.

Al término de esta unidad, el alumno será capaz de:

- 1.- Describir cómo se fueron descubriendo los virus y las personas que intervinieron en sus primeros estudios.
- 2.- Explicar; virus bacteriales.
- 3.- Describir los experimentos con virus del mosaico del tabaco.
- 4.- Describir la estructura y definir la función de los virus.
- 5.- Describir el proceso y cambios que suceden en una célula invadida.

- 6.- Explicar el descubrimiento de la vacuna y los medios de cultivo para la producción de vacunas.
- 7.- Enlistar 10 enfermedades causadas por virus en el hombre, animales o plantas.

#### PROCEDIMIENTO DE APRENDIZAJE.

- 1.- Lee cuidadosamente todo el material, poniendo especial atención en los dibujos y ejemplos del texto.
- 2.- Contesta las preguntas que se encuentran entre el texto.
- 3.- Apóyate en un compañero o en tu maestro para verificar si comprendes lo que te pide cada objetivo.
- 4.- Todas las dudas resuélvelas con tu maestro.

#### AUTOEVALUACIÓN.

Como autoevaluación, contesta las preguntas que te entregará tu maestro.

## UNIDAD VI. 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 sólo 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.

### 6-1 DESCUBRIMIENTO DE LOS VIRUS.

#### LOS VIRUS CRISTALIZADOS. <sup>®</sup>

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 produci-

das 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 claves 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 viviente 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. Wendel 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, Mc. Leod y de Mc. Carthy. 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 capa 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 (figura 6-1).

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 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 Ca

lifornia 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 % de su estructura total. Dentro de la cubierta, un delgado hilo de RNA constituye el 5 % restante. Hacia 1956 el Dr. Heinz Fraenkel-Conrat, realizó experimentos que demostraron la importancia del RNA central.

Frankel-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 de 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.)

a) Explique los trabajos del Dr. Wendel 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 tabajo.

## 6-2 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. 6-3).

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. 6-4).

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 T. La cabeza es de forma simétrica (se define como un *prisma hexagonal bipyramidal*). Está formado por subunidades proteicas que encierran una banda de DNA. Unida a la cabeza del virus se encuentra una capa 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. 4-5).

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. 4-6).

#### 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 modelo de la síntesis proteica 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 que puede

ser traducido en la misma forma que la célula lo hace con su propio código genético. Específicamente, el RNA del virus invasor parece que al actuar como banda competidora 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 CÉLULA 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 bacteriana 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 sig-

nifica 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. 6-7).

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.

---

---

---

---

---

---

### 6-3 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 atenuada de virus que pueda ser inoculada en el cuerpo de un individuo. Esto hará que el virus, inoculado, estimule la formación 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 cepas de virus específicas para ser usadas en vacunas. Las bacterias son generalmente fáciles de cultivar en tubos o vasijas con medios nutritivos. Pero, los virus sólo pueden multiplicarse dentro de células vivientes. Algunas de las primeras técnicas comprendían la transferencia de fluidos virales 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 relacionadas 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 vacuna 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 susceptibles de dañarse. Más aún, si el ácido nucleico viral se encuentra en la célula, ¿cómo se puede destruir este ácido sin 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. 4-8).

En el campo de las investigaciones se busca la manera de controlar las enfermedades causadas por virus. En Inglaterra, por 1957, el Dr. Alick Isaac 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?

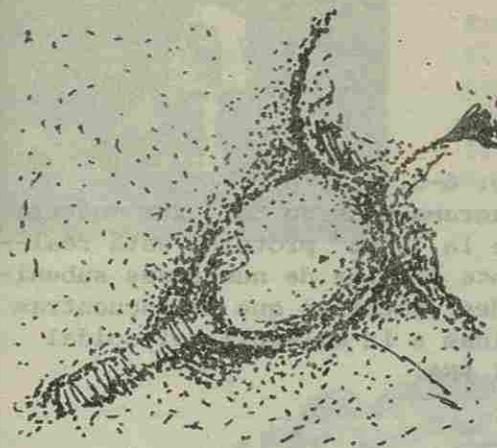


Fig. 6-1.  
Este bacteriófago T tiene una cabeza característica que contiene DNA y una cola tubular, por medio de la cual se une a la célula huésped. La bacteria a la que particularmente ataca este virus es *E. coli*. Una gran parte del conocimiento de los virus, la bioquímica y la genética, ha sido aprendida por los experimentos con esta bacteria.

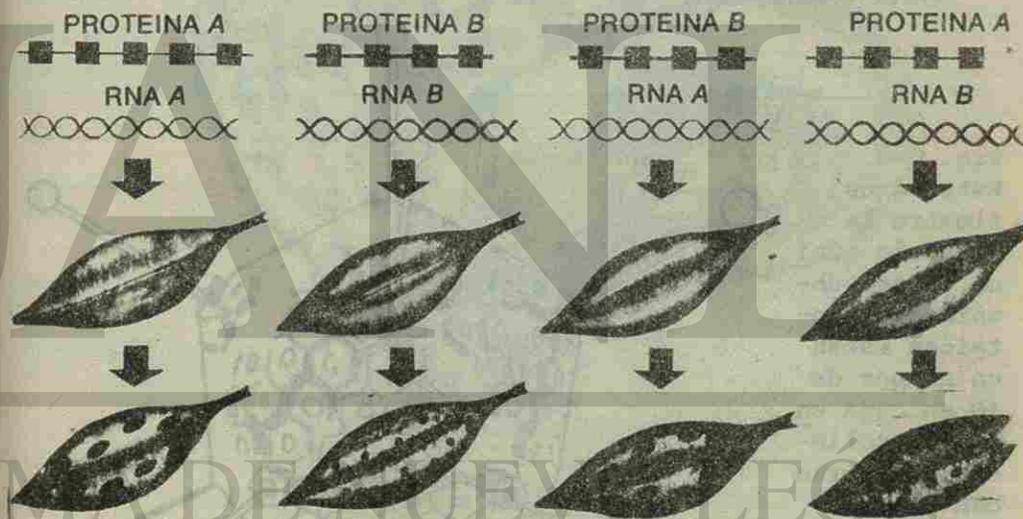


Fig. 6-2.

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

ACIDO NUCLEICO VIRAL

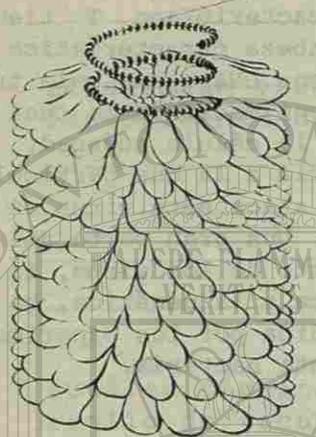


Fig. 6-3.

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.

MOLECULAS PROTEICAS

Fig. 6-4.

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.

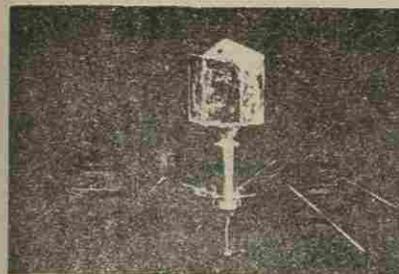
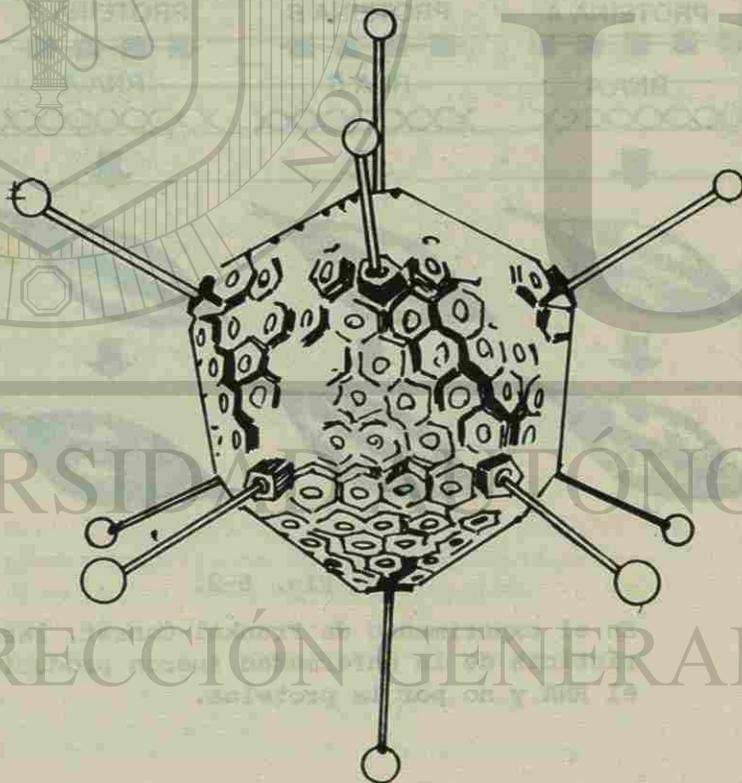


Fig. 6-5.

