

# BIOLOGÍA

PARA LA LICENCIATURA  
EN EDUCACIÓN PRIMARIA



# BIOLOGÍA

## PARA LA LICENCIATURA EN EDUCACIÓN PRIMARIA

MSc. Orlando Domínguez Quiñones

MSc. Jorge Eladio Pérez Velázquez

MSc. Ángel Caridad Lugo Blanco

Lic. Olga Lidia Hernández Fonte

Lic. Martha Betancourt Gandul

**Editorial  
Pueblo y Educación**

# ÍNDICE

---

## **Capítulo 1 La unidad y diversidad del mundo vivo/1**

Origen de la vida/1

Métodos de estudio de la célula/2

Estudio de la célula/2

Unidad y diversidad de los organismos vivos/7

Preguntas de autocontrol/10

## **Capítulo 2 Estudio de los reinos Mónera, Protista y Fungi/11**

Reino Mónera/11

Reino Protista/14

Reino Fungi (Hongos)/20

Preguntas de autocontrol/24

## **Capítulo 3 Reino Plantae (Plantas)/25**

Definición. Características generales/25

Tipos de tejidos vegetales/26

Estudio de algunos grupos de plantas/33

    La planta como un todo. Organización estructural y funcional/42

    Estudio de los órganos vegetativos/43

Preguntas de autocontrol/62

## **Capítulo 4 Reino Animalia (Animal)/63**

Definición. Características generales/63

Tipos de tejidos animales/65

Phylum Porifera/69

Phylum Coelenterata o Cnidaria/71

Tipos de celenterados según su organización estructural/71

Phylum Platyhelminthes/73

Phylum Nematoda/75

Phylum Mollusca/76

    Clase Gasteropoda o Gastropoda/77

    Clase Bivalva o Pelecypoda/78

    Clase Cephalopoda/79

Phylum Annelida/80

Phylum Arthropoda/82

    Clase Aracnida/82

    Clase Miriapoda/84

    Clase Crustacea/84

    Clase Insecta/85

Phylum Echinodermata/86

Phylum Chordata/87

    Clase Chondrichthyes/87

    Clase Osteichthyes/88

    Clase Amphibia/90

    Clase Reptilia/92

    Clase Aves/95

    Clase Mammalia/98

Preguntas de autocontrol/101

## **Capítulo 5 El organismo humano/102**

Características generales/102

Los sistemas de órganos en el cuerpo humano/102

    La piel/103

    Sistema osteomuscular/104

    Sistema digestivo/113

    Sistema circulatorio/117

    Sistema respiratorio/122

    Sistema renal/124

    Sistema nervioso/126

    Sistema endocrino/134

    Sistema reproductor/136

    Sistema inmunológico/145

Preguntas de autocontrol/147

## **Capítulo 6 Las relaciones de los organismos con el medio ambiente/148**

Los ecosistemas. Características/148

Zonas de Vegetación y población animal. Los biomas/151

Preguntas de autocontrol/157

## Capítulo 1 La unidad y diversidad del mundo vivo

Para todos los que se introducen en el estudio de la biología, siempre resulta interesante y constituye una preocupación, explicarse por qué existe tanta diversidad en la naturaleza en cuanto a componentes vivos se refiere. Para poder ofrecer la respuesta certera es necesario comprender primero cómo surge la vida en el planeta, pero sería imposible comprenderlo si antes no se analizan aspectos relacionados con la Tierra primitiva.

### Origen de la vida

Es opinión de muchos que la vida se originó solo una vez, y en condiciones ambientales muy distintas a las que existen en la actualidad. Investigadores diversos ofrecieron sus resultados a través de hipótesis. Una de las más aceptadas es en la que Oparin, científico ruso, fundamentó el posible origen de la vida.

Se cree que al principio la Tierra era fría, pero en la medida que continuó la compactación gravitacional se acumuló calor, al que contribuyó la energía de la desintegración radiactiva de algunos elementos. Este calor escapaba en ocasiones a través de fuentes termales y volcanes, que también produjeron gases. Estos constituyeron la segunda atmósfera de la Tierra primitiva. Era una atmósfera reductora, con poco o nada de oxígeno libre. Entre esos gases se incluían dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), vapor de agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ), monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ), hidrógeno ( $\text{H}_2$ ) y nitrógeno ( $\text{N}_2$ ). También es posible que la atmósfera primitiva contuviera algo de amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), sulfuro de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{S}$ ) y metano ( $\text{CH}_4$ ), aunque estas moléculas reducidas pueden haber sido degradadas rápidamente por las radiaciones ultravioletas del Sol. A medida que la Tierra se enfriaba con lentitud, se condensaba el vapor de agua hasta que comenzaron a caer lluvias torrenciales, que formaron los océanos. Las precipitaciones erosionaron la superficie terrestre, aportando minerales a los océanos y provocaron su salinidad.

Se cumplieron cuatro requerimientos para la evolución química de la vida:

- La ausencia de oxígeno libre
- Energía
- Elementos químicos
- Tiempo

En primer lugar, el oxígeno es muy reactivo y habría degradado las moléculas orgánicas que son un paso necesario para el origen de la vida. Sin embargo, debido a que la atmósfera terrestre era fuertemente reductora, cualquier oxígeno libre habría formado óxidos con otros elementos.

Un segundo requerimiento era un lugar de alta energía, con violentas tormentas eléctricas, vulcanismo generalizado, bombardeo de meteoritos e intensa radiación, incluyendo la alta radiación ultravioleta del Sol. Se piensa que el Sol "joven" producía más radiación ultravioleta que el actual, además que la Tierra carecía de una capa de ozono protectora que bloqueara gran parte de esa radiación.

En tercer lugar, deben haber estado presentes las sustancias químicas necesarias como constituyentes para la evolución química. Entre estas se incluían agua, minerales inorgánicos disueltos (presentes como iones) y los gases de la atmósfera primitiva.

Un último requerimiento fue el tiempo suficiente para que las moléculas se acumularan y reaccionaran.

La edad de la Tierra, de unos 4 600 millones de años, es un tiempo adecuado para la evolución química que transcurrió en varias fases. Primero, pequeñas moléculas orgánicas se formaron de modo espontáneo y se acumularon con el tiempo. Pudieron acumularse en lugar de ser degradadas (como ocurre en la actualidad) porque los dos factores que ahora degradan a las moléculas orgánicas-oxígeno libre y otros seres vivos estaban ausentes en la Tierra primitiva. Segundo, a partir de moléculas más pequeñas se ensamblaron grandes macromoléculas, como proteínas y ácidos nucleicos. Luego, las macromoléculas interactuaron entre sí y se reunieron en estructuras más complejas que con el tiempo fueron capaces de metabolizar y duplicarse. Más adelante, estos ensamblajes macromoleculares se convirtieron en estructuras parecidas a células que por último llegaron a ser las primeras células verdaderas.

Se ha valorado en la Teoría de Oparin que los movimientos de ascenso y descenso de las masas de aguas de los mares primitivos (mareas), fueron dejando depósitos en las oquedades del relieve cercano a la costa; en los momentos de marea baja los factores externos ya analizados anteriormente fueron los responsables de desencadenar los procesos ya descritos y por consiguiente originarse moléculas orgánicas muy simples denominadas prebióticas que el tiempo contribuyó a que fueran cada vez más complejas, los **aminoácidos**, o sea,

los elementos constituyentes de las proteínas, y los **nucleótidos** que forman a los ácidos nucleicos. Con el tiempo estas moléculas continuaron su evolución y con ello sus variaciones.

En su complejo proceso evolutivo, las primeras manifestaciones de vida debieron caracterizarse por estar revestidas por una membrana selectiva que garantizara el intercambio con el medio y la presencia de un código genético favoreciendo la reproducción en réplicas exactas a las progenitoras. En su inicio, donde no todas estas características estaban presentes, no se consideraban células verdaderas las que se denominaron progenotes, o sea, estructuras muy primitivas semejantes a una célula. El propio proceso de adaptación a condiciones diversas del medio y la aparición del ADN como parte de la estructura celular que acumula los caracteres típicos de cada especie, garantizaron la aparición de células primitivas que fueron consideradas las primeras manifestaciones de vida.

La necesidad de conocer su estructura y funcionamiento, así como su comportamiento en diferentes organismos, ha hecho que el hombre se dedique a su estudio y que hoy se puedan reconocer sus diferentes formas y características en los reinos que caracterizan a la materia viva en el planeta.

### **Métodos de estudio de la célula**

Hace ya más de dos siglos el hombre en su intento de conocer cada día más la naturaleza emprendió el estudio de las células, desde entonces se han aportado informaciones sobre sus estructuras y funciones, complementándose unas con otras.

Los estudios que acerca de las células se han realizado hasta el momento combinan los métodos descriptivos y experimentales, utilizando para ello diferentes técnicas como las de microscópica óptica y electrónica, la de fraccionamiento celular, las citoquímicas y auto radiográficas y las de cultivo de tejidos, entre otras.

El ojo humano aun utilizando instrumentos de aumento que permiten visualizar componentes de la naturaleza, llega a un límite en que no le es posible discriminar detalles más finos de esos componentes. Esto está determinado por la posibilidad que tienen estos instrumentos y el ojo humano de poder separar algunas estructuras que se encuentran a determinada distancia.

Por esta razón la observación de las células y sus distintas estructuras requieren del empleo del microscopio. Estos instrumentos abrieron un nuevo mundo a la observación y en su evolución un amplio campo para el desarrollo científico-tecnológico.

Se empezaron a estudiar los distintos tipos de células y su estructura interna, y se descubrieron también células más pequeñas como las bacterias de las que solamente se conocían sus efectos. Todo ello a través del microscopio óptico.

Sin embargo, estos equipos que utilizan la luz para la formación de imágenes llegan a un límite en el cual no pueden discriminar partículas u otras estructuras demasiado pequeñas.

La utilización de los electrones como fuente de energía abrió un nuevo campo en el estudio de las células y sus estructuras. Posibilitó la observación de su ultraestructura y que los científicos descubrieran la compleja organización que la materia presenta en ellas y en otras formas más sencillas. A partir de este momento surge el microscopio electrónico, el que permite la observación de aquellos componentes de la materia viva tan pequeños que con el microscopio óptico no es posible observar. Esta invención ha revolucionado el desarrollo científico-tecnológico que junto a los modernos sistemas de informatización permiten ampliar el campo de las investigaciones científicas, aspectos estos que se ponen de manifiesto en las investigaciones científicas y su influencia en diferentes esferas de la producción, en la industria farmacéutica, en la Medicina y Biotecnología, entre otros avances.

### **Estudio de la célula**

La materia viva se caracteriza entre otros aspectos por su organización estructural y funcional, por la capacidad de intercambiar con el medio en que se desenvuelve y por ser capaz de reproducirse en réplicas semejantes a la que le dieron origen. Para que esto último ocurra tiene que estar bien delimitado el código genético de cada especie en el material nuclear de las células. Solo así es posible que ocurra la transmisión de caracteres.

No todas las células tienen organizado su material nuclear del mismo modo y es esto lo que le ofrece diversidad y organización estructural y funcional.

Toda célula se caracteriza por poseer una membrana citoplasmática que la envuelve y recubre, un citoplasma donde ocurren importantes procesos y un material nuclear que puede estar organizado en un núcleo delimitado por una envoltura nuclear o no.

Las células primitivas se caracterizaron por un bajo nivel de organización. En ellas se aprecia la carencia de un límite preciso entre la región nuclear y el citoplasma, carecen de membrana nuclear. El citoplasma posee bajo nivel

de organización por no existir organelos y sistemas membranosos especializados como ocurre en otras células más evolucionadas. Este tipo de células es conocido como **procariotas**. Son representantes de ella las bacterias que serán estudiadas más adelante.

Otras células denominadas **eucariotas** se caracterizan por presentar un mayor grado de complejidad estructural que la procariota. Los aspectos que la hacen distintiva y más evolucionada son: la existencia del núcleo como orgánulo delimitado del citoplasma por una envoltura formada por una doble membrana y el notable grado de organización que posee el citoplasma por poseer sistemas membranosos donde diferentes orgánulos están especializados en variadas funciones, lo cual permite considerar a la célula como la unidad viva más pequeña. Son ejemplares de células eucariotas, las algas (excepto las verdeazules), los hongos, los protozoos como la ameba, la euglena el paramecio, etc., las células vegetales y las de los animales. La figura 1.1, te muestra la estructura general de una célula eucariota.

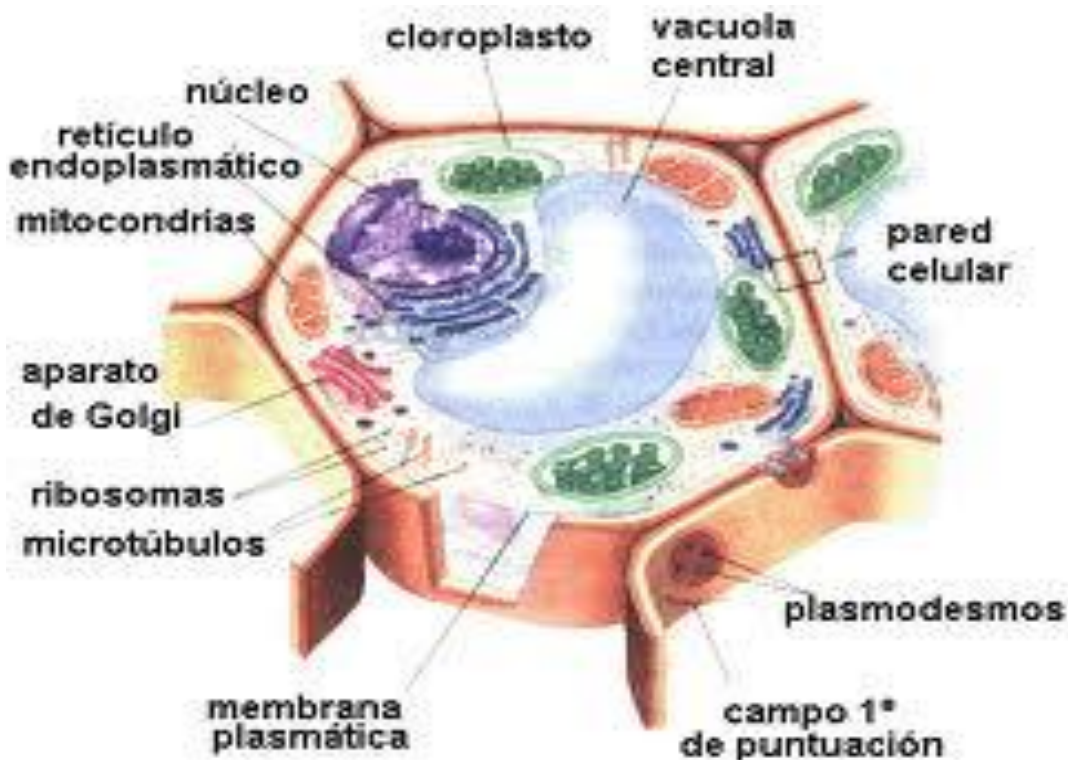


Fig. 1.1 Estructura general de una célula eucariota

Toda célula se encuentra delimitada por una **membrana citoplasmática** (también denominada membrana plasmática), la cual hace posible mantener el contenido interno y realizar relaciones de intercambio con su medio actuando como una barrera selectiva. Es una capa bimolecular de lípidos entre los cuales se mueven moléculas de proteínas que pueden encontrarse cerca de la superficie interna o externa de dicha membrana. Otras veces las moléculas de proteína ocupan todo su espesor. Se sabe que los lípidos o grasas son impermeables, por lo que las sustancias disueltas en agua no pudieran atravesar la membrana. Por el contrario las proteínas permiten el paso del agua a través de ellas, en estos casos cuando el movimiento de estas moléculas ocupan todo el espesor de la capa lipídica de la membrana garantizan la permeabilidad de esta, funcionan como regiones hidrofílicas que garantizan el paso del agua y de iones. Esto permite comprender que no puede pensarse en la existencia de poros rígidos o estáticos en la membrana citoplasmática, sino poros funcionales o zonas de intercambio provocadas por la posición que ocupan las moléculas de proteínas en su movimiento en la capa lipídica de la membrana citoplasmática, lo cual le ofrece su carácter dinámico.

Algunas células como las vegetales, además de la membrana citoplasmática están revestidas externamente por la **pared celular** constituida por un alto contenido de celulosa. Esta también permite el intercambio con el medio a través de zonas especializadas que son los **plasmodesmos** y los **campos de puntuación**. Cuando se estudien las plantas se caracterizará más ampliamente este tipo de células. No obstante, la pared celular no es exclusiva de

las plantas, otros organismos como las bacterias también la poseen. Al estudiar el Reino Mónera conocerás más sobre ella.

Delimitado por la membrana citoplasmática se encuentra en el interior de la célula el **citoplasma**, el cual constituye el lugar donde ocurren la mayoría de los procesos celulares. Posee una relación estructural y funcional muy estrecha con el núcleo encargado de la regulación de dichos procesos.

Dentro del citoplasma se encuentran los organelos que son aquellos especializados en diferentes funciones y rodeando a estos aparece un material denominado **matriz citoplasmática**, caracterizada por cierto grado de complejidad a causa de su contenido enzimático, alto contenido de agua que favorece las reacciones químicas que en ella ocurren y en la que se realizan importantes funciones celulares, que en su conjunto contribuyen al desarrollo del metabolismo celular. En la matriz citoplasmática se suceden los movimientos internos de todos los componentes del citoplasma.

Dentro de la matriz y formando parte del citoplasma se encuentran diferentes estructuras que presentan morfología, composición química y funciones diferentes. Estas estructuras llamadas orgánulos citoplasmáticos u organelos se encuentran en constante movimiento guardando relación unas con otras, sobre todo, desde el punto de vista funcional.

A continuación conocerás algunas características de los principales orgánulos citoplasmáticos de la célula para que puedas comprender por qué es la unidad viva más pequeña.

Dentro del citoplasma se encuentran un complejo membranoso en el que existe una diferenciación estructural y funcional que determina la dinámica celular. Los **retículos endoplasmáticos** se caracterizan por ser un sistema de membranas en los cuales los canales y túmulos conectados entre sí se dispersan por todo el citoplasma. Estos participan en los procesos de síntesis de proteínas y hormonas, entre otros componentes. Los retículos endoplasmáticos pueden ser lisos o rugosos; a estos últimos se les denomina así por poseer adheridos a sus membranas algunos ribosomas.

Si observas la estructura celular (véase figura 1.1), te darás cuenta que el retículo endoplasmático guarda correspondencia con la envoltura nuclear, pues es precisamente quien concentra en un área determinada de la célula todo el material nuclear, y por ser los retículos complejos membranosos una parte de él, está en contacto directo con el núcleo y la parte más externa con el citoplasma.

Otros organelos importantes en las células son los **ribosomas**, los cuales están constituidos por proteínas y ácido ribonucleico sintetizadas en el núcleo de donde se trasladan hasta el citoplasma. Estos se pueden encontrar asociados a las membranas del retículo endoplasmático o encontrarse libres en la matriz citoplasmática. En los dos casos su función fundamental en la célula es la síntesis de proteínas formando hormonas y otras que actúan en el metabolismo celular. Algunos estudios han comprobado que también pueden participar en el intercambio celular, o sea, son proteínas que van renovando las diferentes moléculas que constituyen las estructuras celulares.

El **complejo de Golgi**, denominado así en nombre del científico que lo descubrió (Camilo Golgi, histólogo alemán, 1898), se caracteriza por estar constituido por sacos aplanados semejantes a arcos dispuestos paralelamente formando dos o tres grupos.

Estos sacos aparecen generalmente alrededor de otro orgánulo denominado **centríolo**. Las otras estructuras del complejo la forman vesículas y vacuolas que se originan de los sacos aplanados.

La principal función del complejo de Golgi en las células es la síntesis de polisacáridos.

Dentro de las células ocurren procesos relacionados con la digestión celular, entendiéndose por este el mecanismo a través del cual las células degradan los materiales que ingieren para utilizarlos posteriormente como materia prima en su metabolismo o en el recambio de sus distintos componentes. De estas funciones se encargan los **lisosomas**, estructuras de alto contenido enzimático. Están constituidas por más de cuarenta enzimas las que actúan sobre las proteínas, los ácidos nucleicos, los polisacáridos, los lípidos, y también sobre los sulfatos y los fosfatos.

Es conocido que toda la materia viva intercambia con el medio y realiza procesos metabólicos importantes para liberar la energía necesaria para vivir. Dentro del citoplasma se distinguen unos organelos denominados **mitocondrias** que tienen incidencia directa en estos importantes procesos. Entre sus componentes aparecen gran cantidad de enzimas que participan directamente en la respiración celular aerobia, proceso mediante el cual es liberada cierta cantidad de energía que es utilizada en la actividad celular.

Es importante significar que el oxígeno que penetra a la célula es fijado en las mitocondrias y es precisamente dentro de ellas donde ocurren las diferentes etapas de la respiración celular aeróbica, tan importante en la liberación

de energía y otros componentes que como el CO<sub>2</sub> es liberado a la atmósfera y utilizado por las plantas en los procesos de fotosíntesis.

Precisamente para la realización de la fotosíntesis, características de los organismos fotosintetizadores con predominio en las plantas, aparecen en las células vegetales unos orgánulos denominados **plastidios** que presentan una morfología variada de acuerdo con la función y sustancias que sintetizan. Son así los leucoplastos que son incoloros y se especializan en almacenar aceites y almidones. Por su parte, los cromoplastos le ofrecen variadas coloraciones a las plantas. Estos, por tanto, pueden almacenar pigmentos rojos, amarillos, azules, violetas, etc. Sin embargo, aquellos especializados en almacenar pigmentos verdes con alto contenido de clorofila son denominados cloroplastos, siendo estos los que intervienen directamente en los procesos de fotosíntesis. Que estudiarán más adelante.

Existen otros orgánulos en el citoplasma como los **microtúbulos y microfilamentos** que desempeñan importantes funciones en las células.

Los microtúbulos desempeñan un importante papel en la división celular, pues participan en el movimiento de los cromosomas hacia los polos de las células en los procesos de la reproducción celular. También participan en los cambios de coloración de algunos peces, ya que intervienen en el movimiento de los pigmentos por el citoplasma de las células especializadas de su tegumento.

Su función además está relacionada con el mantenimiento de la forma y el movimiento de la célula, aunque ellos no son estructuras rígidas, sino que por el contrario, pueden modificar su posición y sus componentes.

Por su parte los microfilamentos de naturaleza proteica contribuyen al mantenimiento de la forma de las células y a distintos movimientos que en estas ocurren, tales como las corrientes citoplasmáticas que se originan alrededor de las vacuolas en las células vegetales y en la formación de pseudópodos como sucede en las amebas.

En las células ocurren otros movimientos de los que están responsabilizados algunos organelos denominados centríolos, cilios y flagelos.

Los **centríolos** forman parte de una zona llamada centrosoma formados por microtúbulos.

Al observar algunos organismos unicelulares u otras células en tejidos que forman diferentes tipos de órganos se aprecia la presencia de unos orgánulos situados en la superficie de sus células denominados **cilios y flagelos**.