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".

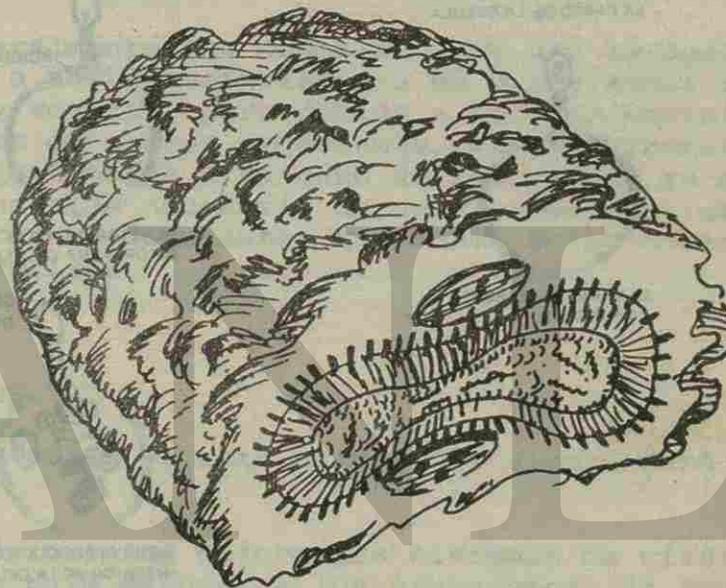


Fig. 6-6.

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.

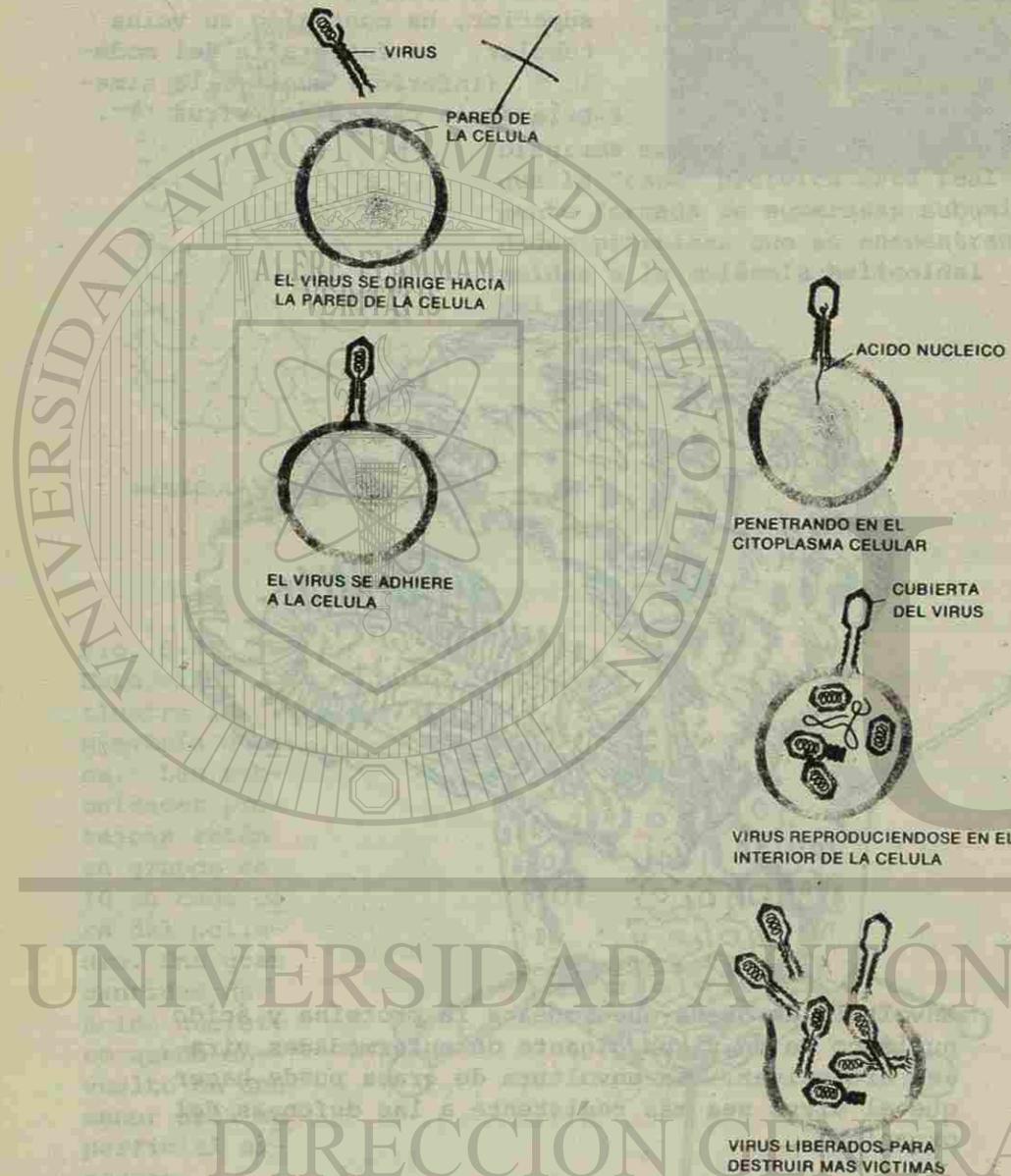


Fig. 7.

REINOS MONERA Y PROTISTA.

INTRODUCCIÓN.

Generalmente los organismos se han agrupado de acuerdo a sus características en dos grandes reinos: animal y vegetal, pero debido a los descubrimientos recientes de nuevos organismos, cuyas características no pertenecen a ninguno de los reinos ya mencionados, ha sido necesario agruparlos para su estudio en dos reinos diferentes que son: Reino Monera y Reino Protista.

OBJETIVOS.

Al término de esta unidad, el alumno será capaz de:

- 1.- Describir los diferentes sistemas de clasificación para agrupar a los organismos, de acuerdo a sus características o similitudes.
- 2.- Mencionar las principales características del reino monera y qué organismos se incluyen dentro del mismo.
- 3.- Explicar la importancia, es decir, los beneficios y perjuicios que las bacterias y otros representantes del reino monera, ocasionan al hombre.
- 4.- Establecer las diferencias que existen entre los organismos que pertenecen al reino monera y reino protista.

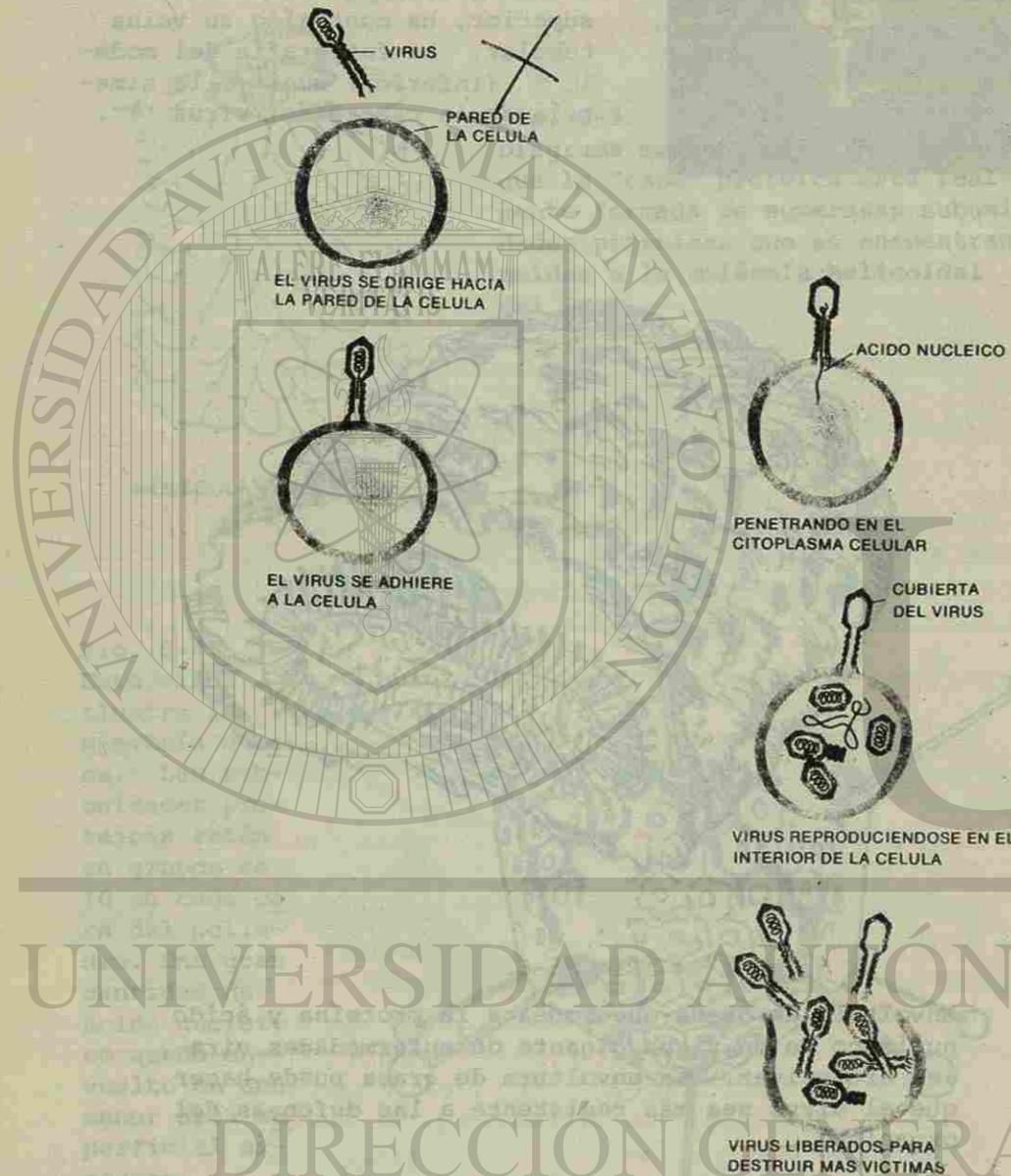


Fig. 7.

REINOS MONERA Y PROTISTA.

INTRODUCCIÓN.

Generalmente los organismos se han agrupado de acuerdo a sus características en dos grandes reinos: animal y vegetal, pero debido a los descubrimientos recientes de nuevos organismos, cuyas características no pertenecen a ninguno de los reinos ya mencionados, ha sido necesario agruparlos para su estudio en dos reinos diferentes que son: Reino Monera y Reino Protista.

OBJETIVOS.

Al término de esta unidad, el alumno será capaz de:

- 1.- Describir los diferentes sistemas de clasificación para agrupar a los organismos, de acuerdo a sus características o similitudes.
- 2.- Mencionar las principales características del reino monera y qué organismos se incluyen dentro del mismo.
- 3.- Explicar la importancia, es decir, los beneficios y perjuicios que las bacterias y otros representantes del reino monera, ocasionan al hombre.
- 4.- Establecer las diferencias que existen entre los organismos que pertenecen al reino monera y reino protista.

- 5.- Mencionar organismos que pertenezcan al reino protista y su importancia para el hombre.

#### PROCEDIMIENTO DE APRENDIZAJE.

- 1.- Lee cuidadosamente todo el material y observa detenidamente los dibujos o figuras.
- 2.- Contesta las preguntas que se encuentran en el texto.
- 3.- Apóyate en un compañero o en tu maestro para verificar si comprendes lo que te pide cada objetivo.
- 4.- Todas las dudas resuélvelas con tu maestro.

#### AUTOEVALUACIÓN.

Como autoevaluación, contesta las preguntas que te entregará tu maestro.

#### UNIDAD VII.

#### REINOS MONERA Y PROTISTA.

Todos los organismos están agrupados atendiendo a sus similitudes en un sistema de clasificación basado en cuatro 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 tres 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*.

#### 7-1 REINO MONERA.

Los organismos comprendidos en este reino son unicelulares, carecen de núcleo organizado y en ge-

neral 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.

De las formas redondas (cocos) pueden estar aglomerados o apelonados llamados 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.

#### 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 comparan 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 restituyen 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 negras, etc.

*Microplasma*s 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*s 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 presente 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 cianofíceas 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 óptimas de fertilidad, causan estragos en las reservas de agua de lagos y estanques.

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

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.

---

---

---

## 7-2 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 sólo 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 lo cual a este tipo de movimiento se le denomina amiboideo.

Existen amibas causantes de enfermedades; la más frecuente es una enfermedad llamada desintaría 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.

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 falagelo, ejemplo de ellos *trypanosoma gambiense*, causantes de la enfermedad del sueño. *Euglena* y *Astasia*.

*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*.

*Phylum sporozoa* (formadores de esporas).

Los esporozoarios son organismos, como su nombre lo indica, formadores de esporas, cuyo ciclo vital es muy complejo. Su importancia 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 *chlamidomonas*, *spirogyra*, *volvox*.

*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.

*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 *gellidium*.

*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*.

*Phylum myxamycophyta* (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.

*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 tres clases:

- 1.- Ficomycetos. 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*.
- 2.- Basidiomicetos. Las esporas se desarrollan en el ápice de una estructura en forma de un bastón llamado *basidio*. Esta clase comprende los hongos de paraguas, los hongos de bola, las royas y tizones.

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

3.- 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 *penicillium*, 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 sólo se conoce una descendencia la cual no puede reproducirse sexualmente, por lo cual no se pueden ubicar dentro de los ascomicetos o basidiomicetos. Por lo tanto, se ubican en un grupo especial, los hongos imperfectos algunos causan al hombre algunas enfermedades como el "pie de atleta".

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?

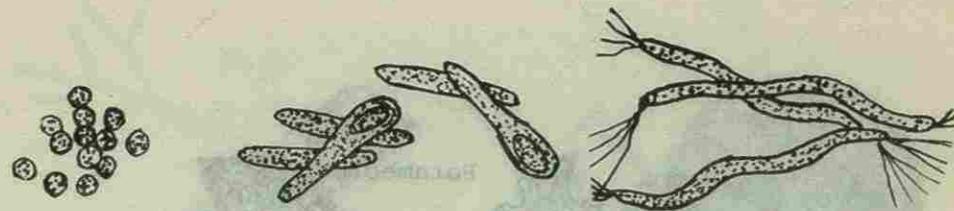
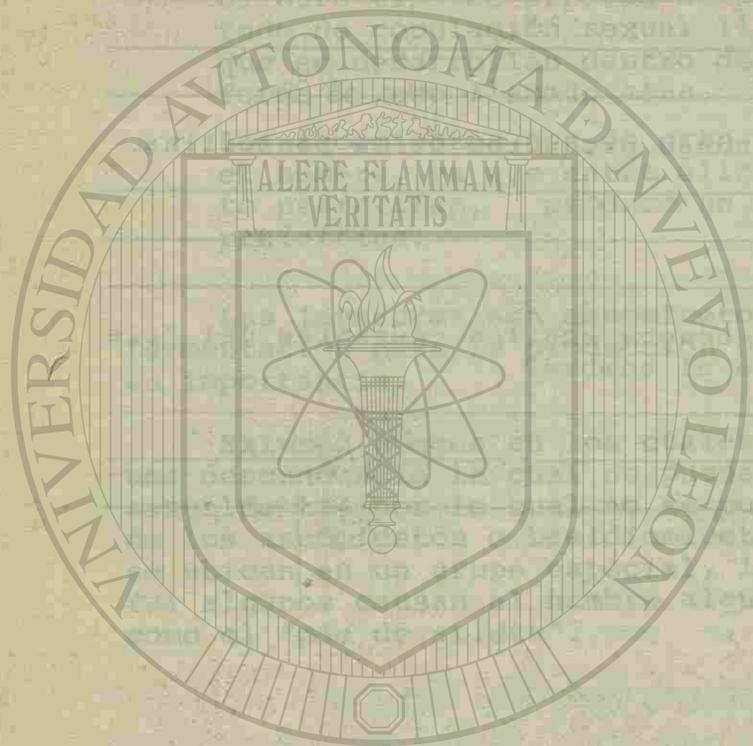
---



---



---



Cocos

Bacillos

Espirilos

Fig. 7-1. Tipos de bacterias.