Los cilios se caracterizan por ser cortos y abundantes en cantidad. Unos se disponen en toda la superficie de la célula como ocurre en los paramecios, cuya función está asociada a los movimientos de traslación de estos organismos unicelulares que tienen vida libre. En otros casos, en determinadas áreas de las células que forman tejidos epiteliales, los cilios participan en generar un flujo que determina una corriente en determinada dirección favoreciendo el movimiento de determinadas partículas que llegan a esas zonas. Por ejemplo, la tráquea está revestida por un tejido epitelial con cilios que favorece expulsar cualquier partícula alojada en su interior que no debe llegar hasta los bronquios.

En la figura 1.2, puedes apreciar la existencia de cilios en la parte externa de un paramecio. Observa su tamaño y cantidad.

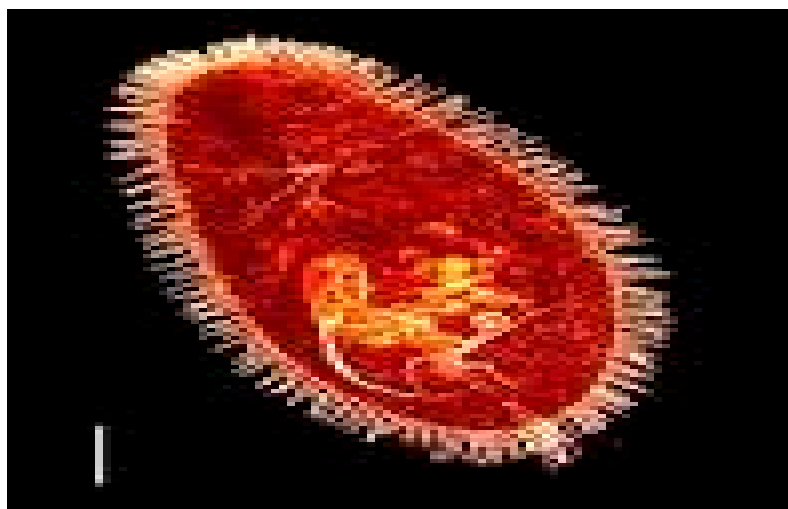


Fig. 1.2 Paramecio

A diferencia de los cilios, los flagelos son largos y flexibles en número reducido. Por ejemplo, en algunos protozoos aparece uno como en la euglena. Observa la figura 1.3:



Fig. 1.3 Euglena

Otros componentes celulares con funciones bien determinadas son las **inclusiones citoplasmáticas** que constituyen acumulaciones de materiales que intervienen en el metabolismo celular o que son productos de este. Entre ellos se pueden considerar los lípidos, almidones, glucógeno que son constituyentes energéticos necesarios para la célula.

Como has podido apreciar el citoplasma de la célula es muy complejo por la cantidad de estructuras especializadas en funciones diferentes que en él se encuentran. Es esto, precisamente, lo que ofrece integridad y hacen a la célula una unidad dinámica.

Otra de las estructuras celulares de relevante importancia y que por su tamaño se distingue en la célula es el **núcleo**. Está constituido por la cromatina, formada por pequeñas fibrillas y granulaciones enrolladas de formas diferentes, en dependencia de la actividad metabólica del núcleo.

El núcleo está delimitado por una envoltura constituida por dos membranas. Una externa, en contacto con el citoplasma, que se continúa con el retículo endoplasmático y presenta ribosomas asociados a su superficie, y otra más interna, en contacto con el contenido nuclear, que carece de ribosomas asociados a esta. La envoltura nuclear se caracteriza por presentar interrupciones donde las membranas interna y externa se unen dejando un orificio llamado poro nuclear que garantiza la comunicación con el citoplasma regulado por algún tipo de actividad.

La cromatina está constituida por ácido desoxirribonucleico (ADN) y proteínas; estas últimas en su mayoría son sintetizadas en el citoplasma de donde migran al interior del núcleo. Se conoce que estas proteínas están asociadas con los ácidos nucleicos y desempeñan un importante papel en los mecanismos que regulan las características hereditarias.

Al observar el núcleo en el microscopio electrónico, se distingue una estructura generalmente esférica, no delimitada por membranas y que se puede encontrar, por lo general, en número de 1 a 4 denominada **nucléolo**.

Se ha podido apreciar la presencia de ADN en los nucléolos, el que interviene en la organización de estas estructuras formando parte de determinadas regiones de los cromosomas. El material sintetizado en el nucléolo migra al citoplasma donde interviene de manera decisiva en la síntesis de proteínas.

Cuando la célula está en su actividad reproductiva, la envoltura nuclear desaparece, el nucléolo deja de observarse y la cromatina se organiza en estructuras separadas una de las otras para constituir los cromosomas. El ADN que forma parte de estos influye decisivamente en la transmisión de los caracteres hereditarios.

Gracias a la posibilidad del avance científico y tecnológico, en la actualidad el estudio y clasificación de los cromosomas por pares ha posibilitado determinar el número que caracteriza a cada especie. El estudio del ADN ha hecho posible el diagnóstico de algunas enfermedades, así como el esclarecimiento de hechos delictivos. Un avance científico trascendental es el relacionado con el Genoma Humano.

“El Genoma Humano es el número total de cromosomas del cuerpo. Los cromosomas contienen aproximadamente 80 000 genes, los responsables de la herencia.

La información contenida en los genes ha sido descodificada y permite a la ciencia conocer mediante tests genéticos, qué enfermedades podrá sufrir una persona en su vida. También con ese conocimiento se podrán tratar enfermedades hasta ahora incurables.

Pero el conocimiento del código de un genoma abre las puertas para nuevos conflictos ético-morales, por ejemplo, seleccionar qué bebés van a nacer o clonar seres por su perfección.

Esto atentaría contra la diversidad biológica y reinstalaría entre otras la cultura de una raza superior, dejando marginados a los demás. Quienes tengan desventaja genética quedarían excluidos de los trabajos, compañías de seguro, seguro social, etc., similar a la discriminación que existe en los trabajos con las mujeres respecto al embarazo y los hijos”.<sup>1</sup>

Otro problema relacionado con el estudio de la célula en el campo de la investigación científica es el de las células madre. “Célula madre o *stem cell* se define como una célula progenitora, autorrenovable, capaz de regenerar uno o más tipos celulares diferenciados. Las células que integran los tejidos, ya sea de modo natural o por una enfermedad aguda o crónica, sufren un deterioro y se degeneran a lo largo de la vida de un organismo. Por la importancia de su utilización para potenciar la salud humana es en la actualidad uno de los objetivos de investigación priorizados en todos los países del mundo y en diferentes áreas de la biotecnología humana”.<sup>2</sup>

Estos avances tecnológicos relacionados con el estudio de la célula hacen posible que la Medicina, la Biotecnología y la Industria farmacéutica, entre otras, hayan elevado a peldaños superiores los resultados científicos en el mundo y el de Cuba en lo particular.

### Unidad y diversidad de los organismos vivos

Cuando se observa alrededor de cualquier lugar, lo primero que llama la atención es la **diversidad** de organismos que existen. No se sabe con exactitud cuántas especies de organismos pueden existir, pero la mayoría de los biólogos estiman que hay más o menos entre 5 a 10 millones. Cada uno de estos organismos tiene su propia historia de vida única, su propia forma de obtener energía, su propio lugar en el mundo de los seres vivos.

Los organismos presentan características comunes que le ofrecen **unidad**, todos nacen, se desarrollan y mueren. Todos realizan funciones comunes como nutrición, obtención de energía, reproducción, etc. Sin embargo, existen aspectos que hacen diversos a todos los seres vivos: su forma, tamaño, color, adaptación a los hábitats, formas de nutrición, reproducción, respiración, locomoción, etc. Es entonces una realidad, en la naturaleza existe unidad y diversidad del mundo vivo.

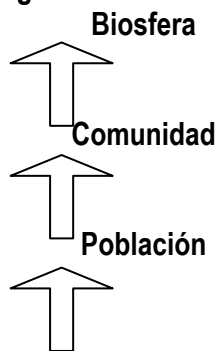
Por sus características los organismos pueden estar organizados en una sola célula, por lo que son denominados **unicelulares**, otros al estar formados por más de una célula se consideran **pluricelulares**.

Al tener en cuenta esta forma de organización estructural de los organismos vivos, debe comprenderse que existen diferentes niveles de organización de la materia viva, por lo que se considera entonces que a partir de las **células** se forman tejidos cuando están agrupadas con estructuras semejantes adaptadas a una misma función. Los grupos de tejidos que se asocian para estructuralmente garantizar funciones específicas forman los órganos. Estos a su vez relacionados entre sí para el desempeño de una misma función establecen los sistemas de órganos. El conjunto de sistemas de órganos estrechamente relacionados para garantizar la integridad de funciones constituyen a los **organismos**. Todos ellos se agrupan en **poblaciones** que son organismos de una misma especie. Cuando en condiciones naturales varias poblaciones se desarrollan en un mismo ecosistema se forman las **comunidades**. El conjunto de todas las comunidades en el planeta componen la **Biosfera**, que es la esfera de la vida.

En consecuencia, la materia viva se organiza del modo siguiente:

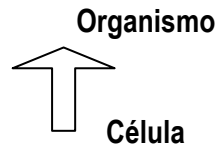
Esquema 1.1

#### Niveles de organización de la materia viva



<sup>1</sup> Francisco Leandro Loíacono: Tomado de [www.monografias.com](http://www.monografias.com)

<sup>2</sup> Idem.



Si observas la figura 1.4, apreciarás con exactitud la forma en que se organiza la materia viva en el planeta.

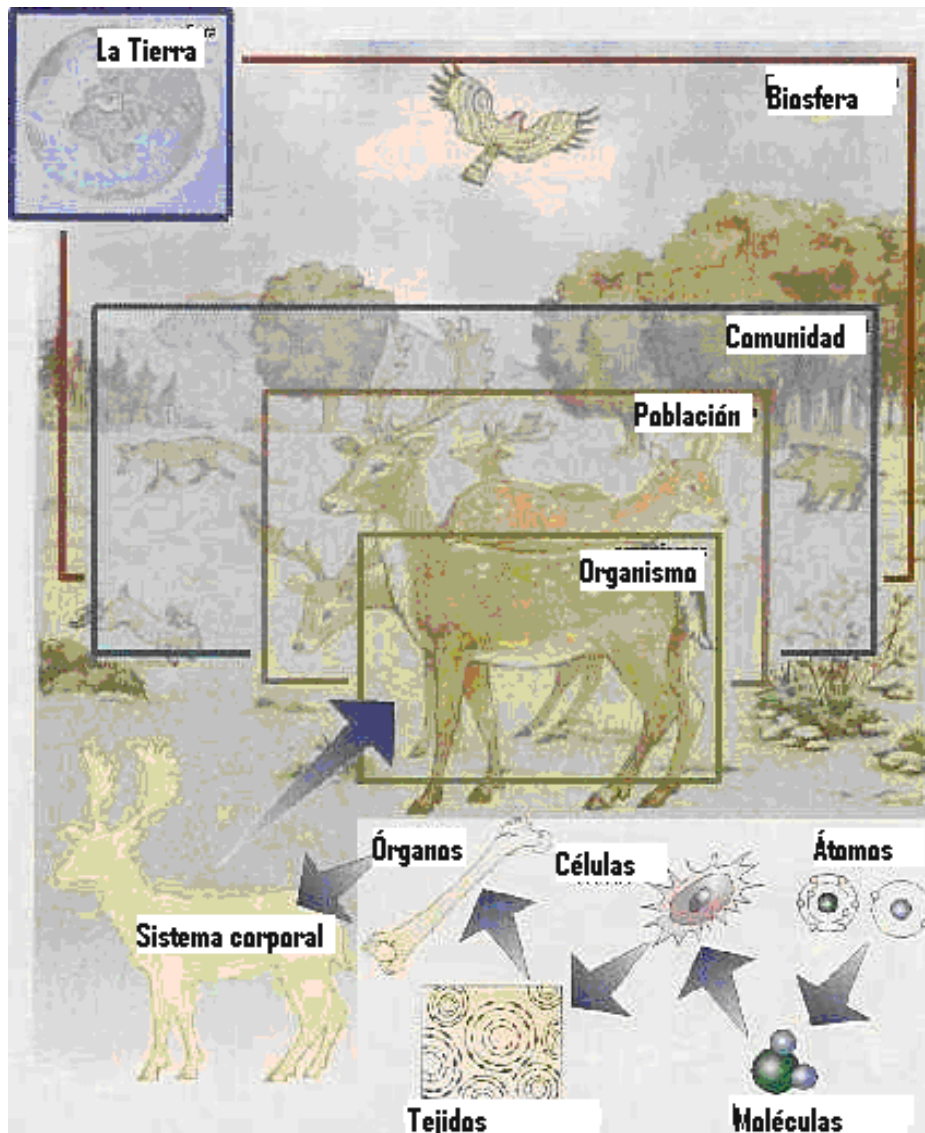


Fig. 1.4 Organización de la materia viva en el planeta

Esta enorme diversidad de especies que habitan el planeta Tierra obligó a los biólogos a enfrentar la tarea de ordenarlos, para facilitar su estudio. Esto implicó clasificar y nombrar a cada uno de ellos.

Así nacieron dos ramas especializadas de las ciencias biológicas, la **taxonomía y la nomenclatura**. La primera se encarga de establecer las teorías y prácticas relativas con la clasificación de los organismos, y la segunda, a dar nombres distintivos a cada uno de los grupos reconocidos por la clasificación.

### **Nomenclatura**

En diferentes países, y en regiones dentro de un país, hay múltiples formas de denominar a un mismo organismo. Estos constituyen los **nombres vulgares**. Un ejemplo de esto se presenta en Cuba y otros países con el Marpacífico, denominado borrachona en las provincias orientales, amapola en Camagüey, cupido en Trinidad y flor de chivo en Pinar del Río. En Puerto Rico es la malva de China, en México tulipán, y en Guatemala, clavel.

El perro doméstico recibe los siguientes nombres en ocho idiomas:

Francés - <i>chién</i>	Polaco - <i>pies</i>
Alemán - <i>hund</i>	Ruso - <i>sabaka</i>
Italiano - <i>cane</i>	Danés - <i>hond</i>
Inglés - <i>dog</i>	Hebreo - <i>kelev</i>

Este problema ha sido resuelto con la utilización de los **nombres científicos**, únicos para todo el mundo y escritos en latín o latinizados. Cada especie individual recibe dos nombres (**nomenclatura binominal**). La primera palabra se escribe con mayúscula y corresponde al **género**, y la segunda (que se escribe con minúscula) es el **epíteto** o **adjetivo específico**, por lo general descriptivo o geográfico. A continuación, generalmente se indica el apellido del científico que describió y nombró al organismo, o simplemente una abreviatura o la letra inicial, si es muy conocido. Por ejemplo: *Zea mays* L (maíz); *Roystonea regia* Cook (palma real). La L proviene de Linneo que fue quien lo nombró.

Esta forma de denominación fue establecida en 1758 por el naturalista sueco Linneo, fundador de la taxonomía moderna. Utilizó nombres en latín debido a que los eruditos de su tiempo se comunicaban en esta lengua.

Los ejemplos siguientes permiten demostrar lo expresado anteriormente: *Canis lúpus* (lobo); *Canis latrans* (coyote); *Canis familiaris* L (perro doméstico) y *Vulpes vulpes* (zorro común).

### **Clasificación**

Los biólogos clasifican a los organismos individuales en el nivel básico de especie, que es la única categoría de esta índole que puede ser considerada en la naturaleza. Las categorías superiores son reuniones de grupos de especies.

Una **especie** está compuesta por grupos de poblaciones naturales, que se cruzan entre sí real o potencialmente, que comparten un acervo de genes comunes y que están aisladas reproductivamente de otros grupos similares. Las especies que están claramente relacionadas por compartir características importantes, se agrupan en un **género**.

Para construir la clasificación jerárquica, se agrupan uno o más géneros en *familias*, las familias en *órdenes*, los órdenes en *clases*, las clases en *filos* o *divisiones*, y estos en *reinos*.

Los grupos de organismos incluidos en estas siete categorías principales, en cualquier nivel de jerarquía, reciben el término de **taxones**.

Para permitir una subdivisión mayor, se pueden añadir los prefijos *sub* y *súper* a cualquier categoría. Además, en clasificaciones complejas, pueden utilizarse categorías intermedias especiales como **rama** (entre reino y filo), y **tribu** (entre familia y género).

A continuación se presenta la clasificación del gorila y el hombre a modo de ejemplo. Puede apreciarse que se incluyen en las mismas categorías hasta el nivel de suborden.

	<b>Gorila</b>	<b>Hombre</b>
<b>Reino</b>	Animalia	Animalia
<b>Phylum</b>	Chordata	Chordata
<b>Subphylum</b>	Vertebrata	Vertebrata
<b>Clase</b>	Mammalia	Mammalia
<b>Subclase</b>	Eutheria	Eutheria
<b>Orden</b>	Primate	Primate
<b>Suborden</b>	Antropoide	Antropoide
<b>Familia</b>	Pongidae	Homínidae
<b>Género</b>	Gorilla	Homo
<b>Especie</b>	Gorilla gorilla	<i>Homo sapiens</i>

Por tales razones se puede comprender que los especialistas en clasificar (taxonomistas) se basan en semejanzas y diferencias que presentan los organismos, por lo tanto, se han registrado muchas clasificaciones a partir de los elementos que hasta cierto momento ha aportado la ciencia, y a los criterios que asumen determinados autores.

Al principio existían los reinos Vegetal y Animal, después aparecieron características diferenciales entre estos que determinaron otras clasificaciones.

En la actualidad se asume la clasificación de R. H. Whitaker que estableció cinco reinos. Esta es la más reciente, no obstante, en la medida que los descubrimientos y estudios científicos avancen, las limitaciones que esta clasificación pueda presentar será perfeccionada. Los criterios seguidos por el autor agrupa a los organismos de la

manera siguiente: **reino Mónera**, donde se han incluido a todos los organismos unicelulares con células procariotas; **reino Protista**, que comprende a los organismos unicelulares aislados o formando colonias, cualquiera que sea el tipo de nutrición o movimiento que presenten. Su reproducción es principalmente asexual con células eucariotas; **reino Fungi**, donde se agrupan organismos que han generado controversias entre los taxonomistas por su gran heterogeneidad, es por ello que se ha tenido en cuenta sus caracteres morfológicos, las peculiaridades de su reproducción y estudios bioquímicos de su metabolismo para considerar que los mismos forman una línea evolutiva propia dentro de los organismos pluricelulares eucariotas; **reino Plantae** (Plantas), que incluye a todos los organismos pluricelulares eucariotas que poseen pared celular y pigmentos en orgánulos citoplasmáticos con nutrición autótrofa gracias al proceso de fotosíntesis, viven fijos a un sustrato y su reproducción es principalmente sexual y el **reino Animalia** (Animales), donde se agruparon a todos los organismos pluricelulares eucariotas que no poseen clorofila y tienen adaptaciones para el desplazamiento por sí mismos, son heterótrofos y su reproducción en la mayoría de los casos es sexual.

En los capítulos que siguen estudiarás con detalles las características de cada uno de estos reinos.

### **Preguntas de autocontrol**

1. Resuma en un cuadro, los principales eventos que se desarrollaron para que pudiera surgir la vida en el planeta Tierra.
2. ¿Qué importancia tiene el descubrimiento y utilización de la microscopía para el estudio de la vida en la Tierra?
3. “La célula es considerada la unidad estructural y funcional de todos los organismos vivos”. Argumente la afirmación anterior.
4. Establezca las diferencias fundamentales entre las células procariotas y eucariotas. Cite ejemplos de cada una de ellas.
5. Explique el carácter dinámico de la membrana citoplasmática de las células.
6. Confeccione un cuadro donde pueda resumir las funciones que realizan los diferentes orgánulos citoplasmáticos de la célula eucariota.
7. Resuma la importancia del núcleo en la célula eucariota.
8. Exprese los criterios que hacen posible la unidad y diversidad del mundo vivo.
9. Valore la importancia que ha tenido clasificar a los organismos de acuerdo con las características que les son comunes y que los hacen diferentes de otros.
10. Mencione los cinco reinos en que se agrupan a los organismos vivos para su estudio.

## Capítulo 2 Estudio de los reinos Mónera, Protista y Fungi

### Reino Mónera

Los ejemplares de este reino se caracterizan por presentar células de tipo procariota, por tanto, poseen ribosomas, pero carecen de organelos rodeados por membranas, no poseen núcleo, mitocondrias, retículos endoplasmáticos, complejo de Golgi y lisosomas. Su material genético está constituido por una sola molécula de ADN circular que se encuentra en el citoplasma, sin envoltura nuclear que la rodee. Poseen una pared celular que rodea a la membrana citoplasmática, pero su estructura y composición difieren de las que se observan en las paredes celulares de las eucariotas. En este reino son ejemplares representativos las bacterias y las algas verdeazules.

Las **bacterias** (figura 2.1), son organismos unicelulares procariotas del reino de las Mónera.

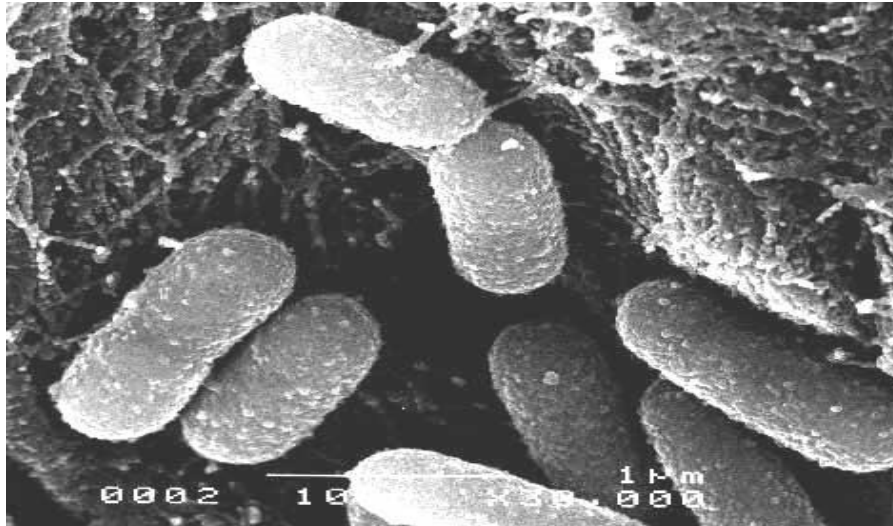


Fig. 2.1 Bacterias

Las bacterias se caracterizan por carecer de núcleo ni clorofila típica, aunque pueden poseer otros pigmentos similares como bacterioclorina, bacterioclorofila y bacteriopurpurina, y sin pseudópodos. La bacterioclorofila es otro pigmento fotosintetizante que, junto con la bacteriopurpurina, poseen las bacterias purpúreas. La bacteriopurpurina es un pigmento rojo que enmascara a la bacterioclorofila en las bacterias purpúreas, y que colabora con ella en la síntesis de los glúcidos a partir del dióxido de carbono atmosférico. Esta síntesis se diferencia de la clorofílica en que utiliza el ácido sulfhídrico como donador de hidrógeno.