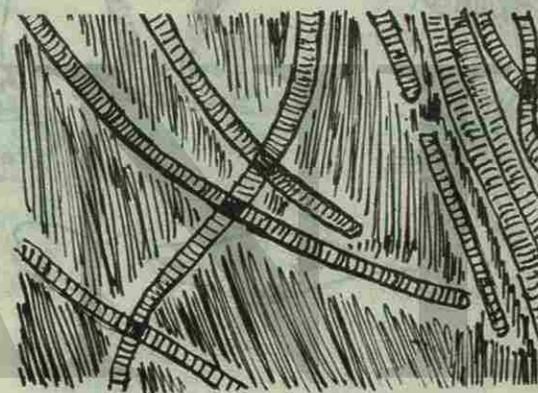


Fig. 7-2. Oscillatoria, alga verde azulada filamentosa.



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

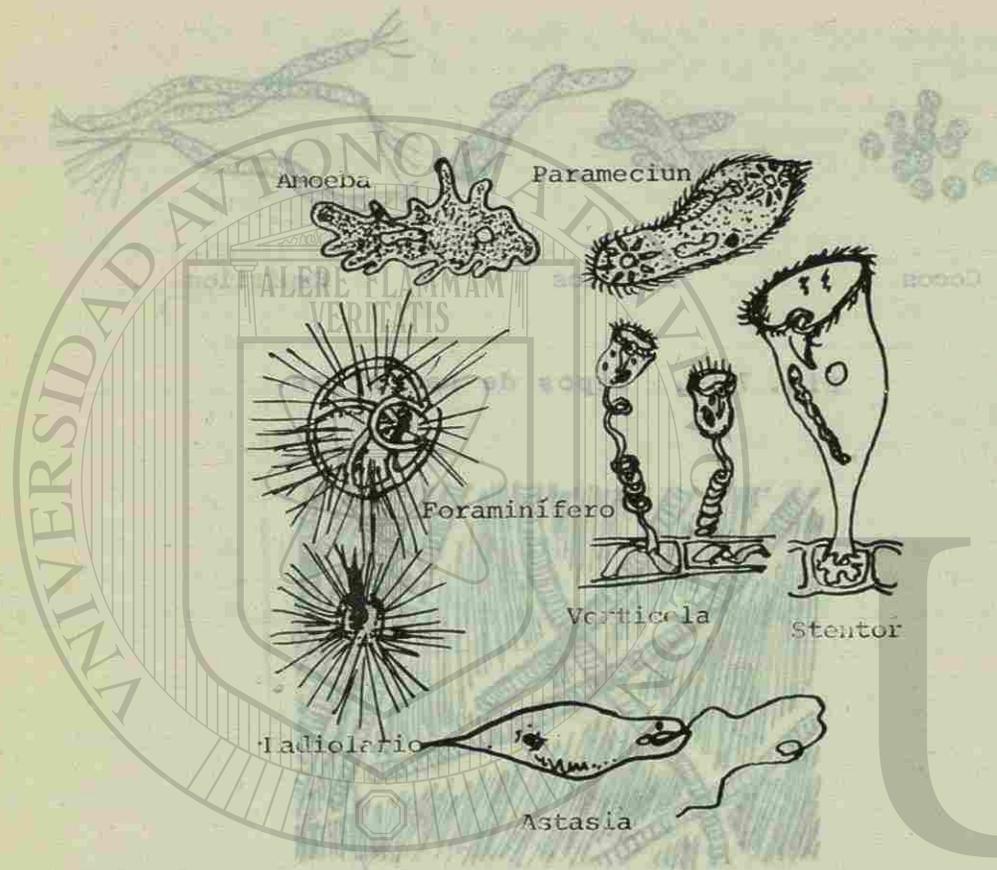


Fig. 7-3. Algunos organismos representantes del reino protista.

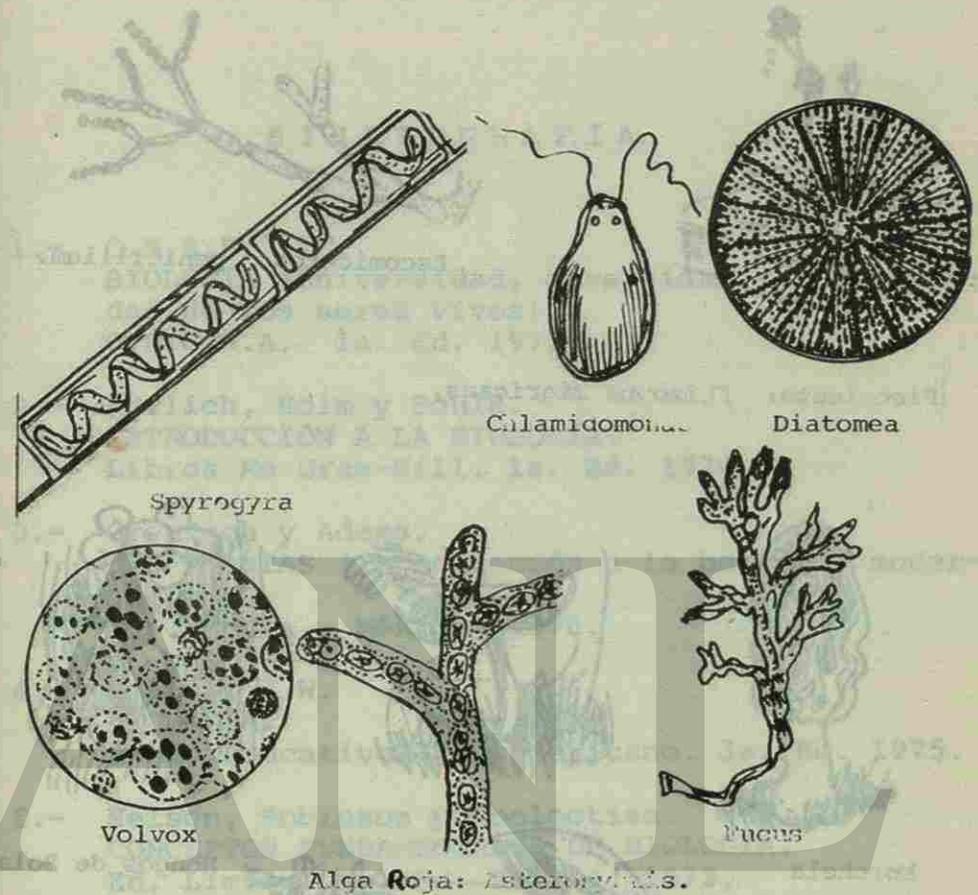
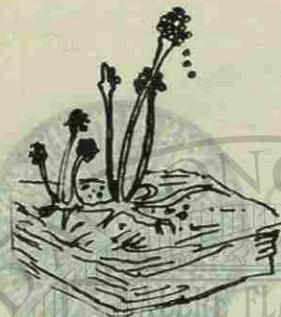
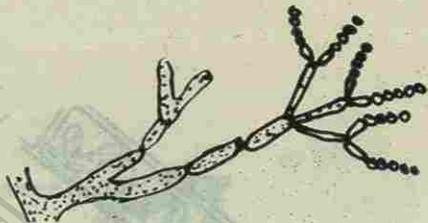


Fig. 7-4. Ejemplos de algáceos.



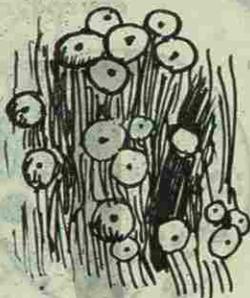
Ficomiceto: *Rhizopus nigricans*.



Ascomicetos: *penicillium*.



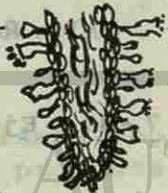
Morchela



Hongos de Bola



Láminas



Basidio con  
4 basidiosporas

Hongo de paraguas: *agaricus*.

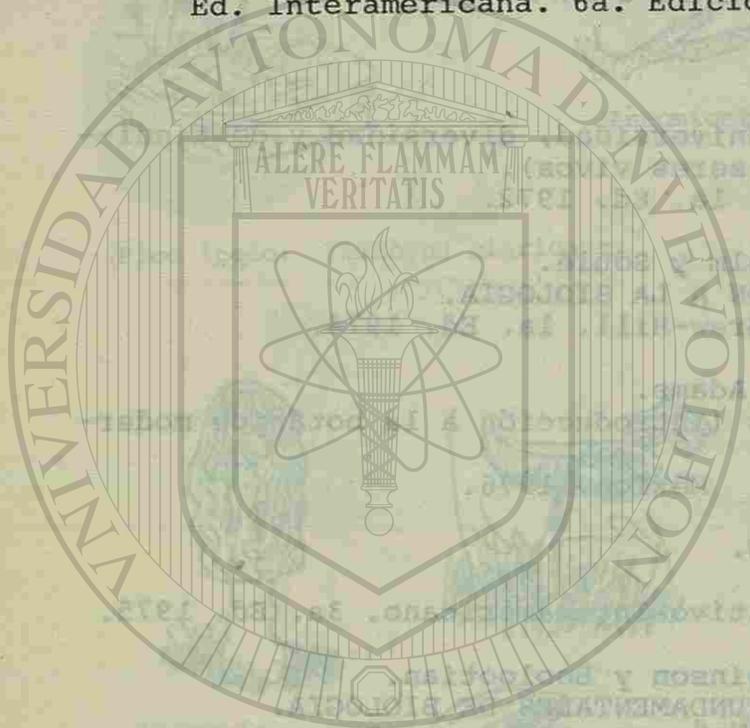
BASIDIOMICETOS.

Fig. 7-5. Ejemplos del phylum micophyta.

BIBLIOGRAFÍA.

- 1.- C.M.E.B.  
BIOLOGÍA (Universidad, diversidad y continuidad de los seres vivos).  
C.E.C.S.A. 1a. Ed. 1972.
- 2.- Ehrlich, Holm y Soulé.  
INTRODUCCIÓN A LA BIOLOGÍA.  
Libros Mc Graw-Hill. 1a. Ed. 1974.
- 3.- Greulich y Adams.  
LAS PLANTAS (Introducción a la botánica moderna).  
Ed. Limusa. México, 1976.
- 4.- Kmiball J.W.  
BIOLOGÍA.  
Fondo Educativo Interamericano. 3a. Ed. 1975.
- 5.- Nelson, Robinson y Boolootian.  
CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE BIOLOGÍA.  
Ed. Limusa. 1a. Ed. México, 1975.
- 6.- Orr.  
BIOLOGÍA DE LOS VERTEBRADOS.  
Ed. Interamericana. 3a. Ed. 1974.
- 7.- Smallwood y Greeh.  
BIOLOGÍA.  
Ed. P.C.S.A. 6a. Reimpresión de la 1a. edición. México, 1976.
- 8.- The Open University.  
UNIDAD Y DIVERSIDAD.  
Mc Graw-Hill 1974.

9.- Ville, Claude.  
BIOLOGÍA.  
Ed. Interamericana. 6a. Edición. 1974.

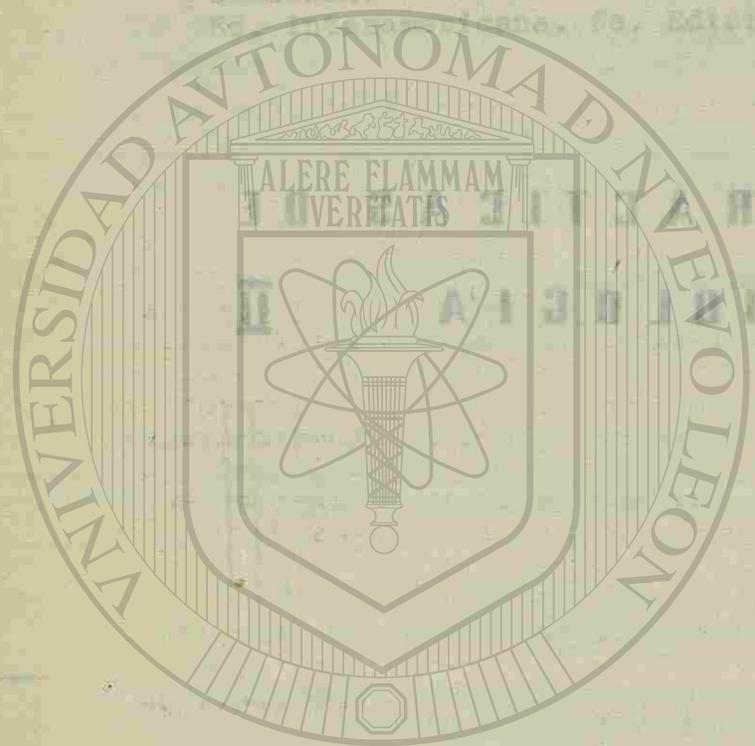


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

PRÁCTICAS DE  
BIOLOGÍA II





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

PRÁCTICA No. 1.

OBSERVACIÓN DE CLOROPLASTOS.

**INTRODUCCIÓN.**

Las plantas efectúan la fotosíntesis gracias al funcionamiento de unos organelos especializados llamados cloroplastos, los cuales son los encargados de captar energía lumínica y  $\text{CO}_2$  para transformar éstos en moléculas energéticas llamadas azúcares y liberar oxígeno a la atmósfera; de ahí que la base de toda la actividad sobre el planeta es gracias al funcionamiento de las plantas.

**OBJETIVO.**

- 1.- Observar cloroplastos en diferentes tipos de plantas.

**MATERIAL.**

- Hojas de diversas plantas
- Elodea
- Portaobjetos
- Cubreobjetos
- Recipientes de vidrios
- Navaja de rasurar o bisturí
- Microscopio compuesto.

PROCEDIMIENTO.

1.- Hacer cortes finos de las hojas de diversas plantas, colocar éstos en el portaobjetos con una gota de agua y cubrirlo con un cubreobjetos.

2.- Observar al microscopio e identificar los cloroplastos.

1. ¿Cuál es la forma de los cloroplastos?

---

---

2. ¿Dónde se encuentra la clorofila y para qué sirve?

---

---

---

3. Investigue cómo está constituido un cloroplasto.

---

---

PRÁCTICA No. 2.

TEORÍAS SOBRE EL ORIGEN DE LA VIDA (Película).

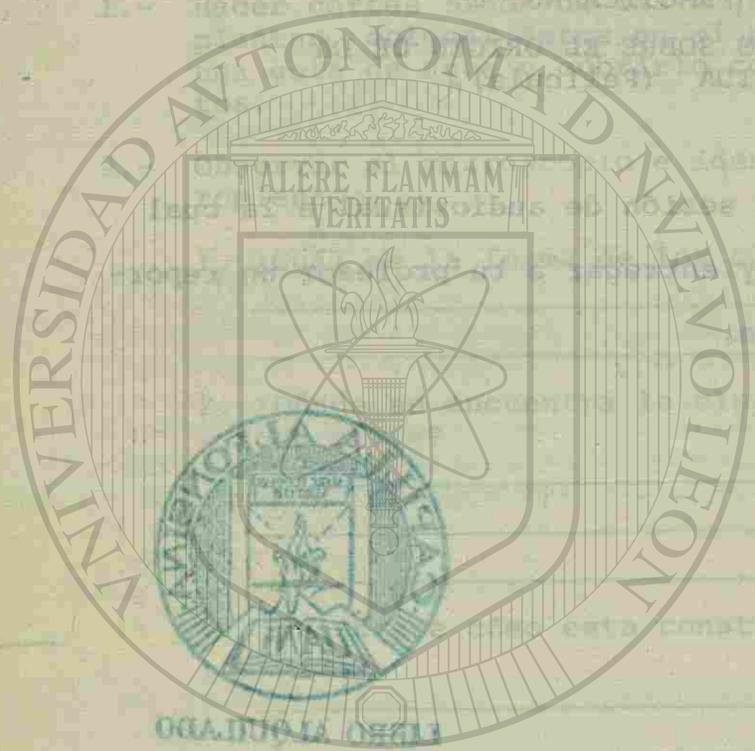
Tendrás una sesión de audiovisual a la cual deberás asistir y entregar a tu profesor un reporte sobre la misma.



LIBRO ALQUILADO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA

DIRECCIÓN GENERAL

### PRÁCTICA No. 3.

#### CARACTERÍSTICAS DE CÉLULAS VEGETALES VIVAS.

##### INTRODUCCIÓN.

Todas las plantas están constituidas por células, las cuales tienen diferentes rangos de especialización; algunas están provistas de pigmentos y estructuras especiales para llevar a cabo la fotosíntesis, que es la única forma importante en la cual la vida de este planeta puede aprovechar la energía del sol. Otras están integradas a estructuras especializadas para el transporte de material nutritivo, otras en cambio, integran estructuras de sostén.

En síntesis, las plantas están integradas por millones de células las cuales tienen funciones especiales, agrupándose y en coordinación con otras, permitiéndonos la vida.