Aunque la organización de las bacterias es de tipo celular, el microscopio electrónico ha puesto al descubierto numerosas características propias de la célula bacteriana. También pueden ser observadas con el microscopio óptico.

Una célula bacteriana se compone de una pared celular, membrana, citoplasma y ácido nucleico. La pared bacteriana aísla y protege perfectamente a la bacteria. Incluso algunas de estas tienen una cápsula externa que las protege de los antibióticos y de los anticuerpos. La membrana bacteriana es esencialmente idéntica a la de las células eucariotas. En el citoplasma bacteriano las únicas estructuras existentes son los ribosomas y algunas vesículas llenas de gas. El ácido nucleico está formado por una sola cadena de ADN, que suele llamarse cromosoma bacteriano y es de forma circular, que se diferencia del cromosoma eucariótico en que es más pequeño y no se asocia tan íntimamente con las proteínas. Ambos se parecen en que se componen de ADN. Este se encuentra condensado en una región de la bacteria llamada nucleoide o falso núcleo.

Al observar la figura 2.2, podrás comprender que sus dimensiones son muy reducidas: tan solo de algunas micras o fracción de micra. Se pensaba, no hace aún muchos años, que fuesen el límite inferior en la escala de ser viviente; pero los modernos microscopios permiten observar otros seres mucho más diminutos, tales como las rickettsias y los virus (estos no se incluyen en los reinos ya mencionados).



Fig. 2.2 Células bacterianas

Unas bacterias son inmóviles, otras poseen minúsculos flagelos cuyo número y distribución varía notablemente, que les permiten desplazarse.

Su capacidad reproductora es enorme, pues algunas se dividen cada 20 minutos si las condiciones les son favorables, por lo que una sola bacteria puede producir grandes cantidades de descendientes en muy pocas horas. Se creyó durante mucho tiempo que solo se reproducían asexualmente, pero hoy se conocen abundantes ejemplos de conjugación entre ellas, semejante a la de la reproducción sexual, al poder intercambiarse fragmentos de ADN, con lo que las bacterias resultantes tienen un material genético algo distinto. Se reproducen por bipartición simple, es decir, se parten en dos, dividiendo equitativamente todo su contenido, incluido el ADN.

Las bacterias han colonizado todos los medios terrestres y acuáticos: el mar, los ríos, los lagos, el suelo, el subsuelo, el aire, el hielo de los glaciares y el interior de los organismos, tanto vivos como muertos. Algunas dan lugar a esporas capaces de resistir las condiciones más adversas y que, al retorno de las circunstancias favorables, readquieren vida activa, pues se ha conseguido hacer revivir algunas, halladas en minas o a gran profundidad en la Tierra, después de miles y miles de años de vida latente. Asimismo, se han encontrado en el interior de meteoritos, lo que prueba su existencia en otros astros, y como también las hay en el espacio, se procura la esterilización de los vehículos espaciales, ante el riesgo que supondría la siembra de gérmenes en medios no preparados para contrarrestar su acción.

Muchas de sus especies viven en las aguas, dulces o marinas, abundantes en sustancias orgánicas, en el suelo y en materias orgánicas en putrefacción; otras son parásitas, más o menos patógenas.

En correspondencia con su forma, se clasifican del modo siguiente:

**Cocos** o bacterias redondeadas, que pueden presentarse aisladas como los micrococcos, en parejas como en los diplococos, y en cadena arracimada como los estreptococos y estafilococos, respectivamente.

**Bacilos**, bacterias alargadas, rectas o curvas, con o sin flagelos.

**Espirilos**, bacterias curvadas o retorcidas helicoidalmente, con un arrollamiento incompleto como en los vibriones, o completo como en las espiroquetas.

En correspondencia con su forma de nutrición, pueden ser:

Bacterias **autótrofas**, capaces de sintetizar las sustancias orgánicas a partir de las minerales; las hay que son fotosintetizadoras, es decir, que utilizan la energía de las radiaciones luminosas gracias a ciertos pigmentos que poseen, bacterioclorofila principalmente; otras son quimiosintetizadoras y obtienen la energía necesaria a partir de reacciones químicas de oxidación, como las bacterias nitrificantes del suelo y las sulfobacterias de las aguas sulfurosas.

Bacterias **heterótrofas**, de las cuales unas utilizan los compuestos orgánicos elaborados por otros seres vivos a los que parasitan; las bacterias patógenas o parásitas, productoras de enfermedades en el hombre y en los animales; otras viven en sustancias orgánicas, descomponiéndolas aprovechando la materia orgánica muerta para la alimentación, las bacterias de la putrefacción o saprofitas; provocando fermentaciones, acética, butírica, láctica, etc., las bacterias zimógenas; y por último, las bacterias simbióticas, que viven en plan o ayuda mutua con organismos vegetales o animales, como las bacteriorrizas de las leguminosas. Estas son la mayor parte de las bacterias.

De acuerdo con su respiración, se clasifican como:

**Bacterias aerobias**: utilizan oxígeno para realizar la respiración.

**Bacterias anaerobias:** para respirar sustituyen el oxígeno por otras sustancias.

Las bacterias poseen una gran importancia biológica, tanto por la influencia positiva que tienen en el mejoramiento de los suelos o en la industria, así como haber podido estudiarlas como causantes de enfermedades, tal es el caso de la meningitis.

Como se ha dicho anteriormente algunas bacterias son anaeróbicas, por lo que en su proceso respiratorio originan compuestos simples como productos finales, los cuales han sido utilizados en la industria para la fabricación de yogur, vinagre, vinos, etcétera.

En las bacterias parásitas, los productos de excreción que se forman pueden ser tóxicos y causar al hospedero enfermedades de distinta naturaleza, como por ejemplo el tétanos, en que el bacilo produce una toxina capaz de causar la muerte; la difteria, en la cual el producto tóxico actúa sobre la mucosa de la garganta, etcétera.

Esta característica de las bacterias fue utilizada por los imperialistas con fines destructivos durante la Segunda Guerra Mundial, fabricaron las llamadas sustancias biológicas para el combate. Los Estados Unidos de Norteamérica siguieron esta línea y ensayaron en Corea y en el norte de China, aplicando posteriormente una guerra de exterminio en Viet Nam, al atacar despiadadamente a la flora, la fauna y a la población humana. Actualmente esta política armamentista y de expansionismo, sigue siendo utilizada por los imperialistas, y utilizan todo tipo de recursos para exterminar masivamente a las poblaciones de aquellos territorios que desean ocupar.

Observa en la figura 2.3 algunos de sus representantes.

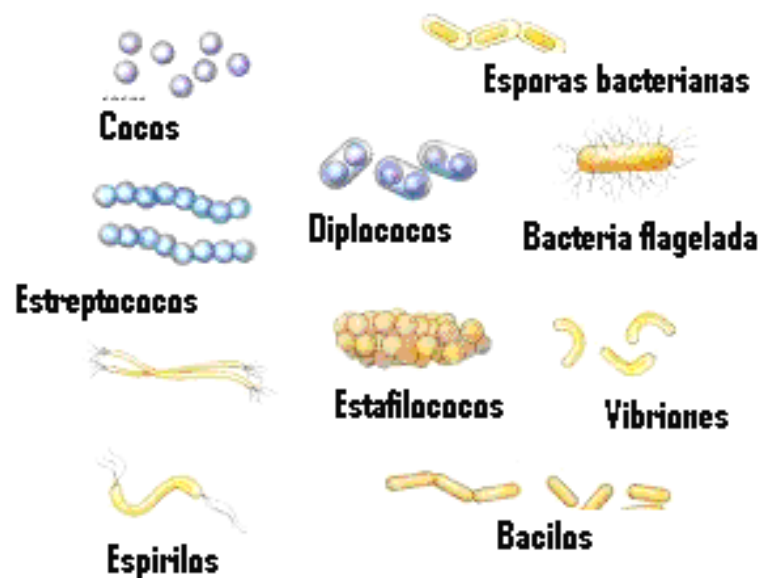


Fig. 2.3 Representantes de bacterias

#### *Las algas verdeazules*

Estas son conocidas como cianofíceas, cianófitas o cianobacterias, son móneras formadas por microorganismos procariotas, puesto que carecen de membrana nuclear. También se llaman cianofíceas o algas verdeazules (figura 2.4), debido a que poseen sustancias fotosintéticas del tipo de la clorofila y ficocianina, un pigmento de color azulado. Como pueden realizar la fotosíntesis, desprenden oxígeno.

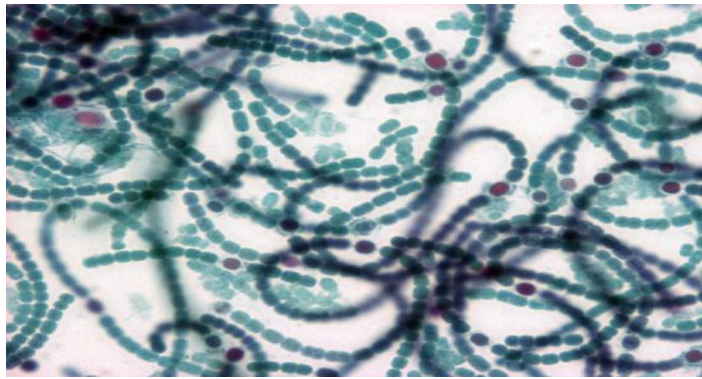


Fig. 2.4 Algas verdeazules

Las cianobacterias son organismos uni o pluricelulares. Tras su reproducción es frecuente que las células hijas queden unidas por filamentos.

Tienen una pared celular similar a la de las bacterias, constituida por celulosa, lipoproteínas, polisacáridos y otros compuestos de gran complejidad molecular. En el citoplasma se distingue una zona central o centroplasma, donde se halla el ADN, y otra periférica o cromoplasma, donde están los corpúsculos con los pigmentos. La zona central de la región nuclear, en la que se ubica el cromosoma constituido al igual que en las bacterias por ADN de forma circular se encuentra un conjunto de sacos membranosos aplanados, llamados tilacoides, dispuestos paralela y concéntricamente y en los cuales está localizada la clorofila.

Muy numerosos son también los ribosomas, de pequeño tamaño y están libres en el citoplasma en forma semejante a las bacterias.

Las algas cianofíceas viven en ambientes acuáticos. En algunos casos viven sobre rocas y árboles, y las hay también que habitan en aguas termales, soportando temperaturas de hasta 90°C. También pueden vivir en simbiosis con hongos, formando líquenes.

Muchas de estas algas, al igual que ciertas bacterias, son fijadoras de nitrógeno, por lo que también contribuyen a enriquecer el suelo con nitritos y nitratos. Algunas de ellas viven en las raíces de plantas como las *Cycas*, pero no forman nódulos como es el caso de las bacterias.

## Reino Protista

La palabra protista proviene del griego, y significa “el primero”. Los protistas son organismos de células eucariotas. Los que son unicelulares realizan todas las funciones en una sola célula.

La mayor parte de los protistas son acuáticos y viven en el océano y en el agua dulce. Forman parte del plancton (organismos microscópicos flotantes que constituyen la base de la cadena de alimentación en los ecosistemas acuáticos. Otros protistas acuáticos se fijan a rocas y otras superficies sumergidas, Los protistas terrestres están restringidos a lugares húmedos, como el suelo y el humus. Los protistas parásitos viven en ambientes húmedos constituidos por los líquidos corporales de plantas y animales.

La reproducción es muy variada en el reino Protista. Todos se reproducen de forma asexual, y muchos también lo hacen de manera sexual. Sin embargo, la mayoría de los protistas no desarrollan órganos reproductivos multicelulares ni forman embriones como muchos organismos superiores.

La forma de locomoción de los protistas varía. El desplazamiento puede realizarse por movimiento ameboideo, por flexión de células individuales o por ondulación de cilios o flagelos. Muchos utilizan una combinación de dos o más medios de locomoción.

Dentro de esta diversidad en el reino Protista, conocerás las características de algunos de sus representantes.

Los **protozoarios** (protozoos) devienen su nombre del griego *protos* que significa “primero” y *zoon*, “animal”. En estudios anteriores los biólogos consideraban a los protozoos como parte del reino animal, hoy, después de profundizar en sus características y aunque ingieren alimentos igual que los animales no deben ser considerados como tal.

Actualmente se conocen más de 55 000 especies de protozoos, los cuales se dividen para su estudio en diferentes clases. Esta clasificación se ha realizado de acuerdo con los criterios que los distinguen a unos de otros. Unos de los principales aspectos lo constituye la forma de locomoción. Si utilizan flagelos se incluyen dentro de los mastigóforos o flagelados, como por ejemplo la euglena; si realizan la locomoción mediante pseudópodos o falsos pies se consideran rizópodos o sarcodarios, tal es el caso de la ameba. Otros como los esporozoarios no poseen

órganos especializados en la locomoción, esto sucede con el *Plasmodium* y otros como el paramecio que utilizan cilios para la locomoción. Existen algunos representantes de los protozoos, los pertenecientes al *filum Foraminífera*, que viven en los océanos y tienen gran importancia en la formación de los suelos marinos.

A continuación conocerás las características de algunos representantes de los protozoos.

Los **flagelados** se mueven por medio de flagelos. Tienen el cuerpo esférico o alargado, un núcleo central único, y uno para muchos flagelos con forma de látigo que les permite desplazarse. Estos organismos avanzan con rapidez, impulsándose hacia delante agitando flagelos que suelen localizarse en el extremo anterior.

Los representantes de este phylum son todos heterótrofos y obtienen su alimento ya sea ingiriendo organismos vivos o muertos o absorbiendo nutrientes de materia orgánica en descomposición.

Algunos de sus representantes como la euglena presentan en su citoplasma numerosos cloroplastos de forma ovalada que poseen clorofila, a la cual deben estos organismos su color verde. Esta característica le da cierta semejanza con las plantas, ya que a causa de ello pueden sintetizar alimentos mediante la fotosíntesis.

Esta propiedad de nutrición en la euglena le ofrece características semejantes a animales y plantas.

La figura 2.5 te muestra una euglena donde puedes apreciar el flagelo y los cloroplastos.



Fig. 2.5 Euglena

Existen flagelados parásitos que provocan serios daños a la salud. Los niños son muy propensos a adquirir estas enfermedades cuando no se toman a tiempo medidas para prevenirlas. Este es el caso de la giardiasis provocado por la *Giardia* (figura 2.6), un protozoo parásito que se aloja en los intestinos, cuyo primer síntoma son los fuertes dolores que provoca por su acción sobre las paredes intestinales. Cuando se recubre de una fuerte estructura protectora para no ser dañada por los agentes externos forman quistes. En estas condiciones se convierte en la fase infectante, pues al salir al exterior con las heces fecales y no tenerse en cuenta las medidas higiénicas necesarias como lavarse las manos antes de ingerir los alimentos, lavar bien los alimentos y cocinarlos el tiempo necesario, entre otras, se está propenso a ser contaminados y padecer de la enfermedad.



Fig. 2.6 Giardia

Los **rizópodos** o **sarcodarios**, pueden encontrarse en el suelo, el agua dulce y los océanos. Muchos miembros de este grupo carecen de forma corporal definida. Su única célula cambia de forma a medida que se desplaza. Estos organismos se reproducen por vía asexual por división celular.

Las amebas avanzan adelantando proyecciones citoplasmáticas temporales llamadas pseudópodos (falsos pies) desde la superficie celular. Transfieren citoplasma a sus pseudópodos, los cuales aumentan su tamaño hasta que contienen gran parte del citoplasma; de este modo se desplaza el organismo completo. También utilizan los pseudópodos para atrapar el alimento. Después de atrapado, una vacuola digestiva envuelve y digiere las partículas de alimento utilizando enzimas digestivas aportadas por los lisosomas.

Observa en la figura 2.7 los pseudópodos que hacen posible la locomoción de estos organismos.



Fig. 2.7 Ameba

Algunas amebas parasitan al organismo y provocan daños considerables, tal es el caso de la amebiasis. Las amebas del tipo *Entamoeba histolytica* son microorganismos que viven como parásitos intestinales en humanos y perros. En su ciclo de vida, antes de llegar a la fase parasitaria, están en estado latente en un quiste cubierto de quitina (compuesto celular que da cierta dureza al caparazón de los insectos) protegiendo el conjunto de amebas del exterior.

Una vez consumido el quiste, entran en el estómago y en él se liberan las amebas con la ayuda de los jugos estomacales, expandiéndose y produciendo la amebiasis. Estos parásitos se alimentan básicamente de bacterias y restos de los nutrientes del estómago de su hospedador. Cuando penetran a la mucosa gástrica ocasionan lesiones

que producen sangramientos. Esta enfermedad de no ser controlada a tiempo puede ocasionar severos daños y como consecuencia anemias e infecciones gastrointestinales, dolor, diarreas, etcétera.

Al igual que las amebas, existen otros protozoos que infectan al organismo provocando serios daños. Entre ellos se encuentra el *Plasmodium Vivax* causante del paludismo. Este microorganismo parásito pertenece a la **clase Esporozoa o esporozoarios**.

Estos organismos se caracterizan por carecer de organelos para la locomoción, sin embargo, pueden desplazarse por flexión. En alguna fase de su vida pueden formar una espora resistente, que es el agente infeccioso transmitido al huésped infectado.

El paludismo que es el causado por la infección del *Plasmodium*, es la enfermedad grave más común del mundo. Cada año se infectan de paludismo de 200 a 300 millones de personas, dos o tres millones de ellas mueren.

*Plasmodium*, el esporozoario que causa el paludismo, entra al torrente sanguíneo humano por la picadura de un mosquito *Anopheles* hembra infectado. Entra primero a las células del hígado y después a los glóbulos rojos, donde se multiplica fuera del alcance del sistema inmunológico del huésped. Cuando cada célula infectada se rompe, son liberados en la sangre muchos nuevos parásitos que infectan otros glóbulos rojos y el proceso se repite. La rotura simultánea de millones de glóbulos rojos causa los síntomas del paludismo: escalofrío seguido de fiebre (cuando el parásito libera sustancias tóxicas y estas afectan otros órganos del cuerpo).

Si un mosquito no parasitado por *Plasmodium* pica a una persona infectada, aspira algunos plasmodios con la sangre. Entonces ocurre un complicado proceso de reproducción sexual dentro del estómago del mosquito en el que se producen nuevos parásitos palúdicos, algunos de los cuales emigran a las glándulas salivales del mosquito para infectar a la próxima persona que sea picada. La reproducción sexual del *Plasmodium* no ocurre dentro del ser humano, ocurre en el mosquito. Observa la figura 2.8.



Fig. 2.8 Reproducción del *Plasmodium*

En ella se aprecia cómo se ha multiplicado el plasmodio convirtiéndose en un agente infectante a través del mosquito. Por tales razones, es importante desarrollar una campaña de eliminación de vertederos y zonas de riesgo en que los mosquitos *Anopheles* puedan reproducirse, ya que estos son los agentes trasmisores de estas enfermedades.

Ya conoces que algunos protozoos tienen alrededor de su cuerpo muchos cilios. Estos se agrupan en la **clase Ciliata**. Su especie representativa es el paramecio (figura 2.9).



Fig. 2.9 Paramecio

Los protozoos ciliados son organismos unicelulares con forma bien definida. El paramecio se caracteriza por presentar la superficie de la célula cubierta de varios miles de cilios, que se extienden a través de la cubierta externa y permiten el movimiento de estos organismos en el medio donde se desarrollan.

El movimiento oblicuo de los cilios hace que los paramecios giren al avanzar. Estos movimientos permiten que el organismo avance o retroceda. Cerca de su superficie muchos ciliados presentan tricocistos, organelos que descargan filamentos para ayudar a capturar y retener sus presas. La mayor parte de los ciliados ingieren bacterias u organismos similares.

Los ciliados difieren de otros protozoarios en que tienen dos núcleos distintos, uno o más núcleos pequeños que participan en el proceso de reproducción sexual, y otro mayor, que controla el metabolismo y el crecimiento celular.

La mayor parte de los ciliados pueden reproducirse por conjugación, proceso sexual en el que dos individuos se aparean e intercambian material genético.

No todos los ciliados son móviles, aunque son capaces de nadar en alguna medida, es más probable que permanezcan fijos al sustrato. En estos casos sus cilios forman corrientes en el agua circundante para acercarse el alimento.

Otros ejemplares de los protozoos son los del *filum Foraminífera*, los cuales son casi todos marinos y producen un esqueleto en forma de conchas o testas. Los océanos contienen grandes cantidades de foraminíferos que secretan testas calcáreas con múltiples cámaras y poros, a través de los cuales pueden extenderse proyecciones citoplasmáticas. De hecho, el phylum toma su nombre de esta característica, pues *foraminífera* significa en latín “que tiene agujeros”. Las proyecciones citoplasmáticas forman una red viscosa interconectada en la que enredan sus presas. La figura 2.10 a y b, te muestra al organismo vivo y al muerto con sus conchas o testas calcáreas.

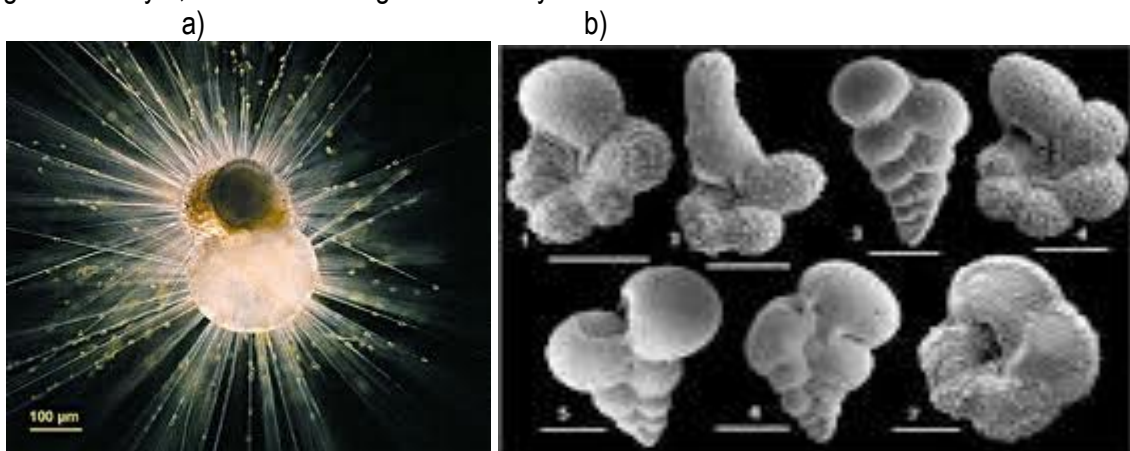


Fig. 2.10 Representación del organismo: a) Vivo; b) Muerto

Los foraminíferos muertos se hunden hasta el fondo del océano, donde sus testas forman un lodo grisáceo que, poco a poco, se transforma en **creta** (mineral caliza, de color blanco, formada por la acumulación de un número considerable de microscópicas conchas de foraminíferos).

Estas formaciones de creta pueden convertirse en parte del fondo marino. Dado que con frecuencia se encuentran testas de foraminíferos en capas de rocas que cubren depósitos de petróleo, los geólogos dedicados a la explotación petrolera buscan testas de foraminíferos en estratos de rocas como zonas de posibles yacimientos de petróleo.

Uno de los grupos más raros es el de los **dinoflagelados**. La mayor parte de ellos son unicelulares, aunque existen unas pocas formas coloniales. Sus células a menudo están cubiertas por placas de celulosa impregnadas de silicatos. Cada organismo de este grupo tiene dos flagelos que le permite su movimiento en forma ondulatoria. Realizan la fotosíntesis gracias a la presencia de clorofila y carotenoides. Algunos dinoflagelados son incoloros, por lo que se alimentan al ingerir compuestos orgánicos del medio donde viven. Los dinoflagelados forman parte del plancton.

Observa en la figura 2.11 algunos ejemplares.



Fig. 2.11 Dinoflagelados

Las **diatomeas** que significa “dividido en dos partes”; son organismos que se caracterizan por tener vida libre en la mayoría de los casos, son unicelulares aunque algunos pueden encontrarse en forma de colonias.

Las diatomeas son uninucleadas y este generalmente se sitúa en la región central de la célula. Posen una pared celular que conforma dos valvas o mitades que acoplan perfectamente y contienen en su interior al citoplasma. Su reproducción puede ser sexual o asexual.

Las diatomeas constituyen un elemento importante en el plancton marino. También sus deposiciones en los suelos marinos contribuyen a la formación del suelo del relieve oceánico. En la figura 2.12 puedes apreciar a este tipo de organismos.

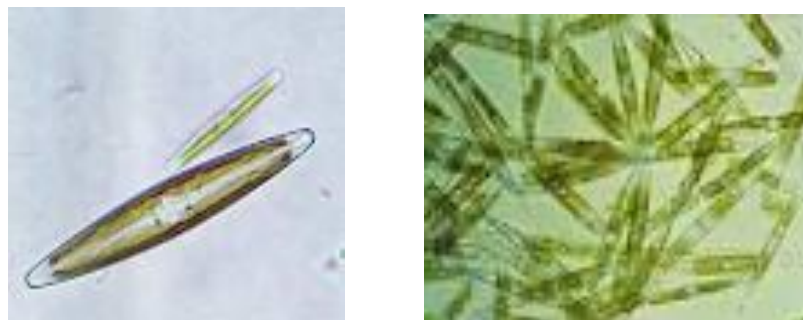


Fig. 2.12 Diatomeas

En sentido general los protistas manifiestan formas primitivas de vida diversas, muchas de ellas se pueden encontrar en diferentes hábitats. A pesar de ello, es un reino de gran importancia por los efectos que provocan sus representantes sobre otros, tanto perjudicial como beneficiosos.

## Reino Fungi (Hongos)

En ocasiones habrás percibido que sobre el pan se produce una costra oscura, otras veces la ropa sucia y húmeda se impregna de algo parecido. Cuando observas los troncos de algunos árboles, puedes ver que aparecen organismos en forma de una oreja, y también en el campo o en los jardines donde hay materia orgánica en descomposición surgen otros en forma de unas pequeñas sombrillitas. Esos son los hongos, que pueden emerger en diversidad de formas y tamaños. Algunos como las levaduras son microscópicos y son muy utilizados en la confección del pan, los vinos, etcétera.

Los organismos que pertenecen al reino Fungi poseen células del tipo eucariota, encerradas en paredes celulares cuando menos en alguna fase de su ciclo de vida. Sin embargo, las paredes celulares de los hongos tienen composición química diferente a la de las plantas. Los hongos carecen de cloroplastos y, por tanto, de clorofila, por lo que no se consideran fotosintetizadores y, por consecuencia, no son autótrofos. Son organismos heterótrofos, pero no ingieren alimentos. Obtienen nutrientes a partir de materia orgánica que descomponen o de algunos organismos que parasitan. Producen enzimas digestivas y después absorben el alimento predigerido en forma de moléculas orgánicas pequeñas, que atraviesan su pared celular y membrana citoplasmática, por lo que su nutrición es absorbitiva.

Los hongos son inmóviles, no presentan células flageladas y se reproducen por medio de esporas que pueden ser de forma sexual o asexual.

Las principales características estructurales de los hongos están determinadas por la presencia de determinadas sustancias que se impregnan a su pared celular, siendo la más representativa una que ofrece dureza y rigidez denominada quitina, además aparece celulosa y hemicelulosa en algunos ejemplares.

La diversidad de formas va desde las unicelulares a pluricelulares. En el primero de los casos se distingue las levaduras que se reproducen de manera asexual, en particular por gemación y otras de forma sexual por medio de esporas.

La mayor parte de los hongos son mohos filamentosos. Un moho consiste en largos filamentos ramificados de células llamadas **hifas**. Las hifas forman en su conjunto a un tejido denominado **micelio**. Lo que a veces observas sobre la superficie del pan de forma ramificada es precisamente el micelio del hongo. El color del hongo está determinado por el color de las esporas, que son las estructuras reproductivas que se forman en grandes cantidades.

Por lo general, los hongos se desarrollan mejor en hábitats oscuros y húmedos, se encuentran dondequiera que haya materia orgánica disponible. Es necesaria la humedad para su existencia. Cuando el ambiente se vuelve muy seco, los hongos sobreviven entrando en una fase de reposo, produciendo esporas resistentes a la desecación. Así permanecen hasta que las condiciones le son propicias. Si caen en un lugar donde esto ocurre, por ejemplo el pan, un fruto, etc., la espora germina y comienza a desarrollarse. Una intrincada red de hifas se infiltra mientras que otras se desarrollan en dirección al aire. Las células de las hifas secretan enzimas digestivas que degradan los compuestos del lugar donde han caído, por ejemplo la fruta, en sustancias orgánicas que el hongo puede absorber.

Las hifas que crecieron en dirección hacia el aire, desarrollan esporas que pueden ser trasladadas por el viento o por animales a otros lugares. En algunos hongos como las setas, las hifas aéreas forman grandes y complejas estructuras reproductivas, en las cuales se desarrollan las esporas. Estas estructuras se denominan esporocarpos o cuerpos fructíferos. La parte que se conoce de una seta es un gran cuerpo fructífero.

Los hongos se clasifican en varias divisiones. A continuación estudiarás algunos representantes.

Los mohos plasmodios deslizantes *Myxomycota* (figura 2.13), son una masa ameboide sin pared celular, a menudo de color brillante. Su citoplasma fluye sobre humus y troncos húmedos en descomposición, con frecuencia formando una red de canales que cubren una gran superficie. A medida que avanza ingiere bacterias, levaduras, esporas y materia orgánica en descomposición, de manera muy parecida a como lo hace una ameba.



Fig. 2.13 Moho plasmodio deslizante

La división *Eumycota* se caracteriza por organismos eucariotas, en los que su estado vegetativo tiene como unidad básica la hifa, la que se entrelaza con otras y forma una red irregular, el micelio hifal que puede ser septado o cenocítico. Carecen de color, por lo tanto, no existen plastidios. Su nutrición es heterótrofa y almacenan como sustancias de reserva al glucógeno, lípidos y volutina.

“Este grupo fue reconocido como tal en 1873 por el micólogo Heinrich Antón De Bary. Comprende a los llamados hongos verdaderos; son organismos con una amplia distribución geográfica gracias a la variedad que ofrece la nutrición heterótrofa. Entre los saprófagos se pueden encontrar terrícolas, lignícolas o xilófagos (descomponen la madera a través de la producción de enzimas), coprófilos (viven sobre el estiércol y descomponen la celulosa) y queratimófilos (viven sobre los pelos, uñas, plumas, etc., y descomponen la celulosa). Entre los parásitos los hay facultativos y obligados y también forman asociaciones simbióticas”.<sup>3</sup>

Es característico en esta división la presencia de celulosa y quitina en sus paredes celulares siendo esta última la que más los distingue.

En la división *Zygomycota* (figura 2.14 a y b), están organismos que en su mayoría viven en el suelo sobre materia animal o vegetal en descomposición. Algunos son parásitos de plantas y animales. El más conocido de sus representantes es el moho negro del pan. Cuando una espora cae en el pan y germina se origina el micelio. Las hifas penetran en el pan y absorben nutrientes. Con el tiempo algunas hifas crecen hacia arriba y desarrollan los esporangios, o sea, sacos que contienen esporas. Dentro de cada esporangio se desarrollan racimos de esporas asexuales negras, que son liberadas cuando el esporangio se rompe.

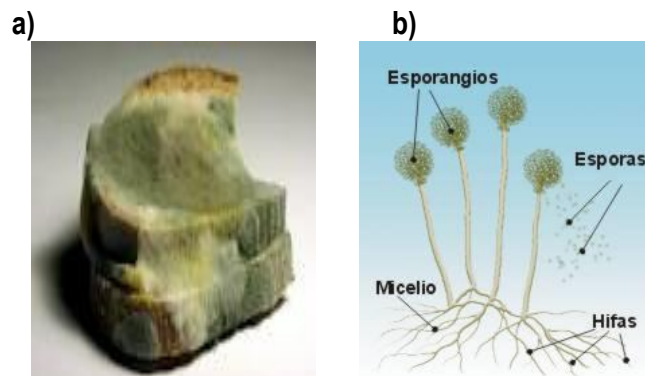


Fig. 2.14 Moho: a) Un pedazo de pan con moho; b) Estructura del moho negro del pan

Los *Ascomycota* (figura 2.15), son grupos de hongos con más de 30 000 especies. Son también conocidos como hongos con sacos debido a que sus esporas sexuales se producen en pequeños sacos llamados ascos. Entre los pertenecientes a esta división están las levaduras y la mayor parte de los hongos verdeazules, pardos y rosados que descomponen los alimentos.

<sup>3</sup> Marta Valentín Arbona: *Botánica Sistemática I*, p. 98.

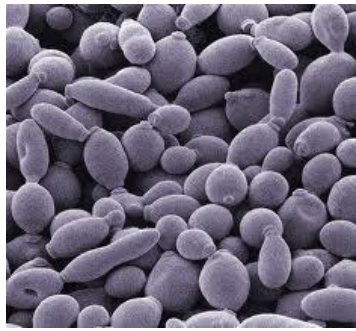


Fig. 2.16 Levaduras

Dentro de esta división el orden *Endomycetales* incluye las formas filamentosas y unicelulares. Todas las especies filamentosas poseen ascos con ocho o menos ascosporas. A este grupo pertenecen los ascomicetes más sencillos conocidos como levaduras. Normalmente no producen hifas, aunque en ciertas condiciones de cultivo producen filamentos cortos. Sus paredes celulares están constituidas por hemicelulosa, proteínas y otras sustancias.

Existen especies de levaduras que son anaerobias, las cuales pueden por fermentación provocar la formación de alcoholes y dióxido de carbono, de esta forma, producen el alcohol de las bebidas y también, a veces, el alcohol industrial.

La gran diversidad de levaduras posee una importancia industrial considerable. Por ejemplo, la *Saccharomyces cerevisiae*, conocida como la levadura de la cerveza o del pan, está constituida por células esféricas y ovoides, uninucleadas, que se transforman en ascos y producen ascosporas bajo condiciones adecuadas o pueden formar nuevas células por un proceso diferente a los de muchos otros hongos; este proceso se llama gemación.

Las levaduras se clasifican en verdaderas o falsas atendiendo a sus formas de reproducción. Son verdaderas aquellas que además de gemación, en su ciclo de vida, tienen un proceso sexual de somatogamia que culmina con la formación de meiosporas, por el contrario en las falsas, solamente se presenta gemación y no tienen ningún proceso sexual.

Los ascomicetos, tienen gran importancia, pues algunos son beneficiosos y otros perjudiciales, entre los beneficiosos los hay comestibles, industriales y medicinales. Entre los perjudiciales los hay patógenos de plantas, animales y el hombre.

Las trufas son consideradas como uno de los productos de sabor más exquisito de todos los hongos; se estiman desde la antigüedad y todavía hoy se pagan precios elevados por ellos, pues son utilizados en la fabricación de perfumes por su exquisito olor.

Las levaduras tienen múltiples aplicaciones como productoras de la fermentación alcohólica. Por ejemplo, *Saccharomyces ellipsoides* se utiliza en la fabricación del vino y se encuentra a veces en estado silvestre en la uva; la levadura del heno, *Candida utilis* (torula) es una gran productora de proteínas y se utiliza para fortalecer el pienso del ganado vacuno. Otros hongos como el *Penicillium roqueforti* y el *Penicillium camemberti* se utilizan en la fabricación de quesos. Por su parte, el *Penicillium notatum* y el *Penicillium chrysogenum* son utilizados para extraer de ellos la penicilina de uso medicinal. Otros producen infecciones en limoneros, tabaco, arroz, maíz, etc. Todo ello demuestra el efecto de los hongos tanto beneficioso como perjudicial

Dentro de todos los hongos, los más conocidos son los **basidiomicetos** (figura 2.16), que forman la división *Basidiomycota*. Son representativos de esta división los champiñones o setas, hongos “de repisa” y bejines o cuscus de lobo, así como algunos parásitos vegetales importantes como la roya.

Los basidiomicetos deben su nombre al hecho de que forman un basidio, estructura comparable al asco de los ascomicetos. Cada basidio es una célula hifal con forma de maza en cuyo extremo se desarrollan cuatro basidiosporas. Cuando son liberadas y entran en contacto con el ambiente adecuado cada una se convierte en un nuevo micelio. Este consiste en una masa de hifas blancas ramificadas con aspecto de filamentos que se encuentran en el suelo. Las masas compactas de hifas, llamadas yemas, se desarrollan junto con el micelio. Cada yema se transforma en una estructura que se denomina seta u “hongo”, que consiste en un pie o pedúnculo y un sombrerillo. De manera más formal, la seta es un esporocarpo o basidiocarpo. La superficie inferior del sombrerillo suele consistir en muchas placas delgadas perpendiculares llamadas laminillas que forman el himenio (himenóforo), las cuales se extienden en dirección radial desde el pie hasta el borde del sombrerillo. Los basidios se desarrollan en la superficie de estas laminillas. A partir de ellas se desarrollan las formas de reproducción de estos hongos.

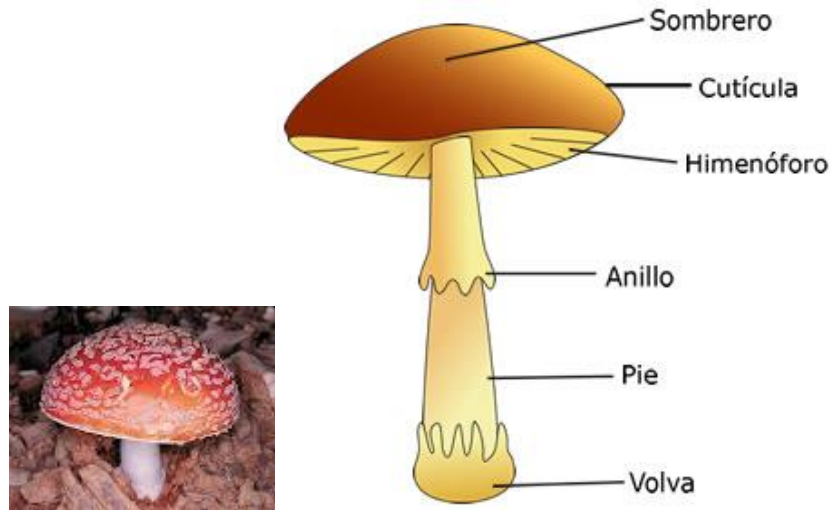


Fig. 2.16 Estructura general de un hongo de sombrerillo (basidiomiceto).

Las características que se han descrito de los principales representantes de los hongos, te han permitido apreciar que es un reino de mucha importancia, algunas de las que ya has conocido.

Desde el punto de vista ecológico son considerados como descomponedores, lo cual hace posible que realicen daños considerables. Al descomponer la madera ocasionan pérdidas, tanto en árboles vivos como en aserríos.

Algunos ocasionan enfermedades en plantas y animales. Causan enfermedades que afectan considerablemente la economía cuando infectan áreas de cultivo. Algunas enfermedades causadas por ascomicetos son, por ejemplo, las que atacan al arroz, el maíz, el trigo y otros granos. Algunos como la roya tienen complejos ciclos de vida que infectan considerablemente algunas plantas.

Los animales también son perjudicados por hongos. Aunque la piel y las membranas mucosas de los animales sanos constituyen eficaces barreras contra la penetración de los hongos, algunos de estos causan enfermedades en el ser humano y otros animales. Algunos provocan infecciones superficiales que afectan solo la piel, el cabello o las uñas. Otros producen infecciones sistémicas que afectan tejidos profundos y órganos internos, y pueden extenderse a muchas regiones del cuerpo. La tiña y el pie de atleta son ejemplos de infecciones superficiales causadas por los hongos. La *candidiasis*, causada por otro deuteromiceto, es una infección de las membranas mucosas de la boca o la vagina y es una de las infecciones micóticas más comunes.

Además de los daños que ocasionan los hongos, algunos son beneficiosos. Son comestibles como las setas, otros se utilizan para la elaboración de vinos, cervezas, quesos. En muchas ocasiones los hongos sirven para la elaboración de medicamentos y otras sustancias químicas útiles. Por ejemplo, el hongo *Penicillium notatum* es empleado para obtener la penicilina, un eficaz antibiótico contra varias enfermedades.

Es posible utilizar hongos como agentes de control biológico con el fin de prevenir daños agrícolas causados por diversos insectos, sin necesidad de utilizar insecticidas.

En la naturaleza existen especies de organismos que no pueden ser considerados hongos o algas independientes. Estos son los **líquenes** (figura 2.17). Aunque parecen un organismo individual, en realidad es la asociación de un alga verde y un hongo.

Se pensaba que el líquen era un ejemplo definitivo de mutualismo, o sea, un tipo de relación en que ambos organismos se beneficiaban mutuamente. El alga realizaba la fotosíntesis y produce el alimento y el hongo aportaba la humedad necesaria. Actualmente, algunos investigadores han sugerido que el líquen no es en realidad un caso de mutualismo, sino más bien de parasitismo controlado del alga por el hongo. Otros defienden la idea de que es una simbiosis, donde ambos se benefician, el alga utiliza la humedad del hongo y este se nutre de las sustancias elaboradas por el alga a través de la fotosíntesis.

Los líquenes son resistentes a la temperatura y humedad extremas, por lo que crecen en cualquier ambiente terrestre, excepto en lugares de alta contaminación.

Algunos líquenes producen pigmentos. Uno de ellos, la orchilla, se emplea para teñir y el otro, el tornasol, es muy utilizado en laboratorios de química como indicador de carácter ácido básico.

Los líquenes pueden aparecer formando costras en los troncos de árboles, paredes, etc., otros cuelgan de las ramas como el Barba de Fraile.



Fig. 2.17 Ejemplares de líquenes

A modo de resumen en este capítulo has podido conocer que existe una gran diversidad de organismos en diferentes formas unicelulares y pluricelulares, así como de adaptaciones a distintos hábitats y, por tanto, características estructurales en correspondencia con ello. En estos reinos se agrupan organismos muy diversos que son de gran importancia en la naturaleza y para la vida del hombre.

### **Preguntas de autocontrol**

1. Caracterice al reino Mónera.
2. Mencione los ejemplares representativos del reino Mónera. Compárelos en cuanto a forma, hábitat e importancia.
3. Caracterice al reino Protista.
4. Compare los diferentes grupos de protistas en cuanto a lugares donde habitan, formas de locomoción e importancia.
5. Explique por qué se requiere de un amplio control sobre los representantes de este reino que pueden transmitir enfermedades al resto de los organismos y al hombre en lo particular.
6. Caracterice al reino Fungi.
7. Compare las diferentes divisiones del reino Fungi. Establezca para ello sus propios criterios de comparación.
8. Explique la importancia del reino Fungi para la naturaleza y el propio hombre.
9. ¿Por qué los líquenes no se incluyen en el estudio de los hongos? Caracterícelos.

## Capítulo 3 Reino Plantae (Plantas)

### Definición. Características generales /

En el capítulo anterior conociste que bacterias y hongos a pesar de poseer estructuras, que también aparecen en las plantas, no son considerados como ejemplares de este reino.

*¿Qué son las plantas?*

Son organismos mayormente pluricelulares, con célula eucariota, pared celular de celulosa, pigmentos fotosintetizadores contenidos en plastidios y como sustancias de reservas presentan almidón; su ciclo vital es diplohaplóntico, con tendencia a la reducción de la fase haploide hacia las formas superiores. Son autótrofos por la presencia de las clorofilas a y b y los pigmentos carotenoides (xantofilas y carotenos), aunque estos últimos cuando son muy evidentes ofrecen coloraciones variadas a hojas, flores y frutos.

Por vivir generalmente en el medio terrestre, las plantas, poseen una cutícula que recubre las células vegetales expuestas al medio aéreo, lo cual impide la pérdida excesiva del agua ante los efectos del viento y la radiación solar, entre otros factores. A pesar de ello, la cutícula no constituye una barrera que aisle a la planta de su medio, ya que posee adaptaciones en sus células epidérmicas llamadas estomas, que permiten un regulado proceso de intercambio con su medio.

Un aspecto importante, desde el punto de vista evolutivo de las plantas en relación con otros organismos, es la capacidad de producir lignina, una sustancia dura y resistente que al impregnar algunas paredes celulares en órganos de las plantas garantiza la resistencia y el sostén necesarios, tanto para soportar los órganos aéreos como para garantizar la existencia de estructuras especializadas en la conducción de las sustancias.

A diferencia de otros organismos, las plantas carecen de movimiento, por lo que se encuentran fijas al suelo, y de él y de la atmósfera circundante absorben los compuestos inorgánicos que son utilizados posteriormente en los procesos de síntesis.

Para poder comprender la organización estructural y funcional de las plantas, se hace necesario detallar algunas características de sus células y tejidos.

En capítulos anteriores se hizo referencia a las características generales de las células. En el caso de las células vegetales (figura 3.1), aparecen la membrana citoplasmática, el citoplasma y el núcleo bien delimitado por la envoltura nuclear como en todas las células eucariotas. Sin embargo, a la célula vegetal la distinguen particularidades como son, una pared celular en su periferia que funciona como estructura esquelética, compuesta fundamentalmente de celulosa, cuyas moléculas, dispuestas en forma de fibras entrecruzadas, favorecen su permeabilidad y el lógico intercambio con el medio. En algunas células se impregna de otras sustancias que le ofrecen características especiales, necesarias para la función de los diferentes tejidos y órganos de las plantas.

Otra característica que distingue a las células vegetales de las animales es la existencia de plastidios, especializados en almacenar pigmentos y sustancias de reserva. Aquellos que almacenan pigmentos como las clorofilas son los cloroplastos, los que almacenan pigmentos carotenoides se denominan cromoplastos, y los que se especializan en almacenar sustancias de reserva son los leucoplastos. Pueden almacenar almidones, grasas y proteínas denominándose amiloplastos, oleoplastos y proteinoplastos respectivamente.