##### OBJETIVO.

- 1.- Observar diferentes tipos de células vegetales y establecer comparaciones en células verdes; descubrir el pigmento verde (clorofila) y si es posible observar estructuras de transpiración (estomas) en epidermis de algunas plantas.

##### MATERIAL.

Bulbos de cebolla  
Elodea  
Hierba de pollo

Hojas de diversas plantas  
Solución de lugol o de azul de metileno  
Navaja de afeitar  
Porta y cubreobjetos  
Microscopio compuesto  
Recipientes de vidrio (cajas de petri) para los cortes de las plantas  
Pinzas

PROCEDIMIENTO.

- 1.- Para la observación de células de cebolla, desprender de un corte de cebolla la epidermis y hacer fragmentos de  $1\text{ cm}^2$ ; éste se coloca sobre el portaobjetos y sobre el corte un cubreobjetos, observa al microscopio.
- 2.- Otra preparación de cebolla. En el portaobjetos, agregar una gota de lugol o de azul de metileno y cubrir; después, obsérvala al microscopio.
- 3.- Para la elodea, tome una de las hojas jóvenes cerca del extremo de una rama y colóquela con el lado inferior hacia arriba en un portaobjetos con una gota de agua y cúbrala. Observe al microscopio e identifique los cloroplastos y demás características de células vegetales.
- 4.- Para la observación de epidermis se emplea la hierba de pollo, con mucho cuidado quite la epidermis y haga cortes de  $1\text{ cm}^2$ ; después observe al microscopio en diferentes aumentos.
- 5.- Para la observación de las demás células vegetales proceda de igual manera y observe sus características.
- 6.- Hacer dibujos de todas las observaciones.

1.- ¿Cuál es la forma general de células de cebolla? \_\_\_\_\_

2.- ¿Tienen paredes celulares? \_\_\_\_\_

3.- ¿Cuál es la localización del núcleo en la célula? \_\_\_\_\_

4.- Observe el citoplasma, ¿qué diferencia hay entre el teñido y el que no está teñido? \_\_\_\_\_

5.- ¿En qué difieren las células de cebolla a las de los demás tipos de plantas y en qué se asemejan? \_\_\_\_\_

6.- ¿Están vivas estas células? \_\_\_\_\_

7.- Respecto a la elodea, ¿cuál es la diferencia de funciones entre células que poseen cloroplastos y las que no los poseen? \_\_\_\_\_

8.- ¿Dónde se encuentra la clorofila?

9.- ¿Cuál es la forma de un cloroplasto?

10.- Investigue cómo está constituido un cloroplasto.

#### PRÁCTICA No. 4.

### DIVERSIDAD DE LAS CÉLULAS ANIMALES.

#### INTRODUCCIÓN.

Al igual que las plantas, las células de los animales han adquirido un alto grado de especialización agrupándose células similares para formar tejidos; éstos a su vez se agrupan formando órganos que a su vez, unidos, forman sistemas. Estas células, dependiendo de su función y especialización, han adquirido diferentes formas que en última instancia son la pauta para la identificación de los diferentes tejidos que integran al organismo.

#### OBJETIVO.

- 1.- Se observarán células de los diferentes tejidos y establecerán comparaciones unas con otras y con las células vegetales, así como observación de células epiteliales de la mucosa de la boca de cada alumno y diferentes tipos de células de una rana.

#### MATERIAL.

Azul de metileno  
Portaobjetos y cubreobjetos  
Palillos de dientes  
Goteros

Preparaciones microscópicas de los diferentes tejidos del organismo para observar sus (células adiposas, células nerviosas, espermatozoides, epiteliales, células de tejido conectivo del sistema esquelético, etc.)

#### Microscopio

Una rana y material de disección.

#### PROCEDIMIENTO.

- 1.- Para observar células epiteliales de la mucosa de la boca, colocar una gota pequeña de agua en un portaobjetos limpio, con el extremo más ancho del palillo de dientes frotar la cara interna de la mejilla y lo que se obtenga, mezclarlo con la gota de agua del portaobjetos hasta que formen un material fluido y lechoso homogéneo, después, agregar una gota del colorante y observar al microscopio.
- 2.- La observación de las preparaciones de tejidos humanos es con el propósito de establecer diferencias en los tipos de células, en cuanto a su morfología.
- 3.- Para la observación de células de rana, es necesario hacer la disección de la rana, tomar muestras de cada órgano y teñir, observar al microscopio y establecer comparaciones en cuanto a morfología se refiere.

Hacer los dibujos de todos los tipos de células observadas.

- 1.- ¿Qué forma tienen las células epiteliales?

---

---

---

- 2.- ¿Qué forma tienen las células nerviosas?

---

---

- 3.- ¿Qué es el tejido adiposo y cómo son sus células?

---

---

- 4.- Las células de la sangre de la rana, ¿tienen núcleo? Describa la forma de los espermatozoides y de las células de la piel de rana.

---

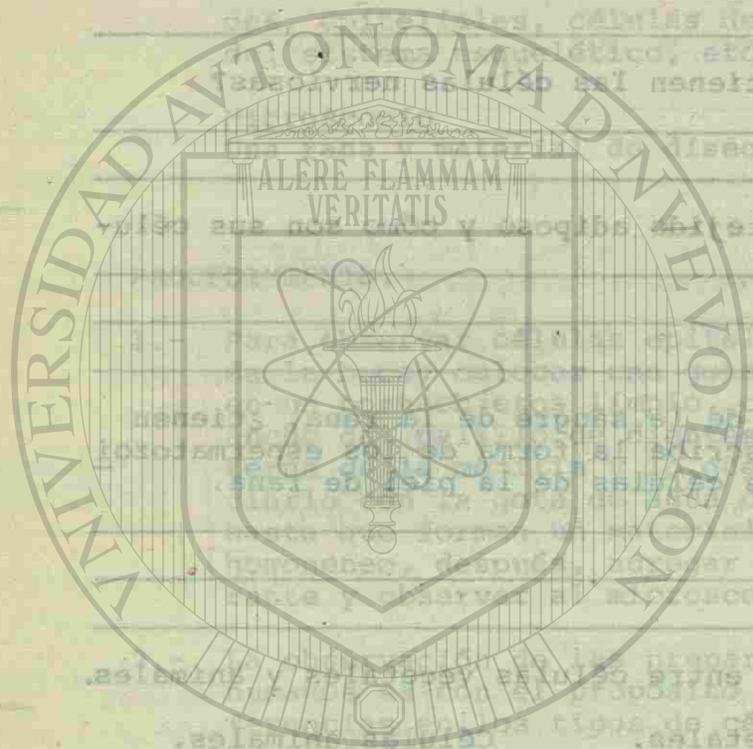
---

- 5.- Diferencias entre células vegetales y animales.

Células vegetales.                      Células animales.

---

---



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE

PRÁCTICA No. 5.  
CLASIFICACIÓN ANIMAL.  
(Taxonomía)

INTRODUCCIÓN.

El mundo de las seres vivos se ve formado por una gran variedad de plantas y animales, todos muy distintos y con características diferentes. Para tratar con estas múltiples formas de vida y describir sus características, es decir, asignarles un lugar dentro de la escala evolutiva se creó la taxonomía, encargada de describir y clasificar los organismos basada en similitudes estructurales lógicas.

Las categorías taxonómicas fundamentales son las siguientes:

- Reino
- Phylum
- Subphylum
- Clase
- Subclase
- Orden
- Familia
- Género
- Especie

®  
Todos los organismos que habitan sobre la tierra están integrados a todas estas categorías. Así, por ejemplo, la clasificación completa del hombre es:

Reino	-	Metazoa
Phylum	-	Chordata
Subphylum	-	Vertebrata
Clase	-	Mammalia
Subclase	-	Eutheria
Orden	-	Primates
Familia	-	Hominnidae
Género	-	Homo
Especie	-	sapiens

Todos los organismos están comprendidos dentro de algunos de los cuatro reinos existentes: monera, protista, metafita, metazoa, los cuales cuentan con muchos phylum; los phylum con clases, las clases con órdenes, éstos con familias, las familias con géneros y los géneros con especies.

#### OBJETIVO.

Familiarizar al alumno con los métodos de identificación y clasificación.

#### MATERIAL.

Ejemplares preservados montados de 10 phylum animales más importantes.

Ejemplares preservados de 4 clases importantes de phylum artrópoda.

Ejemplares de clases diferentes de phylum chordata.

Diversos ejemplares disponibles.