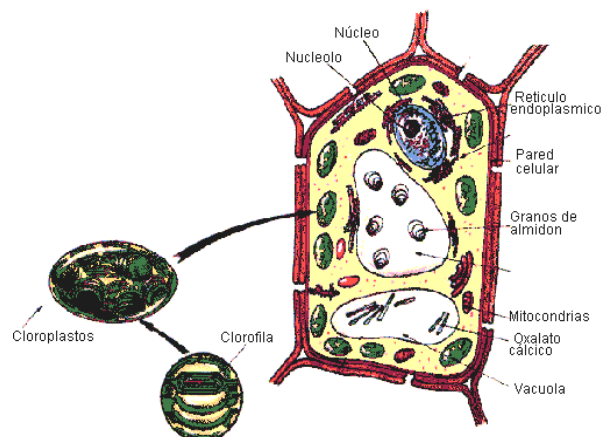


Fig. 3.1 Estructura de una célula vegetal

También distingue a las células vegetales las características de sus vacuolas. Las plantas carecen de un esqueleto y existen tejidos especializados en garantizar el sostén de estos organismos. Aquellas zonas jóvenes o estructuralmente débiles como los pétalos, en que los tejidos de sostén no están bien diferenciados, poseen células donde sus vacuolas son grandes, a veces ocupan casi todo el citoplasma debido a que almacenan grandes cantidades de agua y provocan la turgencia del tejido, y con ello, el sostén de los órganos aéreos de las plantas.

En horas del mediodía en las que la intensidad transpiratoria supera a la absorción de agua, en las plantas herbáceas o en las hojas de las leñosas, es fácil apreciar que están flácidas, o sea, lo que comúnmente se dice que ha marchitado. La causa principal de este fenómeno es que sus vacuolas han perdido agua y la función de sostén en estos momentos se ve afectada porque, como ya se expresó anteriormente, en esas zonas los tejidos de sostén no están estructuralmente fortalecidos.

En las plantas existe una variedad de tejidos de acuerdo con la función que desarrollan en el vegetal. Existen así los tejidos de crecimiento, de protección, tejido fundamental o parénquima, tejidos de sostén, tejidos conductores y tejidos secretores. Todos en su conjunto, garantizan la organización estructural y funcional de cada órgano de las plantas y la integridad de las funciones del organismo como un todo.

### Tipos de tejidos vegetales

Los tejidos **embrionarios** o **meristemáticos** (figura 3.2), están especializados en las funciones de crecimiento de las plantas, por lo que sus células se encuentran ubicadas en las partes más jóvenes de raíces y tallos. Estos son los meristemos apicales. Otros que proporcionan el crecimiento en grosor de las plantas son los meristemos laterales. En todos los casos sus células son pequeñas, sus paredes celulares delgadas con un citoplasma denso y vacuolas pequeñas, dispersas y en activa mitosis en relación con la multiplicación celular y, por tanto, con el crecimiento.

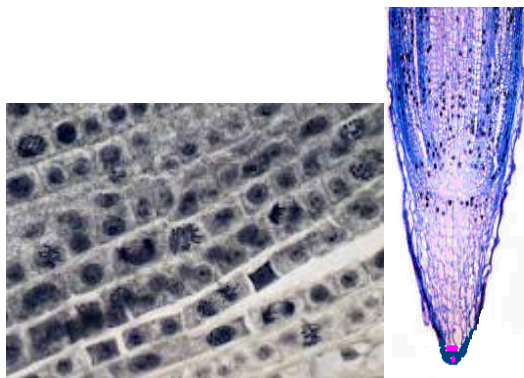


Fig. 3.2 Tejido meristemático

Obsérvese las características de estas células meristemáticas de acuerdo con lo descrito anteriormente.

En consonancia con esas características las células meristemáticas se disponen en los extremos de raíces y tallos, de tal forma, que se ubican desde afuera hacia adentro en tres zonas, la más externa se denomina protodermis que, una vez que alcance la etapa de diferenciación celular, será la que dará origen a las células de la epidermis, por debajo de la protodermis está el meristemo fundamental que dará origen a las células de los tejidos fundamental o parénquima y de sostén, y hacia el centro se ubican las células del procambium que originan los tejidos vasculares primarios fundamentalmente. A estos grupos de meristemos se les conoce como meristemos primarios, por ser los que determinan el crecimiento primario de la planta.

Después de un período de crecimiento en longitud, en las plantas leñosas perennes se inicia el crecimiento en grosor, lo cual está determinado por tejidos meristemáticos secundarios, representados por el cambium vascular y el cambium suberógeno o felógeno. Como se puede analizar el cambium vascular está responsabilizado con producir los tejidos conductores y el cambium suberógeno en sustituir la epidermis por un tejido de protección más resistente denominado súber o corcho.

Como ya se ha explicado, la existencia de las plantas en el medio terrestre, obliga a que posean estructuras que las protejan de los factores externos que puedan dañar sus tejidos interiores o a protegerlas de los factores del medio ambiente que pueden alterar el funcionamiento de sus órganos. De ello se encargan los **tejidos de protección**.

Dada la función que estos tejidos realizan en las plantas, sus células tienen características particulares que los diferencian de los demás tejidos vegetales. También se diferencian en correspondencia con el órgano donde se encuentran ubicados. El tallo y las hojas que están expuestas al medio externo donde el Sol y el viento, los insectos y el propio hombre pueden dañar a las plantas, requiere de modificaciones en sus tejidos protectores que la protejan contra la desecación, a diferencia de las raíces que necesitan estar adaptadas para la absorción.

Observa en la figura 3.3 la forma y disposición de las células de la epidermis de las plantas.

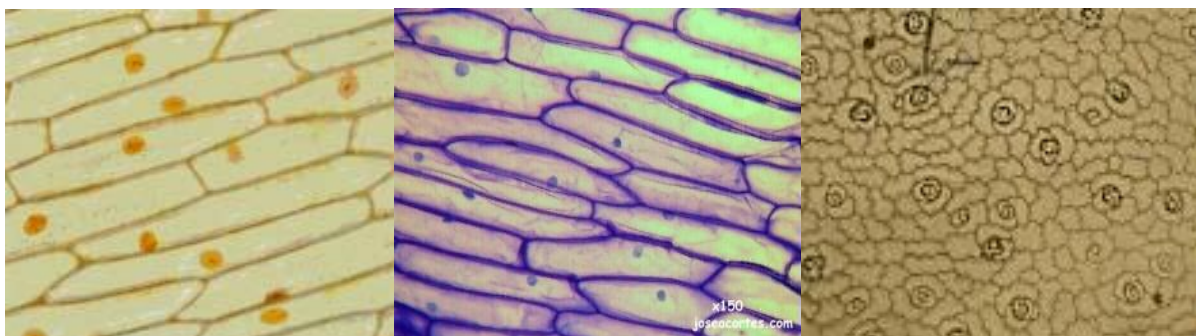


Fig. 3.3 Células del tejido epidérmico

El tejido epidérmico se especializa en proteger a las plantas de los factores externos que puedan dañarla, pero debe recordarse que al interior de la planta debe penetrar la luz, en el caso de los órganos aéreos, para que ocurra el proceso de fotosíntesis. Por esa razón en sentido general las células epidérmicas que son características de las zonas jóvenes de la planta, son alargadas, delgadas y poco profundas. Entre ellas no existen espacios intercelulares, característica que se corresponde con la función protectora contra la entrada de microorganismos patógenos y la pérdida del agua necesaria en importantes funciones de la planta. Por esta razón, las células epidérmicas de las partes aéreas de las plantas se caracterizan porque su pared celular, en contacto con el medio externo, se presenta impregnada de una sustancia denominada cutina que es impermeable al agua.

No obstante, la planta necesita intercambiar con su medio, por lo que la epidermis presenta unas estructuras llamadas estomas (figura 3.4), provistas de un poro u ostiolo que se cierra y abre en dependencia de la cantidad de agua contenida en la planta, a la vez que permite, que a través de ellos se expulse vapor de agua y dióxido de carbono producto de la respiración celular. Estas células modificadas de la epidermis son exclusivas de tallos y hojas. Como puedes apreciar son las únicas células de la epidermis que poseen cloroplastos, para garantizar la energía necesaria que aportan los productos de la fotosíntesis en los mecanismos de apertura y cierre de las mismas.

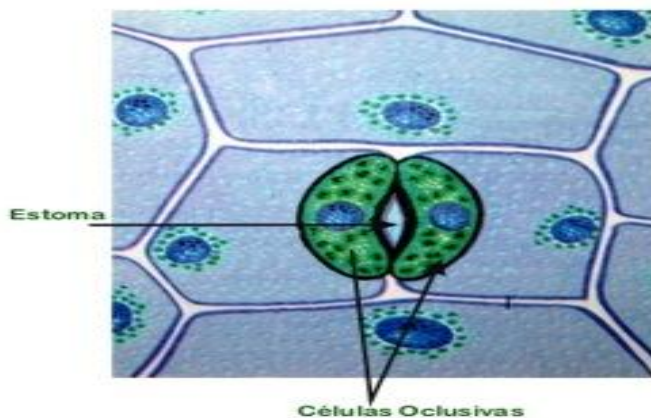
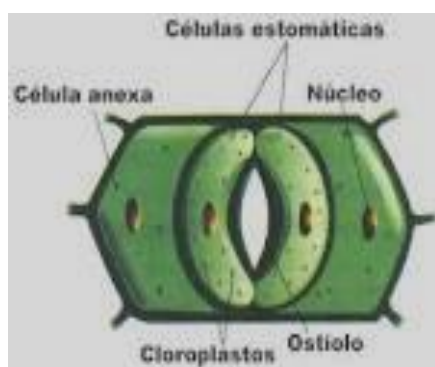


Fig. 3.4 Estructura de un estoma

En la epidermis, también ocurren modificaciones como pelos o tricomas presentes en algunos tallos, entre ellos el de la caña de azúcar. En otros casos aparecen estructuras glandulares que acumulan sustancias como en la epidermis del tabaco. Las sustancias que ellos producen aportan el aroma característico de algunas plantas.

Contrario a lo que se ha explicado hasta aquí, en las raíces no es posible pensar en una capa de cutina o cutícula, ya que al ser impermeable no garantizaría el suministro de agua que se absorbe desde el suelo al interior de la planta. En tal caso, las células de la epidermis de las raíces están desprovistas de cutina y la celulosa que forma parte de las paredes celulares hace posible que el agua penetre al interior de la raíz. No obstante, las células epidérmicas que son planas y están en contacto directo con el suelo, solamente admiten absorber por la parte externa en contacto con el suelo.

Algunas células de la epidermis de la raíz se alargan formando los pelos absorbentes. Observa la figura 3.5 a y b, en la que se muestran las prolongaciones de las células epidérmicas.

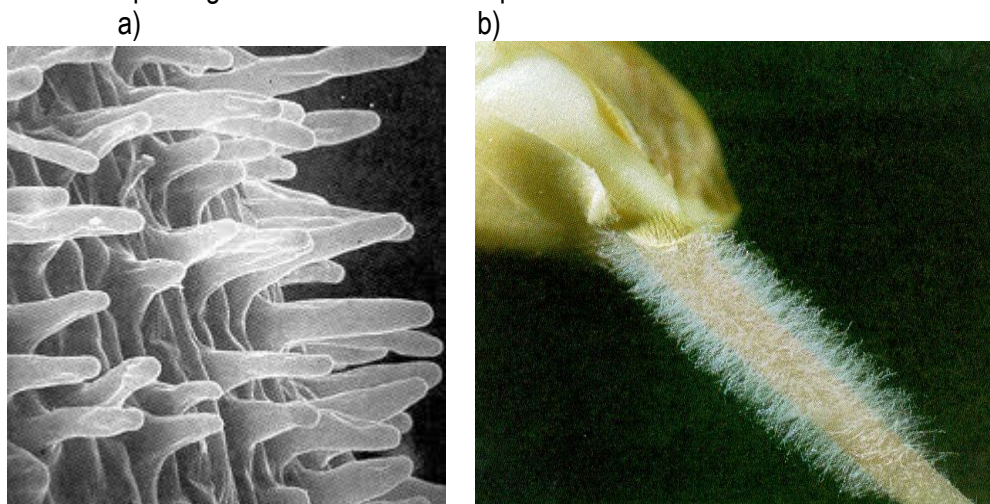


Fig. 3.5 Prolongación de las células epidérmicas: a) Epidermis de la raíz con sus células alargadas formando pelos absorbentes; b) Pelos absorbentes en una raíz joven

Estas prolongaciones celulares hacen posible aumentar la superficie de absorción de las células, al tener una parte de su estructura en mayor contacto con el suelo.

La zona de los pelos absorbentes en las raíces solamente es apreciable en las zonas de crecimiento primario.

Cuando la planta inicia su crecimiento en grosor, la epidermis se rompe y es sustituida por un tejido más resistente, es el tejido protector suberoso o también llamado súber o corcho. Cuando observas plantas de pino, de almendra, de mango, entre otras, aprecias en el tronco una cubierta rugosa y escamosa de características distintas a la epidermis que es el súber o corcho.

Las células de este tejido se caracterizan porque sus paredes celulares se impregnan de una sustancia llamada suberina, que es impermeable al agua, también porque en la adultez mueren y el espacio ocupado por el citoplasma se llena de aire o de sustancias orgánicas como resinas. En este tejido es característico la existencia de porciones de súber con poca ordenación celular, que dejan espacios llamados lenticelas y permiten el intercambio de la planta con su medio.

La figura 3.6 a, b y c, te muestra en un tallo la existencia del súber, en una, y en otras la disposición de las células suberificadas formando lenticelas.

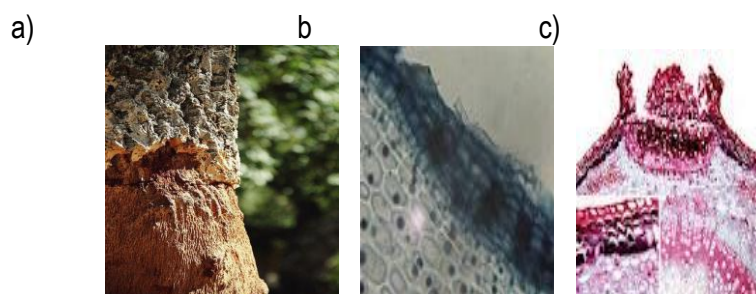


Fig. 3.6 Representación en un tallo de: a) Tejido suberoso; b) y c) Lenticela

El tejido suberoso es característico de las zonas de crecimiento secundario. Se aprecia en tallos adultos.

El **tejido fundamental** o **parénquima** se caracteriza por estar formado por células vivas, con amplios espacios intercelulares, paredes generalmente delgadas y citoplasma muy vacuolizado. Pueden realizar disímiles funciones como son almacenamiento de sustancias, la fotosíntesis, etc. Por esta razón es considerado como tejido fundamental al estar ampliamente distribuido en la planta y estar asociado a funciones vitales. Dada esta diversidad en el parénquima puede distinguirse el parénquima clorofílico, de reserva, aerífero y acuífero.

El tejido parénquima especializado en el proceso de fotosíntesis es el parénquima clorofílico (figura 3.7), que está diferenciado en empalizada y lagunar. El de empalizada se denomina así porque sus células se encuentran muy unidas, con abundantes cloroplastos y está situado por debajo de la epidermis, lo que permite captar la mayor cantidad de luz posible para la realización de la fotosíntesis. Por el contrario el tejido lagunar, generalmente por debajo del de empalizada, presentan espacios intercelulares mayores y menor cantidad de cloroplastos por estar más alejadas de la fuente de luz.

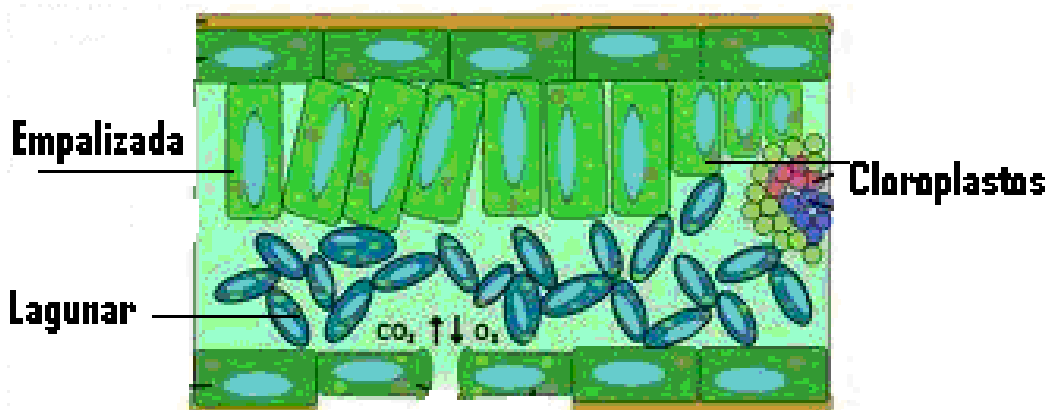


Fig.3.7 Células de tejido parénquima clorofílico

Otros tipos de parénquima muy importantes en las plantas son el acuífero, aerífero y de reserva.

El parénquima acuífero como su nombre lo indica, se especializa en reservar agua y es característico de plantas que viven en lugares donde la disponibilidad de agua es escasa, por ejemplo, los cactus que viven en suelos arenosos. Son células grandes, con un citoplasma reducido y una gran vacuola con gran cantidad de agua.

El tejido aerífero se caracteriza por presentar amplios espacios intercelulares que se comunican con el medio externo a través de los estomas. Este tejido es característico de plantas acuáticas, por lo que en hojas y tallos sumergidos contribuye a su flotabilidad y a las relaciones de intercambio con el medio.

El parénquima de reserva (figura 3.8) se especializa en reservar sustancias de diferentes tipos, por lo que sus plastidios están adaptados en la reserva de almidón, grasas y proteínas. Se localizan en raíces como la yuca, en tallos como el de la caña de azúcar, en granos como el frijol y el maní.

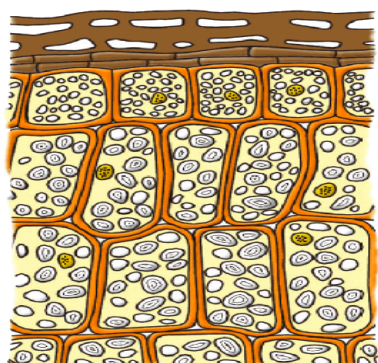


Fig. 3.8 Parénquima de reserva con gránulos de almidón

Los **tejidos de sostén** son aquellos que contribuyen a aportar solidez a los órganos donde se localizan como los tallos y ramas, cubiertas de semillas, mesocarpos de frutos, etc. Estos tejidos por sus características se clasifican en colénquima y esclerénquima.

El **colénquima** se caracteriza por estar formado por células vivas que varían en longitud. Sus paredes celulares están formadas por celulosa fundamentalmente. Este tejido de sostén se localiza, especialmente, en las zonas de crecimiento de las plantas proporcionando flexibilidad y plasticidad. También forma parte de las plantas herbáceas que generalmente no tienen crecimiento secundario.

En los tallos y las hojas, el colénquima (figura 3.9) se presenta en la periferia, por debajo de la epidermis o separado de ella por escasas capas de parénquima.

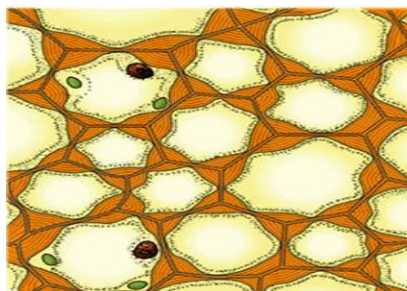


Fig. 3.9 Tejido colénquima

**En la imagen que observas puedes** apreciar cómo el espesamiento de la pared celular ha sido en los ángulos de las células, esto contribuye al sostén en los órganos donde se encuentre.

Por su parte el tejido **esclerénquima** (figura 3.10 a y b) está formado por células que en su estado inicial son vivas y cuando concluyen el proceso de diferenciación mueren y carecen de protoplasto, con paredes gruesas y lignificadas.

Sus células se presentan en diversidad de formas y estructuras como son las fibras y las esclereidas.

Las fibras son alargadas y generalmente acompañan a otros tejidos como los conductores (xilema y floema). Pueden estar presentes en tallos, hojas como las del henequén y los agaves, así como en el mesocarpo del coco, vainas de la habichuela y la cápsula del quimbombó cuando maduran. Las esclereidas son cortas y se localizan, tanto aisladas como en grupos en cubiertas de semillas tal es el caso del frijol, mesocarpo de frutos como la guayaba y la chirimoya, aportándole un aspecto granuloso. También en el endocarpo del fruto del coco.

El alto contenido de lignina en sus paredes celulares le aporta la dureza y resistencia que ofrecen a los tejidos.

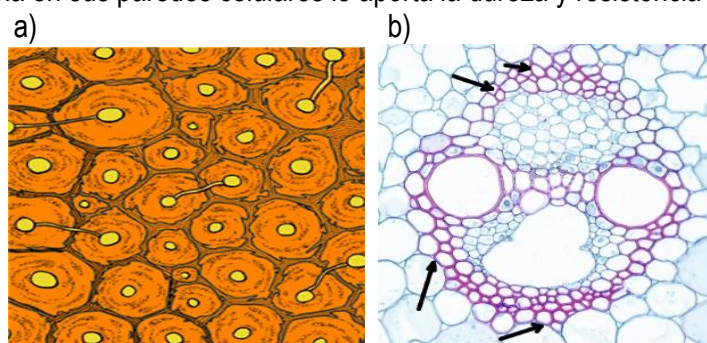


Fig. 3.10 Tejido esclerénquima: a) Células esclereidas; b) Las flechas indican células que forman fibras de esclerénquima alrededor de vasos conductores (corte transversal)

Los **tejidos conductores** están representados por el **xilema** y el **floema** (figura 3.11). También se les conoce como tejidos vasculares, por formar asociaciones de células que se especializan en la conducción de sustancias en los vegetales.

El xilema está formado por los elementos de conducción, parénquima xilemático y elementos de sostén. Los elementos de conducción están representados por las traqueidas, típicas de las plantas vasculares inferiores y los vasos o tráqueas, presentes en las plantas vasculares superiores (las angiospermas). Sus paredes celulares están lignificadas, por lo que en estado adulto carecen de protoplasto. Las traqueidas son células sin perforaciones y se comunican unos a otros a través de las punteaduras. En las tráqueas sus células presentan perforaciones en sus membranas terminales, lo que permite la comunicación de unas con otras, pues se disponen de manera superpuesta formando largos tubos capilares.

Estas características están en correspondencia con la función de transporte de agua con nutrientes minerales disueltos, que estos elementos conductores realizan.

Alrededor de los vasos conductores o tráqueas aparecen otras células de tipo parenquimatoso, constituyendo un sistema especializado en la conducción lateral de compuestos inorgánicos. Como otro elemento estructural del xilema están las fibras xilemáticas (tejidos de sostén).