Estereoscopio.

Cajas petri.

#### PROCEDIMIENTO.

1.- Se aprenderá a utilizar las claves de identificación, las cuales funcionan como series de proposiciones contrastantes en las que se va eliminando una para escoger otra. Utilice la clave 1 para identificar el phylum al que pertenecen los ejemplares que han sido proporcionados.

#### CLAVE # 1. Para los phylum más comunes.

1.- Animales generalmente microscópicos, unicelulares, pero si hay más de una célula cada una es casi independiente de otras.----- PROTOZOOA

1A. Animales visibles a simple vista multicelulares, células independientes unas de otras. 2

2.- Numerosos agujeros y poros en la superficie del cuerpo con su simetría radial o asimétricas adultos o sedentarios.----- PORÍFERA

2A. Pared del cuerpo sin numerosas aberturas o poros con simetría radial o bilateral sésiles de vida libre.----- 3

3.- Cuerpo sacular diploblástico con una sola abertura al exterior; simetría radial, tentáculos frecuentemente presentes.----- COELENTERATA.

3A. Cuerpo triploblástico, es de-

- cir, con 3 capas celulares, simetría bilateral por lo menos al estado de larva.----- 4
- 4.- Cavidad digestiva con una sola abertura al exterior, cuerpo aplanado, muchos son parásitos.----- PLATHELMINTOS
- 4A. Cavidad digestiva con dos aberturas al exterior, cuerpo más redondeado.----- 5
- 5.- Adultos con simetría radial, todos marinos.----- ECHINODERMATA
- 5A. Adultos con simetría bilateral, marinos, de agua dulce o terrestres.----- 6
- 6.- Cuerpo verimforme, sin concha, escamas u órganos sensoriales prominentes, muchos son parásitos sin huellas de segmentación.----- NEMATODA
- 6A. Si el cuerpo es verimforme pueden presentar concha, escamas, segmentación u órganos sensoriales prominentes. La mayoría de vida libre, muchos son vermiformes.----- 7
- 7.- Sin huellas de segmentación con o sin concha calcárea con pie muscular a veces con tentáculos. La mayoría se mueve lentamente, muchos son sesiles.----- MOLUSCA

- 7A. Segmentación sin pie muscular ni concha calcárea, la mayoría de vida libre y movimientos rápidos. 8
- 8.- Cuerpo vermiforme sin patas, segmentación muy notable, sin esqueleto endurecido.----- ANNELIDA
- 8A. Con apéndices pares articulados, exoesqueleto o endoesqueleto muy desarrollados, segmentación a veces, no aparente.----- 9
- 9.- Exoesqueleto quitinoso.----- ARTHROPODA
- 9A. Endoesqueleto cartilaginoso y óseo.----- CHORDATA

CLAVE # 2. Para clases de artrópodos más comunes.

- 1.- Adultos alargados, terrestres, con cabeza provista de un par de antenas y el resto del cuerpo constituido de una larga serie de segmentos, cada uno de los cuales lleva uno o dos pares de patas.----- MYRIAPODA
- 1A. Adultos con otro aspecto, terrestres o acuáticos, con el cuerpo dividido de diferentes maneras con cabeza, tórax y abdomen o con cefalotórax y abdomen con o sin un par de patas por segmento.----- 2

- 2.- Con dos pares de antenas, marinos o de agua dulce, muy poco terrestres, con branquias.----- CRUSTÁCEA
- 2A. Común, par de antenas o sin antenas, terrestres o de agua dulce. 3
- 3.- Cuatro pares de patas.----- ARACHNIDA
- 3A. Tres pares de patas.----- INSECTA

CLAVE # 3. Para clases de phylum CHORDATA.

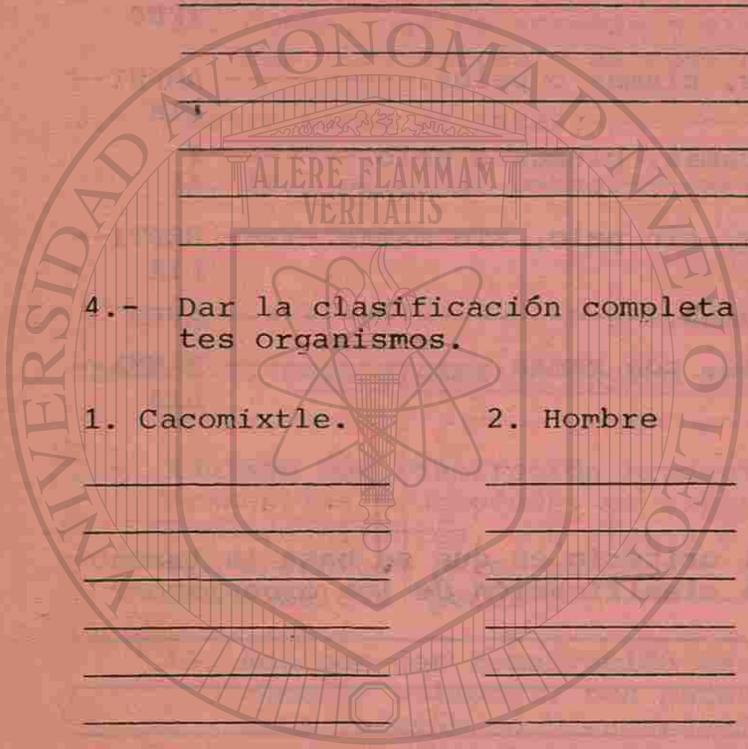
- 1.- Adultos con respiración branquial, branquias protegidas, no externas o sobresalientes, con aletas o bien sin apéndices pares marinos o de aguas dulces "peces".----- 2
- 1A. Adultos con respiración exclusivamente pulmonar, con patas, alas, aletas, o bien apéndices pares, muchos terrestres, algunos acuáticos.----- 3
- 2.- Piel sin escamas, lisa, resbaladiza, sin apéndices pares sin mandíbulas, cuerpo serpentiforme.----- CICLOSTOMATA
- 2A. Piel coriácea, rasposa por la presencia de escamas pequeñísimas a manera de dientes, aletas prominentes, con mandíbulas esqueleto cartilaginoso.----- CHONDROICTIOS

- 2B. Piel escamosa, las escamas muy notables, con mandíbulas, esqueleto óseo.----- OSTEICHTYES
- 3.- Sin escamas, plumas o pelos.----- AMPHIBIA
- 3A. Con escamas, plumas o pelo.----- 4
- 4.- Con escamas, sin pelo, sin mamas.----- REPTILIA
- 4A. Con plumas.----- AVES
- 4B. Con pelo, con mamas.----- MAMMALIA

- 1.- ¿Cuál es el criterio en que se basa la taxonomía para la clasificación de los organismos?
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

- 2.- Dar una definición de especie.
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

- 3.- Cita y define 4 reinos de la clasificación moderna de los organismos.
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_



4.- Dar la clasificación completa de los siguientes organismos.

1. Cacomixtle.

2. Hombre

3. Perro.

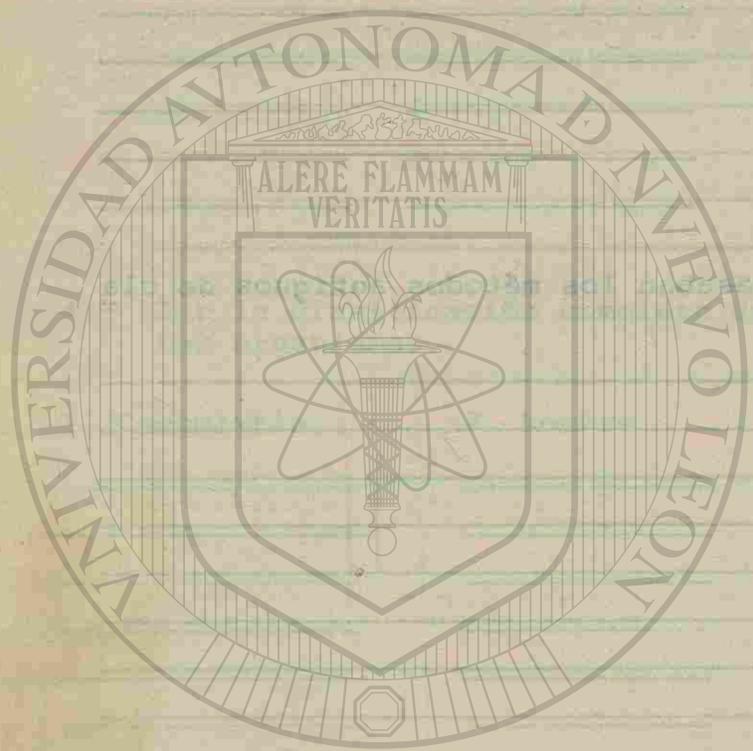
4. León.