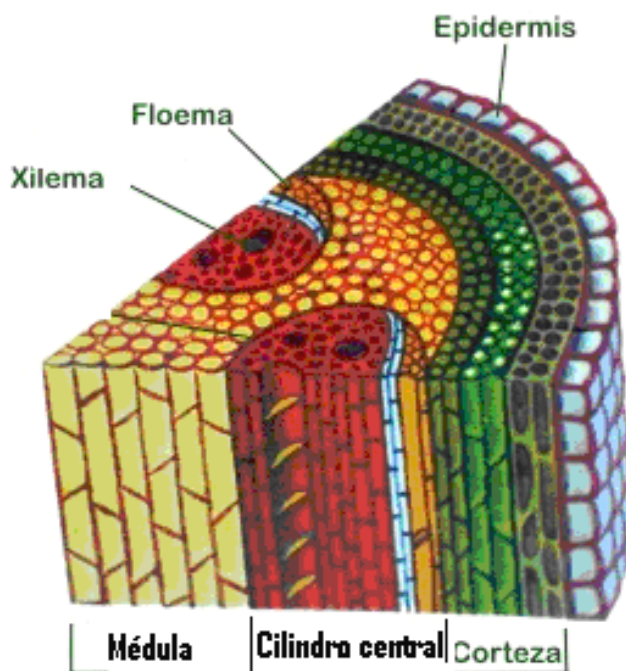


Fig. 3.11 Diferentes tejidos en un tallo joven

Por su parte el floema (figura 3.12) es el tejido especializado en conducir las sustancias orgánicas que se sintetizan en las partes verdes de las plantas vasculares. Este tejido está constituido por las células cribosas, tubos cribosos, constituyendo ambos los elementos de conducción del tejido. Al igual que en el xilema presentan parénquima asociado que para este caso es floemático y las fibras floemáticas como elementos de sostén en un tejido que estructuralmente es débil.

Las células cribosas, menos especializadas que los tubos cribosos son características de las plantas vasculares inferiores. Los tubos cribosos estructuralmente más complejos, constituyen los elementos de conducción de las plantas vasculares superiores (angiospermas). Las paredes celulares de estos elementos son gruesas y formadas por celulosa fundamentalmente.

Las paredes en contacto de las células de los tubos cribosos se modifican y constituyen las llamadas placas cribosas, que pueden estar formadas por una o más áreas cribosas, de lo cual depende su complejidad (simple o compuesta).

Las áreas cribosas son áreas deprimidas de la pared, con perforaciones a través de las cuales se relacionan los protoplasmas adyacentes mediante cordones de conexión.

Las células de los tubos cribosos, se encuentran generalmente asociados a células parenquimatosas muy especializadas, llamadas células acompañantes.

Los elementos cribosos y las células acompañantes se relacionan íntimamente mediante sus paredes contiguas, las cuales son delgadas y a través de ellas se establece una estrecha relación funcional que garantiza la vitalidad de las células de los tubos cribosos, pues estos carecen de núcleo.

Las fibras y células parenquimatosas son otras de las estructuras que forman parte del floema, con funciones similares a las que realizan en el xilema.

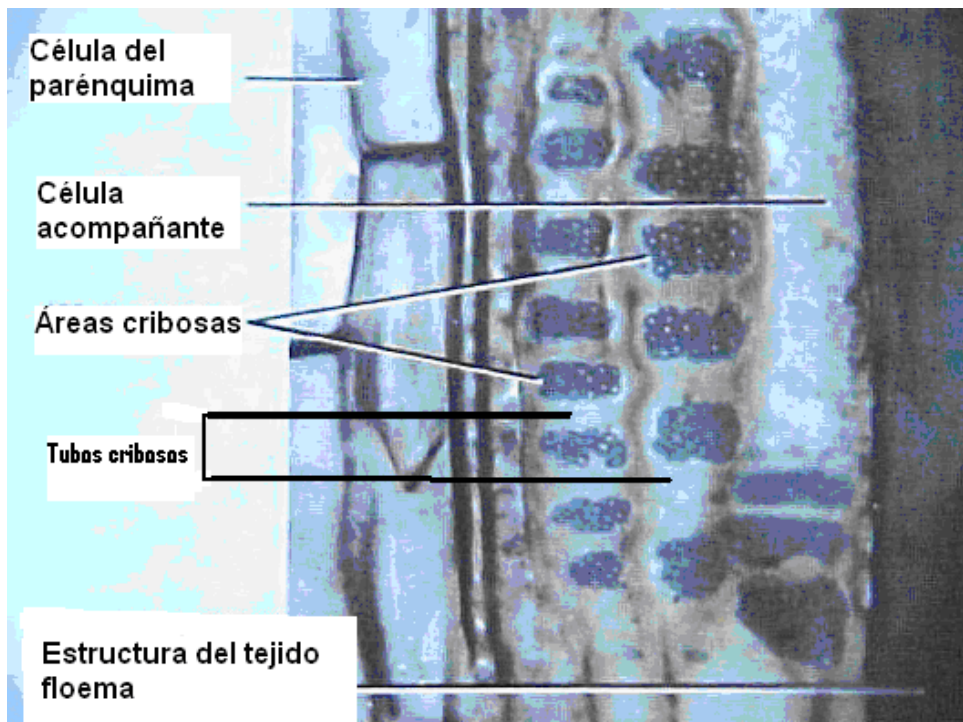


Fig. 3.12 Estructura del tejido floema

Las **estructuras secretoras** (figura 3.13) pueden ser diversas y algunas pueden formar parte de la epidermis de las plantas. Pueden distinguirse diferentes estructuras secretoras epidérmicas con características secretoras. Son ellas:

- Los pelos glandulares
- Los nectarios
- Las bolsas o conductos lisígenos

Otras estructuras secretoras no epidérmicas lo constituyen los laticíferos y las bolsas o tubos esquizógenos. Cada uno, por sus características se encarga de producir secreciones distintas.

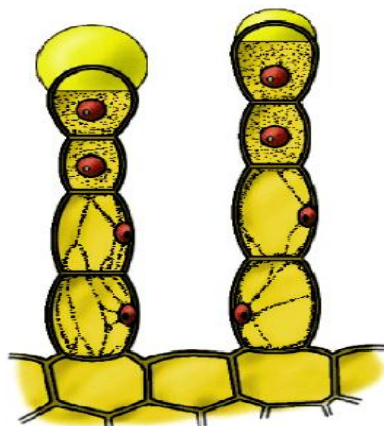


Fig. 3.13 Un tipo de tejido secretor, pelos glandulares

Los pelos glandulares producen aceites esenciales, resinas, mucílagos, gomas y otras que se acumulan entre la pared celular y la cutícula de las células.

La epidermis glandular, por su parte, puede aparecer en las hojas, flores y otros órganos de la planta. Un ejemplo típico de epidermis glandular es la de los nectarios que pueden aparecer en la base del cáliz de la flor o en los estambres y contiene el néctar, solución azucarada que es utilizada por las abejas para producir la miel.

Las coníferas, como el pino, tienen por característica las bolsas o conductos esquizógenos que producen resinas, se originan por el alargamiento o ensanchamiento de los espacios intercelulares durante el crecimiento de las células que lo rodean. Las células que recubren la bolsa o el conducto son secretoras y vierten su secreción en la cavidad.

En algunos frutos como el naranjo se aprecia un olor característico en su parte más externa, esto es debido a las bolsas o conductos lisígenos. Este tejido secretor se forma por la lisis (ruptura) o desorganización progresiva de las paredes de las células secretoras, que dan lugar a cavidades que contienen sustancias celulares como aceites esenciales.

En ocasiones se observan plantas que en sus tejidos sus células penetran a zonas del vegetal y contienen látex. Estas estructuras son los vasos laticíferos. El látex generalmente presenta coloración lechosa, pero también puede ser amarillo, naranja o incoloro.

Como has podido apreciar existe diversidad de tejidos vegetales, los cuales están implicados con importantes funciones que ocurren en los diferentes órganos que la integran, constituyendo además por sus características morfológicas y bioquímicas, adaptaciones al medio ambiente terrestre, así se tiene que, la epidermis y el súber están vinculados con la economía del agua; los tejidos conductores, al transporte de agua desde el suelo a partes más alejadas de las raíces y en contra de la fuerza de gravedad, así como de los compuestos sintetizados en las hojas; los tejidos de sostén le permiten a la planta ofrecer resistencia a la fuerza del viento y a la fuerza de gravedad, y en los secretores, las sustancias que contienen constituyen una batería fitoquímica que protege a las estructuras de la planta contra los depredadores, también pueden cerrar heridas que al solidificarse sus secreciones en contacto con el aire (resinas y látex), evitan la invasión de microorganismos patógenos y la pérdida de agua. Contribuyen también a la polinización cruzada, tan importante en la formación de individuos mejor adaptados, en el caso particular de los nectarios, apoyado por la coloración atractiva que le ofrecen los cromoplastos a los pétalos.

A partir de ahora conocerás cómo forman parte de los órganos de los diferentes grupos de plantas, unas de niveles de organización inferior y otras en las que se manifiesta una gradual elevación del nivel de complejidad hasta llegar a las más evolucionadas o angiospermas, pero todas con las características que tipifican a todos los miembros del reino, como se expresa en la primera parte de este capítulo cuando se define el concepto planta.

## **Estudio de algunos grupos de plantas**

En el Capítulo 1, estudiaste la gran diversidad de organismos que existe en el planeta. Esa misma diversidad se aprecia en este reino, dado por las diferentes formas en que se manifiesta la adaptación a condiciones variadas y que responden a los diversos hábitats en que pueden encontrarse

Uno de los dos grandes grupos del reino Plantae es el de las **plantas inferiores**, caracterizadas por presentar fecundación dependiente del agua. En este grupo serán estudiadas diferentes subgrupos de organismos que reúnen las características descritas al inicio del capítulo al definir a las plantas, pero también características particulares que determinan su clasificación en divisiones, algunas de las cuales se estudiarán en lo adelante.

Las **algas** representan un grupo diverso de organismos en su mayoría fotosintetizadores. Varían en tamaño desde las formas unicelulares microscópicas hasta las grandes algas marinas, pluricelulares. Debe aclararse que el término “algas” no constituye una categoría taxonómica, pues existen varias divisiones que han seguido líneas paralelas en su desarrollo.

La diversidad de algas existentes ha obligado a clasificarlas atendiendo a sus características, tanto morfológicas como bioquímicas. Esta clasificación se basa en gran medida a los pigmentos que las constituyen y al tipo de productos que almacenan. Otras características utilizadas para la clasificación de las algas han sido la existencia y características de la pared celular y la morfología de sus cloroplastos.

Las **algas verdes** (figura 3.14), pertenecientes a la división *Chlorophyta*, las cuales exhiben morfologías y modos de reproducción muy diversos, poseen formas que van desde células individuales, coloniales, en agregados celulares a modo de filamentos y láminas pluricelulares constituidas por pseudotejidos o tejidos sencillos.

Las algas verdes pueden vivir en el agua o en la tierra. Las acuáticas habitan, sobre todo, en el agua dulce, aunque también existen algunas formas marinas con una distribución vertical que alcanza pocos metros de profundidad. Las terrestres son unicelulares y están restringidas a suelos húmedos, grietas, en la corteza de los árboles y otros sitios húmedos.



Fig. 3.14 Ejemplares de algas verdes

Las algas verdes poseen clorofilas a y b y carotenoides diversos, las que se encuentran dentro de los cloroplastos de una amplia variedad de formas. La principal reserva alimentaria es el almidón. La mayor parte de las algas verdes poseen paredes celulares con celulosa, en algunos casos con carbonato de calcio y en este caso presentan su talo segmentado y articulado, algunas carecen de paredes celulares y poseen otras estructuras escamosas. La reproducción de las algas verdes puede ser de forma sexual o asexual.

Desde el punto de vista ecológico las algas verdes en sus diferentes formas participan en el primer eslabón de las cadenas tróficas, en particular las de agua dulce que son muy comunes.

Por las características bioquímicas de las paredes celulares, básicamente de celulosa, de los pigmentos fotosintetizadores, como las clorofilas a y b y de las sustancias de reserva que es el almidón, se consideran los ancestros de las plantas terrestres.

Las **algas rojas** (figura 3.15), se incluyen dentro de la división *Rhodophyta*, son organismos pluricelulares que habitan, particularmente, en los mares tropicales cálidos, aunque unas pocas especies existen en agua dulce y en el suelo.

Están constituidas por complejos filamentos entrelazados, delicados y plumosos, aunque unas pocas algas rojas son láminas lisas de células. La mayor parte de las algas rojas pluricelulares se fijan a rocas u otros sustratos por medio de estructuras de fijación parecido a una raíz, llamadas rizoides o discos adhesivos; sus cloroplastos contienen variedades de pigmentos como la ficoeritrina (pigmento rojo) y la ficocianina (pigmento azul), además de las clorofilas a y d y carotenoides diversos. Los pigmentos rojos y azul en combinación con las clorofilas y carotenos le comunican coloraciones diversas a estas algas desde el rojo hasta el rojinegro y son los responsables de la amplia distribución vertical que puedan alcanzar, llegando a profundidades superiores a los 120 metros. Su producto de almacenamiento es almidón de floridea, un polisacárido similar al glucógeno y en sus paredes celulares, además de celulosa presentan otras sustancias denominadas agar y carragenina.

La reproducción de las algas rojas se ha estudiado en detalle solo en unas pocas especies. Estas son muy importantes, ya que en sus paredes celulares a menudo contienen polisacáridos de valor comercial como el agar que es utilizado en el cultivo de microorganismos. Otro es la carragenina, que se utiliza como estabilizante en la elaboración de pudines, laxantes, helados y dentríficos. Las algas rojas son fuente importante de alimento al ser humano, en particular en países de Asia oriental. Algunas especies incorporan carbonato de calcio del agua del mar a sus paredes celulares. Estas algas calcáreas son muy importantes en la formación de arrecifes “de coral”.



Fig. 3.15 Ejemplares de algas rojas

La división *Phaeophyta* integra a las **algas pardas** (figura 3.16) que habitan en aguas frías marinas, templadas y tropicales, en especial costas rocosas, donde pueden encontrarse, sobre todo, en la zona entre mareas o en aguas casi someras. También forman extensos “bosques” submarinos y son esenciales en ese ecosistema como principal productor de alimentos. Constituyen hábitat para muchos invertebrados, peces y mamíferos marinos.

También hay una extensa colonia de algas pardas flotantes (*Sargassum*) en una zona del Océano Atlántico central llamada Mar de los Sargazos que sirve de alimento y refugio a una amplia fauna marina.



Fig. 3.16 Ejemplares de algas pardas

Todas las algas pardas son pluricelulares y su talla varía desde algunos centímetros hasta alrededor de unos 60 metros de longitud. Las más grandes son resistentes y presentan considerable diferenciación entre frondas o láminas parecidas a hojas, estípites parecidos a tallos, y estructuras de fijación parecidas a raíces (rizoides). A menudo tienen flotadores llenos de gas para incrementar su flotación. Estas algas son fotosintetizadoras y poseen clorofilas a y c, y carotenoides en sus cloroplastos. Un carotenoide especial de color pardo-amarillento, la fucoxantina se encuentra solamente en algas pardas, dinoflagelados y diatomeas. La principal reserva de alimento es un carbohidrato llamado laminarina y el manitol.

Las algas pardas también son muy importantes por ser comercializadas, ya que tienen en sus paredes celulares un polisacárido, la algina, que es utilizado como espesante de helados, y cosméticos. Estas algas son alimentos importantes del ser humano, en particular de países asiáticos y son fuente de yodo y minerales. La reproducción de este tipo de algas es variada y compleja, se reproducen sexualmente y sus células reproductoras son flageladas.

En sentido general, las algas constituyen las plantas más sencillas por no presentar tejidos especializados, por lo que están confinadas al medio ambiente acuático.

Continuando el estudio de los grupos de plantas se comenzará con un grupo muy primitivo, cuyos representantes habitan en la tierra, pero también existen representantes acuáticos. Estas plantas son las *Briophyta* y están representadas por los musgos y las hepáticas. Se profundizará en los primeros por ser los más conocidos y los que mayor curiosidad pueden presentar, por lo común que resulta encontrarlos formando costras sobre rocas, muros, y otros lugares de abundante humedad, lo cual le es necesario para los mecanismos de reproducción y su crecimiento activo. Se han encontrado algunos en terrenos secos. Carecen de vasos conductores y tejidos de sostén, por lo que su tamaño es muy pequeño.

Los musgos suelen vivir formando colonias o mantos. Poseen diminutas estructuras parecidas a raíces denominadas rizoides, que fijan la planta al suelo. Poseen además, estructuras muy pequeñas parecidas a las hojas, los filoides insertadas en el caulóide especie de tallito. Al carecer de tejidos vasculares no poseen raíces, tallo y hojas verdaderas, por lo que su cuerpo vegetativo es un cormoide, característica que los aparta de las cormofitas verdaderas y desde el punto de vista ecológico los confina a lugares húmedos. Por las características de su cuerpo vegetativo no están exitosamente adaptadas al medio ambiente terrestre, pero también por las características de su reproducción como a continuación conocerás.

Como en toda planta, su ciclo vital (figura 3.17) es **diplohaplóntico**, caracterizado por la alternancia de generaciones: **diploide** o **fase esporofítica** durante la cual se forman las esporas y **haploide** o **fase gametofítica** durante la cual se forman los gametos o células sexuales. Otra característica de este ciclo es la ocurrencia de la meiosis durante la formación de las esporas, por lo que estas son del tipo meiosporas.

El **gametofito** ( $n$ ) está representado por la planta (cormoide), en la que se forman los **gametangios** o estructuras formadoras de gametos ( $n$ ) en su parte apical o extremo superior. Algunas especies de musgos poseen gametangios masculinos y femeninos en plantas separadas, otros los presentan juntos en la misma planta.

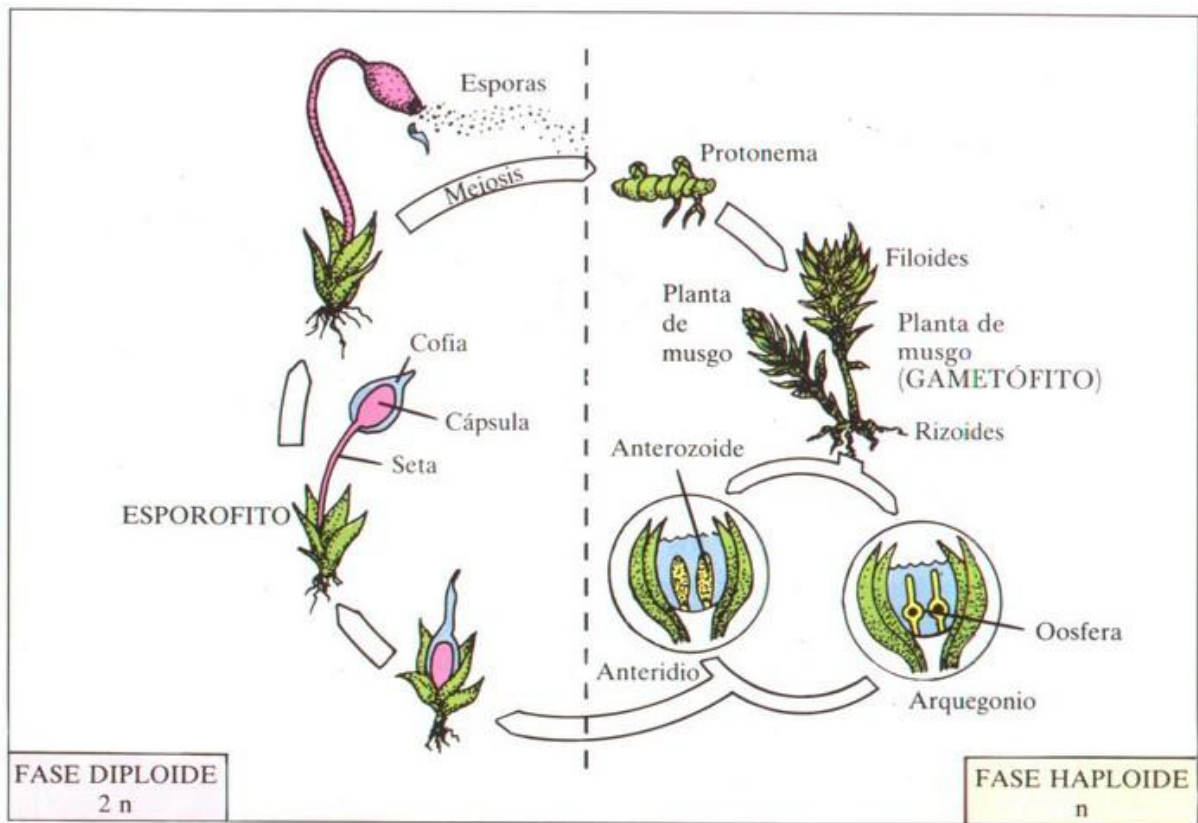


Fig. 3.17 Ciclo de vida de los musgos

Aunque están adaptados para la vida en tierra, los musgos (figura 3.18) realizan su fecundación a expensas del agua del lugar donde viven, al constituir la vía por la cual se trasladan los gametos masculinos ( $n$ ) desde el gametangio masculino, hasta el gametangio femenino donde se localiza el gameto femenino u ovocélula ( $n$ ). Esta dependencia del agua para la reproducción es considerada como un aspecto primitivo heredado de sus antecesores.

Una vez en contacto las células reproductoras, se forma un **huevo o cigoto** ( $2n$ ) que se transforma en un embrión pluricelular que al desarrollarse se convierte en un **esporofito** ( $2n$ ) que se alimenta del gametofito del cual se ha originado. El esporofito presenta un aspecto filamentososo y lleva en su extremo libre una estructura fusiforme llamada cápsula, en cuyo interior se desarrollan las esporas mediante divisiones celulares meióticas (meiosporas o esporas  $n$ ). Cuando estas maduran, la cápsula se abre, el viento y otros agentes transportan las esporas a otros lugares donde al existir las condiciones de vida necesarias, germinan, formándose una nueva planta, el gametofito ( $n$ ), iniciándose de nuevo en ciclo.



Fig. 3. 18 Ejemplares de musgos

Los musgos tienen importancia ecológica, ya que son muy importantes en la formación del suelo al contribuir a la degradación de las rocas cuando viven sobre ellas, ayudan a evitar la erosión, mantienen la humedad del suelo y constituyen fuente de alimento a otros organismos.

Las hepáticas poseen talos aplanados, de tonalidad verde rojiza o violácea. Su forma puede ser ondulada, ramificada y divididas. Viven en suelos húmedos o sobre troncos en descomposición.