5. Gato.

6. Rata.

5.- ¿En qué se basaban los métodos antiguos de clasificación?

6.- ¿Cuáles son las reglas de la nomenclatura de Carlos Linneo? Ejemplos:



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



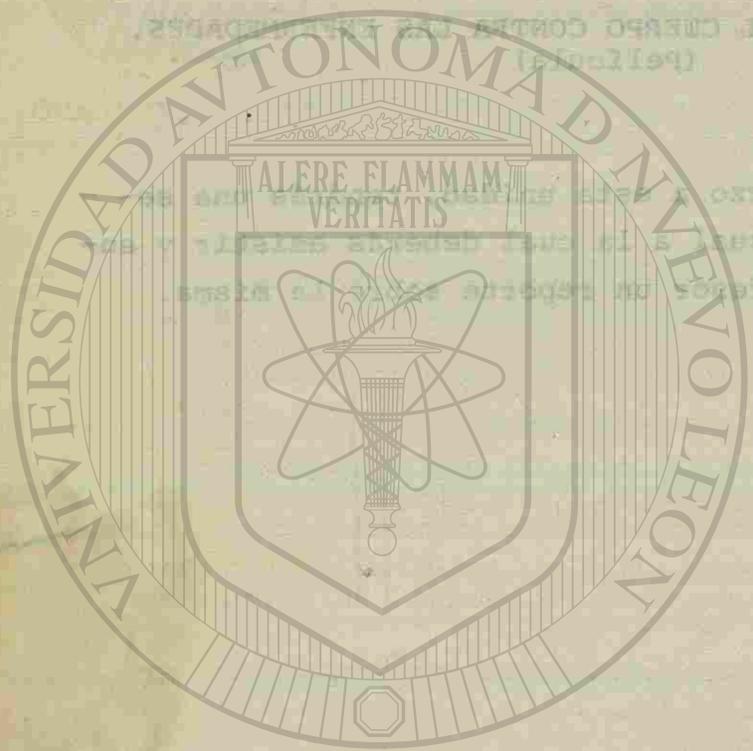
PRÁCTICA No. 6.

DEFENSAS DEL CUERPO CONTRA LAS ENFERMEDADES.  
(Película)

Como refuerzo a esta unidad, tendrás una sesión de audiovisual a la cual deberás asistir y entregar a tu profesor un reporte sobre la misma.

U A N L





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

11112



PRÁCTICA No. 7.

TIPCS DE PROTOZOOS Y MICROFAUNA.

LIBRO ALQUILADO

INTRODUCCIÓN.

El agua dulce sin tratamientos químicos, y la mayor parte de las aguas superficiales marinas, están pobladas de millares de animales diminutos a los que se designa colectivamente como microfauna. La mayoría de estos animales son protozoos, pero también están presentes muchas otras formas de animales. Muchas de estas últimas son animales discoides llamados rotíferos.

Otros pertenecen a distintas clases de gusanos microscópicos y diminutos artrópodos, llamados crustáceos.

Muchas veces se pueden encontrar larvas de distintos animales acuáticos.

Es importante destacar una vez más la tremenda importancia de esta microfauna, la cual, junto con los pequeños seres del reino vegetal, la microfiora, forman el plancton que constituye el primer eslabón de la cadena alimenticia acuática del mundo orgánico.

INDICACIONES PARA LA CONFECCIÓN DE UNA PREPARACIÓN MICROSCÓPICA.

Usando el cuentagotas del equipo de disección, recoger cuidadosamente agua del fondo de uno de los cultivos proporcionados por el profesor. Tratar de recoger algún sedimento del fondo del cultivo, y no

agitar la solución, si no será difícil para el siguiente compañero encontrar animales. Colocar una gota de este líquido sobre un portaobjetos limpio y cubrirlo con un cubreobjetos. El cubreobjetos debe colocarse en un ángulo de 45° sobre el portaobjetos, y dejarlo deslizar hasta que establezca contacto con la gota de agua, y luego dejarlo caer sobre el agua. Con este sistema se reducen al mínimo el número de gotas de aire que pueden quedar entre el cubre y el portaobjetos.

#### OBSERVACIÓN DE MICROFAUNA.

- 1.- Colocar el microscopio a 50 aumentos y centrar el objetivo sobre la parte del cubreobjetos que parezca tener más restos microscópicos. En focar estos restos y automáticamente aparecerán los animales en el campo óptico.
- 2.- Apartar una de las pinzas de la platina que sujetan al portaobjetos para poder mover éste con más facilidad. Empezar moviendo el portaobjetos de un lado a otro de manera sistemática e ir enfocando con la otra mano.
- 3.- Tan pronto como se encuentre cantidad de animales, pasar a 100 x (aumentos) cambiando el ocular. Regular la luz con el espejo y el diafragma hasta conseguir la mejor iluminación posible. Para obtener óptimos resultados es mejor una iluminación no excesivamente intensa. Demasiada luz ocasiona reflejos que enmascaran los detalles.
- 4.- Cuando se buscan nuevos animales es más fácil usar bajos aumentos; 50 x es lo mejor excepto para organismos extremadamente pequeños.
- 5.- Los grandes aumentos pueden usarse con éxito sólo cuando el animal esté completamente quieto o cuando estén parcialmente incluidos en el

sedimento. Los 430 x se necesitan sólo al observar las formas más pequeñas o cuando se trata de determinar si un animal tiene cilios o flagelos como elementos locomotores.

#### EMPLEO DE UN PARAMECIO COMO ÍNDICE DE TAMAÑO PARA LOS ESQUEMAS.

- 1.- Antes de intentar dibujar cualquier animal, buscar en la preparación un paramecio. Un estudio cuidadoso de los esquemas y fotografías de este animal en el libro de texto capacitan para reconocerlo sin demasiada dificultad. Este infusorio de agua dulce está presente en casi todos los cultivos de microfauna. Son protozoos de tamaño medio, por lo cual es conveniente su empleo como índice de tamaño.
- 2.- Hacer un dibujo de un paramecio de 2,5 cm (1 pulgada) de longitud a partir de uno de los ejemplares de la preparación. Hacer este esquema en la parte superior izquierda del área de dibujo de la lámina. Rotularlo <<Figura 1. Paramecio, 1p x >> (1p x significa tamaño natural del paramecio).
- 3.- Hacer los demás esquemas de los animales subsiguientes en proporción al esquema del paramecio. Entonces si un animal parece tener un tamaño doble al del paramecio, dibujarlo en la lámina con una longitud de dos pulgadas (5 cm) y en el título de la figura escribir la talla << 2p x >>, lo cual significa dos veces la talla de un paramecio. Si mide la mitad de un paramecio, escribir << 1/2 px >>. De esta manera, los animales mantendrán una relación de tallas que será mucho más significativa y, por otra parte, más correcta.

## INDICACIONES PARA EL DIBUJO Y ROTULACIÓN.

- 1.- Buscar en la preparación y hacer un esquema de cada animal nuevo que se observe, asegurándose de que presente las proporciones de tamaño antes repetidas. Hacer los dibujos con el mayor realismo posible.
- 2.- Colocar un número y un título de figura, debajo de cada animal. Anotar la siguiente información debajo del título de cada figura:
  - a) Nombre.
  - b) Relación de tamaño.
  - c) «Phylum» si es que puede ser determinado.
  - d) Clase a la cual pertenece ( si es un protozoo).

He aquí un ejemplo de rotulación:

Figura 2. ○ Ameba - 1 1/2px  
Dibujado a partir de un ejemplar vivo a 100 x.  
Phylum: Protozoos; Clase: Sarcodina.

- 3.- Dibujar cuantos animales permita el espacio de la lámina y el tiempo; limitar los dibujos a una lámina para este ejercicio. De 8 a 10 animales suele ser el número normal.
- 4.- Acudir al libro de texto para grabados y descripciones de microfauna. Siempre que no se pueda clasificar un animal, hacer un cuidadoso esquema y colocar un signo de interrogación después de su clasificación. Debe mirarse por último si el esquema es una fiel representación del animal vivo.
- 5.- Usar el sombreado y los lápices de colores para dar a los animales una apariencia más real.



JUAN

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECA Y DOCUMENTACIÓN