La división *Pteridophyta* incluye los conocidos **helechos**. Algunos helechos son acuáticos, pero mayormente son terrestres. Los hay con tallos subterráneos (rizomas) y por su aspecto, constituyen hierbas, pero también existen especies con tallo aéreo (estípite), pues las hojas se disponen en un penacho terminal y en este caso comúnmente se conocen como helechos arborescentes, aunque esta forma está poco representada. Sus hojas se conocen con el nombre de frondes, su lámina o limbo en la mayoría es compuesta del tipo pinnada, pueden tener entre 20 y 30 centímetros de largo y por la estructura que presentan tienen un aspecto delicado, en correspondencia con su ecología, caracterizada por abundante humedad y luz filtrada, evidencia de una adaptación poco exitosa a la vida en la tierra. No tienen flores ni frutos, pero sus frondas son tan vistosas y de formas tan diferentes que se les utiliza como plantas ornamentales.

Existen helechos arbóreos y herbáceos como antes se expresó (figura 3.19). Algunos conocidos por adornar patios y balcones son el “helecho Boston” (*Nephrolepis sp*); el “helecho hembra” (*Pteris sp*); el “polipodio común” (*Polipodium sp*); el “helecho arbóreo” (*Cyathea sp*); el “culantrillo” (*Adiantum sp*); el “helecho real” (*Osmunda sp*).



Fig. 3.19 Ejemplares de helechos

Los helechos constituyen un antiguo grupo de plantas que encontramos en abundancia en lugares sombríos y húmedos. Son comunes en bosques tropicales lluviosos y bosques templados.

Desde el punto de vista evolutivo, los helechos se consideran más evolucionados que los musgos por poseer tejidos vasculares, aunque primitivos por presentar traqueidas en el xilema y células cribosas en el floema, especializados en el sostén de la planta y la conducción de sustancias. Este sistema de conducción permite alcanzar mayor tamaño y, por tanto, conducir las sustancias a alturas superiores, constituyendo el elemento básico para considerar como verdaderos órganos sus raíces, tallos y hojas que en su conjunto constituye el cuerpo vegetativo o cormo.

Un elemento que distingue a los helechos de las *Bryophyta*, lo constituye el hecho de que el esporofito (fase  $2n$ ) está formado por el cuerpo vegetativo o cormo, pues en sus hojas se desarrollan las **esporas** mediante divisiones reductivas o meióticas (meiosporas o esporas  $n$ ). Estas se forman en la cara inferior de dichos órganos en estructuras esféricas llamadas **esporangios**, los cuales se presentan agrupados en **soros** fácilmente reconocibles a simple vista. En la mayoría de los helechos los **soros** están protegidos por una estructura membranosa y pueden estar situados sobre los nervios, a ambos lados de estos, en el margen de la hoja o próximo a este (figura 3.20 a y b).

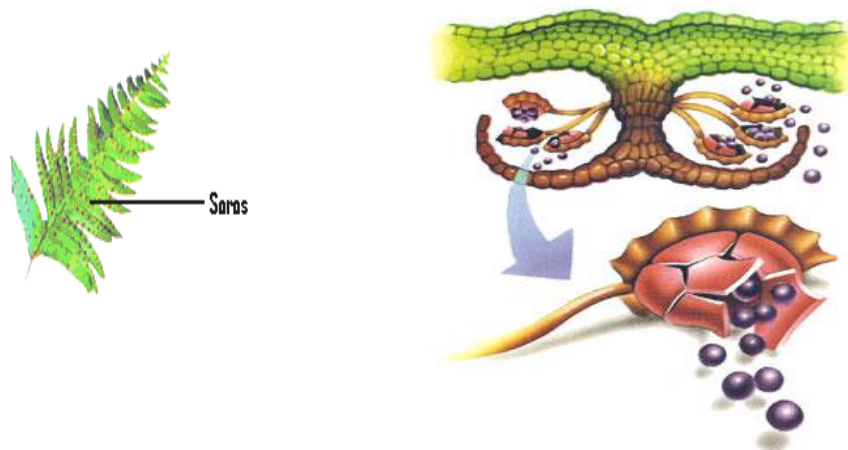


Fig. 3.20 Soros: a) parte inferior de la hoja de helecho; b) Forma en que los esporangios dejan salir las esporas

Al madurar las esporas, los esporangios se rompen y se desprenden gran cantidad de ellas. Esas esporas ( $n$ ) al caer en lugares que reúnen las condiciones ecológicas favorables para su desarrollo, germinan, dando origen al **protalo** ( $n$ ), estructura laminar de color verde, con rizoides en su cara inferior y con nutrición autótrofa, en el que se forman dos tipos de estructuras formadoras de gametos: los **anteridios** y los **arquegonios**. En los **anteridios** se forman los anterozoides, gametos masculinos flagelados y en los arquegonios, la **ovocélula** o **gametos femeninos**, por lo tanto, el **protalo** constituye el **gametofito**. Los anterozoides se mueven hacia el arquegonio mediante el agua y penetran en él, fusionándose (uno) con la oosfera, y de esa unión se forma el huevo o cigoto ( $2n$ ) que al pasar por un período de desarrollo embrionario da lugar a una nueva planta (**esporofito**), con lo que se cierra el ciclo reproductivo. Los helechos por las características de sus órganos vegetativos están mejor adaptadas al medio ambiente terrestre que los musgos, pero por la fecundación, dependiente del agua en el transporte de los gametos masculinos, esta adaptación no resulta exitosa. Observa la figura 3.21.

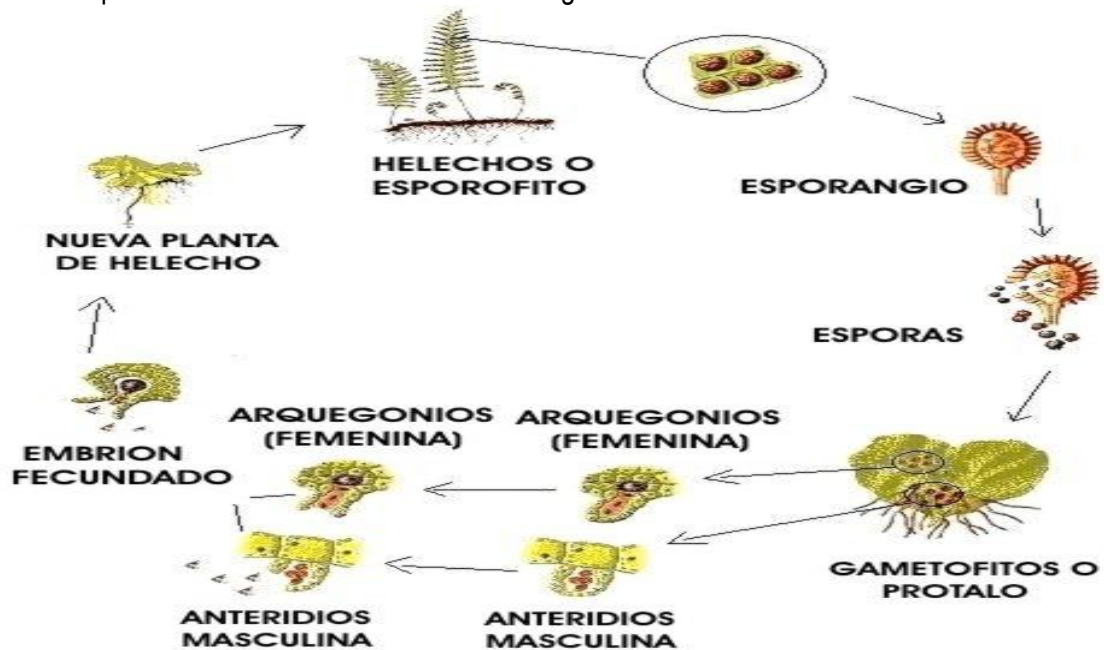


Fig. 3.21 Ciclo de vida de los helechos

Las divisiones *Bryophyta* y *Pteridophyta* comparten la característica de presentar fecundación dependiente del agua, por lo que no se pueden considerar sus representantes, como plantas adaptadas exitosamente al medio ambiente terrestre.

El segundo grupo en el que se han dividido las plantas corresponde a las **plantas superiores**. La estructura externa de los representantes de este grupo está claramente diferenciada en raíz, tallo y hojas y su reproducción es por semillas. Las semillas por su estructura son reproductivamente superiores a las esporas, en primer lugar, porque en su interior contiene el embrión en forma de una pequeña plántula con raíz, tallo y hojas ya formadas, mientras

que las esporas están constituidas por una sola célula. En segundo, porque presenta el albumen o endospermo que es una acumulación de sustancias nutritivas que garantizan el desarrollo del embrión y su nutrición cuando la semilla cae en condiciones favorables para germinar. Las esporas, por el contrario, al ser unicelular y microscópica, poseen pocas reservas de alimento para el organismo o estructura que se origine de ella. Finalmente, la semilla está protegida por cubiertas resistentes a condiciones adversas hasta el momento de la germinación.

Esta constituye la base de la reproducción en las plantas conocidas como **espermatofitas** (del griego *sperma* que significa “semilla” y *phyta* “planta”). Sus órganos reproductores o formadores de semillas, son los **conos o estróbilos** en las **gimnospermas** y las **flores** en las **angiospermas**, visibles en la planta, aunque no son vistosos en los primeros.

De lo expresado en el párrafo anterior se deduce que las plantas superiores abarcan dos grupos que se distinguen entre sí por la manera en que se presentan las semillas. Estos grupos son las gimnospermas y las angiospermas.

### **Las gimnospermas**

La división *Pinophyta* de las plantas gimnospermas (del griego *gimnos* que significa “desnudo” y *sperma* “semilla”) presentan sus **semillas** en los conos o estróbilos, entre unas escamas duras e imbricadas. Un ejemplo de ello son las comúnmente conocidas “piñas” de los pinos (figura 3.22). En la actualidad hay unas 700 especies de gimnospermas (figura 3.23).



Fig. 3.22 Piña o cono de una planta de pino

Son plantas leñosas, crecen como arbustos o árboles y pueden llegar a tamaños gigantescos. Las hojas tienen nervaduras rudimentarias —poco desarrolladas—, y se mantienen verdes durante todo el año, como se observa en los pinos o abetos.



Fig. 3.23 Variedad de plantas gimnospermas

Las hojas pueden tener forma de agujas, como en los pinos, escamas como en el caso de la sabina y el ciprés, o pueden ser compuestas del tipo pinnada. Los elementos de conducción del xilema y el floema son menos evolucionados que los de las angiospermas (grupo más evolucionado dentro de las superiores), pues están constituidos por traqueidas y células cribosas respectivamente. Son productoras de una sustancia densa llamada resina con función protectora para la planta y de gran utilidad para el hombre.

Son representantes típicos de las gimnospermas en Cuba, los pinos (*Pinus sp*), con hojas en forma de agujas largas y agrupadas en haces con dos, tres o cinco de estos órganos, característica de valor taxonómico, pues permite, entre otras, identificar las especies de pinos cubanos, la sabina (*Juniperus sp*) con hojas de dos tipos, en

forma de escama y de agujas cortas, la yuquilla de ratón (*Zamia sp*) y la palma corcho (*Microcycas calocoma*), ambas con hojas pinnadas. Otras especies han sido introducidas como plantas ornamentales, así tenemos la palma alcanfor (*Cycas sp*), las araucarias o pino de pisos (*Araucaria sp*).

Es importante que conozcas las especies endémicas y autóctonas de gimnospermas de Cuba. En nuestro país existen cuatro especies endémicas de pinos (*Pinus*), dos en Cuba oriental, y dos en Cuba occidental; los de Cuba oriental son el *Pinus cubensis* (pino de Mayarí) y el *Pinus maestrensis* (pino de la Sierra Maestra). Los de Cuba occidental son el *Pinus caribaea* (pino amarillo o macho) que tiene las hojas en fascículos de a tres y el *Pinus tropicales* (pino blanco o hembra), con hojas en fascículos comúnmente de a dos. Existen sabinas autóctonas y endémicas y están formando parte de la flora de Pinar del Río y de algunas provincias orientales. *Microcycas calocoma* es endémica de Pinar del Río.

En las plantas adultas de las gimnospermas se desarrollan dos tipos de conos o estróbilos: los **estróbilos masculinos** o **microstróbilos**, de pequeño tamaño, formadores de microsporas o **granos de polen** y los **estróbilos femeninos** o **macrostróbilos**, de mayor tamaño, formadores de **primordios seminales**. Se considera, por lo tanto, a la planta adulta, representativa de la fase **esporofítica o esporofito** por desarrollarse en ella estas estructuras. Los granos de polen están contenidos en los llamados sacos polínicos, situados por debajo de cada escama que forma al pequeño cono. Los primordios seminales se insertan en las axilas de las escamas leñosas protectoras que forman al cono mayor. La formación de los granos de polen y primordios seminales ocurre mediante divisiones celulares reductivas o meióticas, por lo que sus células son **haploides (n)**. En el interior de los granos de polen y de los primordios seminales se desarrollan los gametos masculino y femenino respectivamente, lo que una vez ocurrido, constituyen los **gametofitos masculino y femenino**.

Durante la época de la reproducción, las piñas femeninas portadoras de primordios seminales, orientan su punta hacia arriba y separan sus escamas favoreciendo la entrada de los granos de polen que una vez maduros, han salido de sus respectivos conos masculinos o microstróbilos, siendo transportados por el viento hasta los macrostróbilos o estróbilos femeninos, penetrando en estos por sus escamas separadas.

Cuando los granos de polen penetran en el cono femenino se ponen en contacto directo con los primordios seminales, y es entonces que, desarrollan un tubo polínico que crece y penetra en el primordio seminal. El tubo polínico es la estructura mediante la cual los gametos masculinos (dos) se mueven hacia el gameto femenino, contenido en el primordio seminal.

Al fusionarse un gameto masculino con el femenino ocurre la fecundación formándose un huevo o cigoto diploide (2n), a partir del cual se desarrolla un embrión. Después de la fecundación de los primordios seminales, estos se transforman en semillas las que permanecen en el cono con sus escamas apretadas hasta que culmine la maduración de las semillas. Culminada esta, se separan las escamas quedando expuestas al medio ambiente externo, de ahí la denominación de plantas gimnospermas o de semillas desnudas. El agente dispersante de estas semillas es el viento, para lo cual presentan adaptaciones estructurales como la presencia de bolsas aeríferas o alas, pequeño tamaño y ligeras.

En general, las gimnospermas se agrupan en bosques, crecen sobre suelos calcáreos o silíceos y son resistentes a las heladas, pero débiles ante la humedad excesiva. El hecho de que crezcan agrupadas en bosques tiene gran importancia ecológica. En Cuba, los pinares que existen en las colinas y elevaciones del relieve contribuyen a evitar la erosión de los suelos.

Económicamente el valor principal de las coníferas radica en su madera, en las resinas que contienen y en la celulosa, un elemento fundamental en la fabricación del papel. Estos árboles también se cultivan como ornamentales.

### **Las angiospermas**

Las semillas de las angiospermas (del griego *angeion* que significa "vaso") se encuentran encerradas y protegidas dentro del fruto que se genera a partir del ovario.

Las plantas angiospermas constituyen el grupo de plantas más amplio y diversificado del mundo desde el punto de vista morfológico y ecológico y no solo predominan sobre todos los grupos vegetales en el número de especies, que asciende aproximadamente a 250 000, sino también por su enorme cantidad de individuos. A diferencia de las gimnospermas, presentan muchos representantes herbáceos, incluyendo familias en las que casi todos sus miembros son hierbas. El sistema vascular incluye como elementos de conducción, las tráqueas en el xilema, y los tubos cribosos en el floema. Los tallos pueden ser muy diversos en cuanto a ramificación, consistencia y medio en el que se desarrollan, utilizándose estos elementos como criterios de clasificación. Las hojas se presentan bajo una

gran diversidad de formas y estructura meso mórfica de acuerdo con las condiciones ecológicas a las que están adaptadas y la nervadura reticulada está generalizada en todo el grupo. Otra característica distintiva del grupo lo constituye la presencia de flores, considerada cada una, como un conjunto de órganos, por constituir cada uno de estos, hojas modificadas en función de la reproducción sexual. Muy relacionados con la función reproductora está el desarrollo de frutos y de las semillas incluidas en él, aspecto este que le da nombre a las **angiospermas** y que significa, “semillas encerradas”.

La manifestación de la diversidad expuesta para los órganos vegetativos (**raíz, tallo y hojas**), se evidencia también en los órganos reproductores (**flores, frutos y semillas**), a todo lo cual se le dará tratamiento en un estudio posterior.

En el decurso de la evolución se han adaptado a las más diversas condiciones ambientales, incluyendo las condiciones extremas de frío, calor, salinidad y pobreza de nutrientes de los suelos. Hay especies **epifitas** (plantas que crecen sobre otras, pero sin alimentarse de ellas) y **parásitas** (las que subsisten alimentándose de otros vegetales). La mayoría son **terrestres**, pero también existen especies **acuáticas** flotantes o sumergidas; muy pocas son marinas. Esta amplia distribución geográfica se corresponde con la diversidad de formas y estructuras bajo las cuales sus representantes se pueden presentar.

Los miembros de las angiospermas constituyen los elementos predominantes del paisaje, evidencia de su éxito biológico en comparación con otras plantas, como las gimnospermas y otros representantes del reino.

Las angiospermas (figura 3.24), se clasifican en dos grupos: las **dicotiledóneas** y las **monocotiledóneas**.

Las **angiospermas** conocidas como **dicotiledóneas** se caracterizan porque sus semillas poseen dos cotiledones que son las hojas nutricias del embrión, utilizando este sus reservas durante la germinación.

Las características que las diferencian de las monocotiledóneas, además de la semilla, son el tallo ramificado con haces vasculares **abiertos** (con cambium vascular entre xilema y floema) las nervaduras de las hojas en forma de red, las flores de cinco piezas o su múltiplo por verticilo y una raíz pivotante o típica provista de eje central como continuación del tallo.

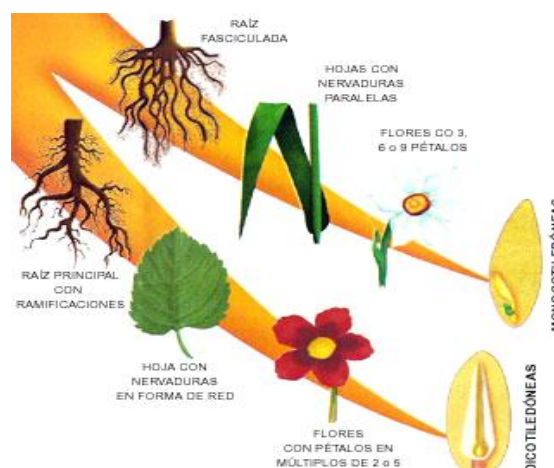


Fig. 3.24 Comparación de plantas angiospermas y gimnospermas

Las plantas dicotiledóneas son utilizadas por el hombre especialmente en la industria alimenticia, en farmacología, alimentación y construcción. Constituyen más de la mitad de las especies vegetales que pueblan el planeta y entre ellas se pueden mencionar rosas, claveles, madreselvas, violetas, margaritas, lotos, amapolas, con flores de infinitas tonalidades que también proveen a la industria del perfume.

Son dicotiledóneas árboles como acacias, cedros, caobas, robles, mangos; hortalizas como remolachas, nabos, coles, berros, zanahorias, perejil, berenjenas, tomates y lechuga, y el melón y la calabaza.

En las **monocotiledóneas**, el embrión posee una sola hoja embrionaria o cotiledón. El tallo es simple o no ramificado, con haces vasculares **cerrados**, esto es, sin cambium vascular entre xilema y floema. Las flores con tres piezas o su múltiplo, por verticilo. Las hojas presentan nervaduras paralelas, aunque interconectadas entre sí y las raíces son fasciculadas, es decir, que carecen de un eje central o raíz principal.

Este subgrupo de angiospermas comprende unas 40 000 especies que crecen, sobre todo, en regiones templadas. La mayoría son herbáceas, de gran valor económico. Entre ellas se encuentran las gramíneas, como el trigo, el maíz, la cebada, el centeno, la avena, el millo o el arroz. El hombre las aprovecha en su propia alimentación

y también como forraje, y utiliza los tallos secos de mayor longitud en esteras, cuerdas y techos. Además de las gramíneas, los jacintos, gladiolos, azucenas, lirios y orquídeas crecen de semillas monocotiledóneas, igual que las palmeras y las cañas de azúcar.

En las plantas se aprecia la integridad de todos sus órganos que hacen posible que esta funcione como un todo único.

A continuación se realizará un estudio general de la anatomía de las plantas con flores, lo cual ayudará a comprender la idea anterior.

### La planta como un todo. Organización estructural y funcional

Si observas una planta completa (figura 3.25) puedes distinguir diferentes órganos. Ellos son la raíz, el tallo, las hojas, las flores y los frutos. Todos en su conjunto hacen posible la integridad de las funciones de estos organismos, pues existen características particulares en cada uno de ellos, que le ofrecen particularidades funcionales, al estar relacionados unos y otros en su conjunto, garantizan el funcionamiento del organismo como un todo único.

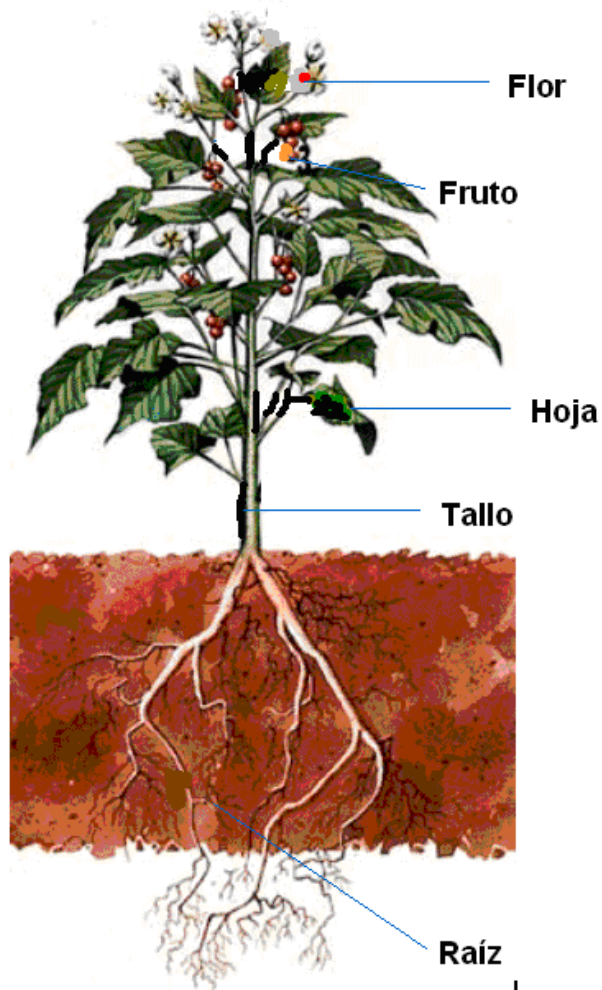


Fig. 3.25 Estructura de una planta completa

Habrás podido apreciar que existen partes de las plantas que se pueden utilizar sin que afecte el mantenimiento de su vida. Por ejemplo, las flores son utilizadas para la ornamentación y los frutos para la alimentación. Es por ello, que los órganos de las plantas se han clasificado como **órganos vegetativos** (aquellos que son imprescindibles para la vida del vegetal) y **órganos reproductores** (aquellos que permiten perpetuar la especie). Se consideran órganos vegetativos a la raíz, el tallo y las hojas, y como órganos reproductores a las flores, que una vez fecundados originan el fruto que contiene en su interior a la semilla, siendo esta la portadora del embrión.

Para una mejor comprensión del funcionamiento integral de las plantas, se realizará un estudio detallado de cada uno de sus órganos, teniendo en cuenta lo estudiado en el inicio de este capítulo relacionado con los tejidos vegetales.

## Estudio de los órganos vegetativos

La **raíz** es el órgano de la planta que crece en sentido contrario al tallo y generalmente es subterránea (figura 3.26). Existen algunas raíces aéreas como las que crecen en los nudos de la planta del maíz o la caña de azúcar, en el tronco y ramas de los jagüeyes y tallos trepadores de las malangas ornamentales, que mantienen la dirección de su crecimiento hacia el suelo.

Se conoce que las plantas carecen de órganos de locomoción, por lo que generalmente todos sus procesos se satisfacen en el sustrato del cual se sostienen.

Para cumplir con la función de absorción y fijación de la planta al suelo, las raíces poseen adaptaciones estructurales. Se analizará su estructura externa.

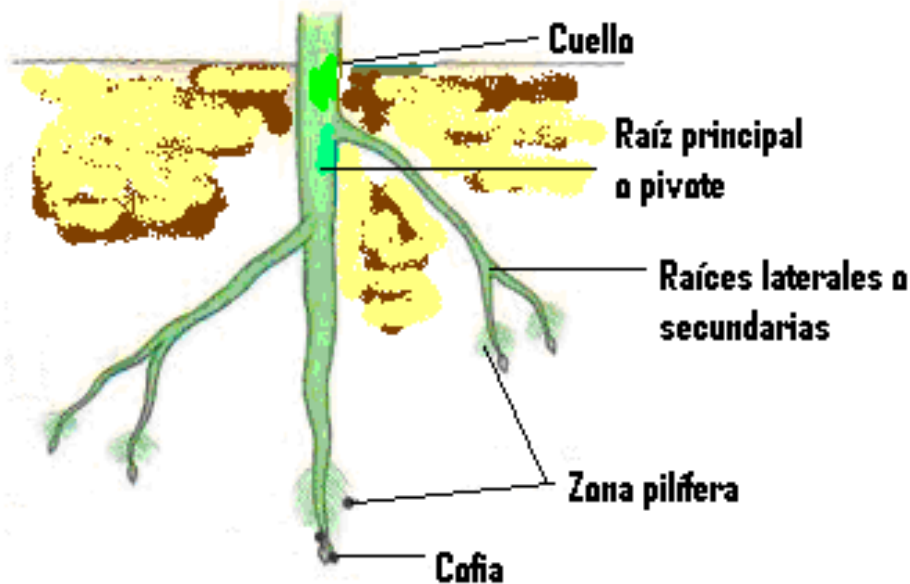


Fig. 3.26 Estructura externa de la raíz

Al observar una raíz de plantas dicotiledóneas, se puede apreciar una zona central denominada raíz principal o pivote, que crece y penetra al interior del suelo fijando la planta, a la vez, que se garantiza la absorción del agua y las sustancias minerales. De ella se originan ramificaciones que son las raíces secundarias o laterales, que también contribuyen a la función de fijación al suelo, ofreciendo todo este sistema de ramificaciones una mayor superficie de apoyo al sustrato sobre el que crece la planta.

En los extremos de las raíces principales y secundarias se encuentra la zona de crecimiento en longitud de este órgano por la presencia de tejido meristemático. Por encima de esta se encuentra la zona de los pelos absorbentes, o sea, lugares en los cuales las células epidérmicas de la raíz se modifican, presentándose como estructuras alargadas que aumentan la superficie de contacto con el suelo y, por lo tanto, las posibilidades de absorción de las sustancias minerales disueltas en agua. Recordarás lo estudiado en el tejido epidérmico.

En el extremo de la raíz principal o pivote y de las secundarias se encuentra una estructura que protege el tejido meristemático, esta estructura es la **cofia**, formada por células suberosas que protegen esa zona de crecimiento del desgaste por fricción o rozamiento con las partículas del suelo en la medida en que la raíz crece y penetra en el suelo.

Es lógico pensar que si la función de la raíz, además de la fijación de la planta al suelo, es la absorción, exista una estructura interna de este órgano especializada en todas estas funciones.

Si se observa un corte longitudinal de una raíz joven (figura 3.27), en él se aprecian tres estructuras bien diferenciadas. La epidermis, la corteza y el cilindro central.

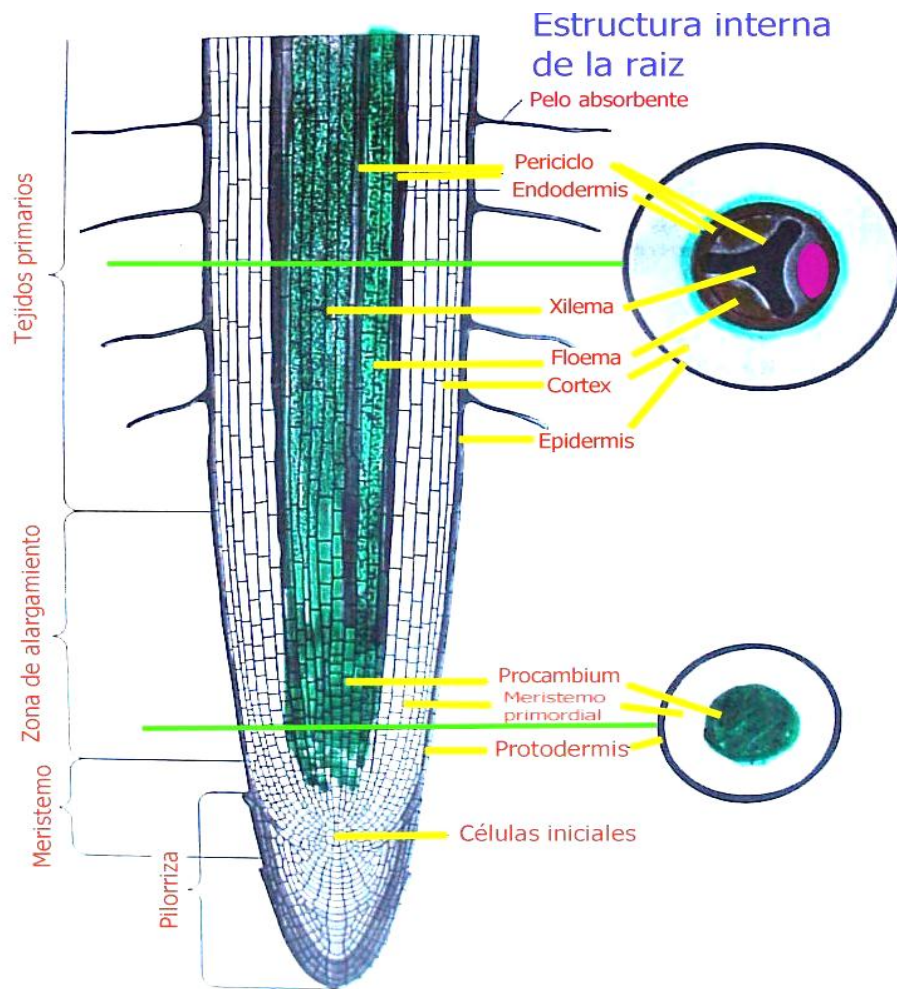


Fig. 3.27 Estructura interna de la raíz (corte longitudinal)

La epidermis de la raíz se caracteriza por un solo estrato de células, muchas de ellas modificadas en pelos absorbentes que, como se ha dicho, son muy importantes, pues aumentan la superficie de absorción de la raíz. Estas células presentan sus paredes celulares permeables, lo que favorece el paso del agua a través de ellas. Entonces debes analizar además que la presencia de una cutícula o capa de cutina o de otra sustancia impermeabilizante en la superficie de estas células no sería pertinente, ya que impediría la absorción e intercambio gaseoso. Sin embargo, algunas raíces que son adventicias (aéreas) poseen cierta cutinización o suberificación, impidiendo con ello, la pérdida de agua por los efectos del calor provocado por la radiación solar o el aire seco.

Por debajo de la epidermis se encuentra la corteza, la cual puede variar en correspondencia con la edad de las raíces o del tipo de planta (figura 3.28).

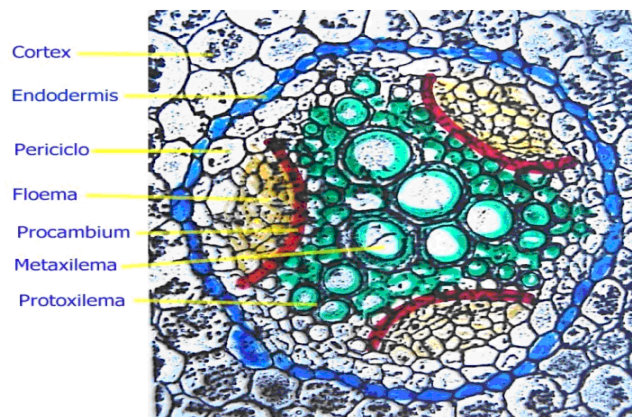


Fig. 3.28 Estructura interna de la raíz en dicotiledóneas (corte transversal)

La corteza se caracteriza por poseer mucho tejido parenquimatoso, con células muy vacuoladas y con abundantes espacios intercelulares, favoreciendo así el paso del agua absorbida en la epidermis. La capa más interna de la corteza se denomina **endodermis**, muy diferentes sus células al resto de las presentes en la corteza, al disponerse muy unidas, es decir, sin espacios intercelulares. En determinadas porciones de esta endodermis, las células están impregnadas de una sustancia, impermeable al agua. Estas células constituyen la denominada banda de Caspari, la cual constituye una adaptación estructural y funcional de la raíz que garantiza el acceso rápido del agua al cilindro central donde se encuentran los vasos conductores del xilema.

Más hacia el interior de la raíz aparece el cilindro central, en el cual se aprecia, en su zona central, un gran macizo de tejido xilemático del que irradian brazos o radios que terminan en la periferia del cilindro central o periciclo, capa parenquimatososa que sirve de límite entre la corteza y el cilindro central. Por fuera del xilema se encuentran los vasos conductores del floema, encargados de transportar desde las partes aéreas y verdes de la planta sustancias alimenticias que requiere la raíz como órgano vivo para desarrollar sus funciones vitales. Entre ambos tejidos vasculares, existe una zona de tejido de crecimiento que es el cambium vascular, tipo de meristemo que se encarga de garantizar la formación de nuevos tejidos de conducción: xilema secundario hacia adentro y floema secundario hacia fuera, en relación con el crecimiento secundario o en grosor de este órgano, a la vez, que garantiza aumentar el suministro de sustancias a la raíz en una fase de su desarrollo más compleja. Ese tipo de crecimiento hace posible que las raíces se desarrollen a la par de los órganos aéreos (tallo y hojas) y así garantizar su sostén.

La existencia de esta diversidad de tejidos en la raíz (figura 3.29) y su disposición particular le confiere diferentes funciones:

- **Sostén:** la raíz sostiene todos los órganos de la planta junto a la función de fijación.
- **Absorción:** de agua y nutrientes minerales disueltos por la adaptación de la epidermis a esta función, dada las modificaciones o pelos absorbentes que presentan.
- **Fijación:** fija la planta al suelo mediante todas las ramificaciones que posee. La disposición central del xilema en el cilindro central, le proporciona a este órgano características que lo hacen resistente a la fuerza de gravedad y del viento y, por lo tanto, mantener la planta fija al sustrato donde se encuentra. Así, cuando el tallo es azotado por el viento, ejerce una fuerza de tracción sobre la raíz a la cual esta ofrece resistencia y no se parte o sale del suelo, salvo condiciones extremas de vientos muy fuertes.
- **Reserva:** en los tejidos parenquimatosos corticales, se almacenan diferentes sustancias como almidones, por ejemplo, en la yuca y el boniato, y azúcares como en la remolacha.

A las raíces se les pueden considerar **pivotantes** en el caso de que posean una raíz principal de la que salen las raíces secundarias y otras de menor tamaño que el pivote, presente por ejemplo en las planta de majagua, el pino, el frijol, etc., se les denomina **fasciculadas o fibrosas** cuando el tamaño de todas las raíces es igual o semejante y no se destaca un pivote como es el caso de la caña de azúcar y el maíz, entre otras.

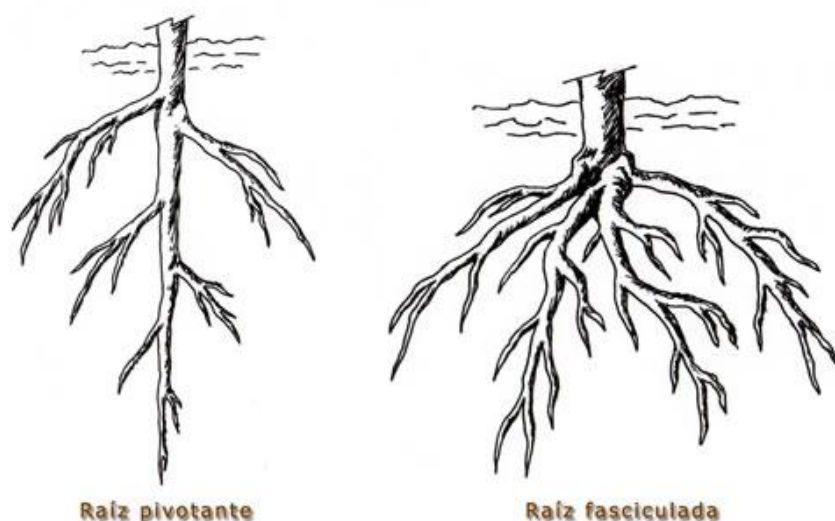


Fig. 3.29 Tipos de raíces

Son **carnosas** o **tuberosas** cuando almacenan sustancias y su tamaño se distingue del resto de las demás raíces como es el caso de la zanahoria, la remolacha, etc. Otras especializaciones de la raíz es el caso de las orquídeas, que poseen más de una capa de células muertas en su epidermis y se dice que forman un **velamen radical**, adaptado a la absorción de agua en estado gaseoso o la que escurre sobre las raíces cuando llueve. Los mangles por su parte, por vivir en áreas pantanosas y requerir de la presencia de oxígeno crecen en dirección contraria al sustrato (geotropismo negativo) y se les observa emergiendo del pantano, a estas raíces se les denomina **neumatóforos** o simplemente raíces respiratorias.

El **tallo** (figura 3.30) es el órgano de la planta que crece en sentido contrario a la raíz, se especializa en sostener los órganos aéreos de la planta y conducir las sustancias desde la raíz al resto de los órganos aéreos. También participa en otras funciones como reproducción no gamética o agámica y reserva de sustancias.

Su estructura externa está constituida de la forma siguiente:

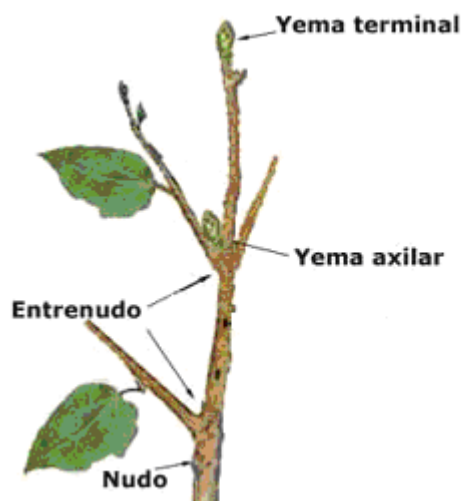


Fig. 3.30 Estructura externa del tallo

El cuello, es la parte del tallo que continúa desde la raíz principal ya descrita, por tanto es común a los dos órganos. Le continúa un eje central que sirve de soporte a todas las partes aéreas de la planta que constituye el verdadero tallo.

En las plantas, del tallo cuelgan ramas, flores y frutos. Todo ello se debe a que en este eje principal se distinguen marcas, cicatrices denominadas nudos y los espacios entre uno y otro son los entrenudos. En los ángulos de las hojas se distinguen estructuras con un alto desarrollo de los tejidos de crecimiento, estas son las yemas. Después que ocurre la defoliación o caída de las hojas, las yemas persisten en los nudos. De ellas se forman las hojas, o ramas laterales y las flores.

Las yemas pueden ser denominadas de acuerdo con la posición y función que realizan en el tallo. Se denomina yema terminal, cuando está localizada en los extremos de ramas y tallo principal, y su actividad meristemática determina el alargamiento de estas partes. Son axilares cuando se encuentran en los nudos o axilas de las hojas y son las responsables de la ramificación de la planta. Las yemas que originan a las hojas son denominadas foliares y aquellas que originan las flores son las yemas florales.

Toda esta estructura externa del tallo junto a la forma en que se organizan los tejidos en su interior, hacen posible las funciones ya descritas anteriormente.

Si se observa en el microscopio el corte transversal de un tallo joven (figura 3.31), se pueden apreciar al igual que en la raíz las partes siguientes: la epidermis, la corteza y el cilindro central, no obstante, poseen características particulares acordes con su condición de órgano generalmente aéreo que desempeña otras funciones.

La epidermis en los tallos jóvenes se encuentra formada por células muy unidas y recubiertas sus paredes celulares por una cutícula de cutina, la cual hace posible la reducción de la pérdida de agua ante las variaciones de la temperatura, por efectos de la radiación solar y por los efectos deshidratantes del aire seco. Esta es una de las diferencias estructurales en la epidermis del tallo respecto a la raíz.

Por debajo de la epidermis aparece la corteza, caracterizada por ser una zona pluriestratificada en la que se combinan tejidos de sostén en posición subepidérmica y parénquima más interno, ambos con cloroplastos en las células cuando los talos son jóvenes. Como puedes apreciar, esto constituye una característica que no aparece en

la raíz, pues el tallo es un órgano de sostén y esta disposición periférica con respecto a la corteza de los tejidos estructuralmente fuertes como el colénquima y esclerénquima les permite soportar el peso de los órganos que sostiene.

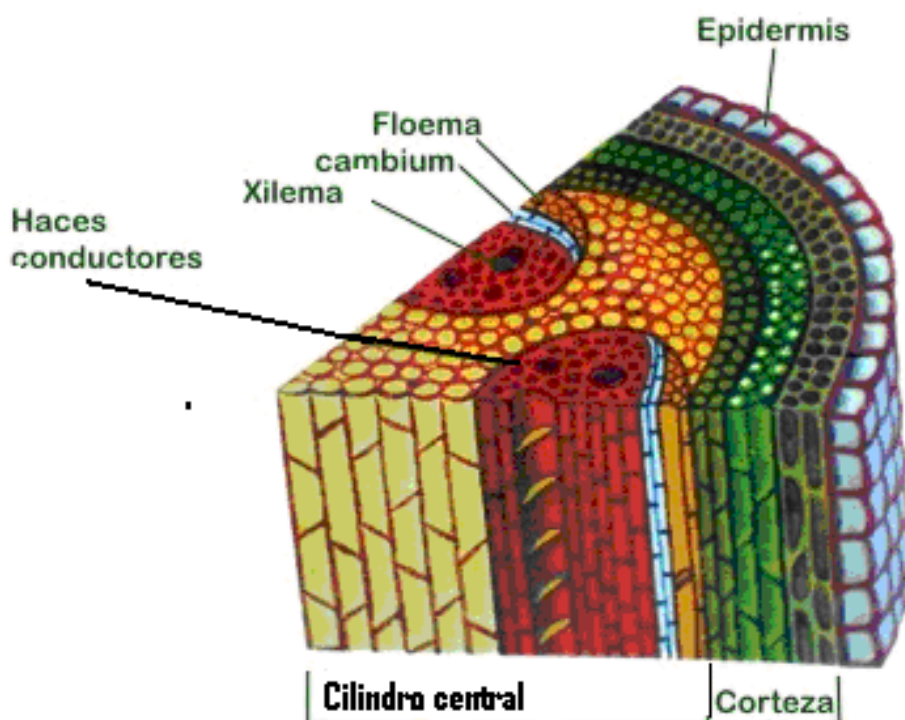


Fig. 3.31 Estructura interna del tallo

A continuación de la corteza aparece el cilindro central donde se destaca la presencia de los **tejidos conductores**. Existen diferencias considerables en la disposición de estos tejidos con respecto a la raíz, pues xilema y floema se presentan asociados formando un complejo estructural rodeado de fibras de tejido de sostén que en su conjunto se denominan **haces vasculares**, relacionados con las funciones de conducción y sostén. Para el caso particular de la función de sostén del tallo, esta es propiciada por la posición periférica de los haces en el cilindro central, quedando hacia el centro los tejidos estructuralmente más débiles y que en este caso es la médula de tejido parenquimatoso.

Es correcto diferenciar la disposición de los vasos conductores en las plantas monocotiledóneas y dicotiledóneas. En las primeras, los haces vasculares se encuentran dispersos en toda la estructura central del tallo, aunque con la tendencia de una mayor concentración hacia la periferia del cilindro central, mientras que en las plantas (dicotiledóneas), estos forman un anillo por debajo de la corteza, al presentar una distribución radial.

En las plantas que desarrollan crecimiento secundario como las plantas dicotiledóneas, en los haces vasculares existe el cambium vascular entre el xilema que siempre es interno y el floema que se presenta por fuera del xilema; en este caso los haces se llaman **abiertos**. El cambium vascular es el encargado de provocar el crecimiento y desarrollo de nuevas células de estos tejidos. Es así como cada año, en período de seca y de lluvia se van formando nuevos anillos de tejidos vasculares que forman parte de la estructura secundaria del tallo. La disposición de estos anillos permite a veces, conocer la edad o los años de la planta, pues en cada año se desarrollan anillos nuevos de estos tejidos. .

Es fácil comprender entonces que la epidermis del tallo sufre roturas al aumentar el diámetro del tallo por la actividad del anillo de cambium, siendo sustituido por el súber o corcho, tejido de protección ya estudiado, el cual protege al tallo de los efectos externos físicos y biológicos que lo puedan dañar.

De acuerdo con lo estudiado anteriormente se puede concluir que el tallo cumple con varias funciones:

**Transporte:** es en el tallo por donde el agua asciende desde la raíz hacia las partes aéreas de la planta venciendo los efectos de la gravedad, utilizando la vía del xilema de los tejidos conductores, que como ya se explicó se disponen en forma de haces. Los vasos o tráqueas alargados y finos, y por el efecto de la capilaridad, entre otras

características, posibilitan el ascenso del agua bajo la influencia de factores medioambientales como la temperatura elevada provocada por la radiación solar y la baja humedad atmosférica.

**Sostiene:** los órganos aéreos, manteniéndose en posición vertical, no obstante, el peso de estos, por la resistencia que puede ofrecer a la acción de la fuerza de gravedad y del viento (salvo condiciones extremas), dada la disposición periférica en la corteza y en el cilindro central de las estructuras que funcionan como elementos de sostén, ya sean los tejidos de sostén o los haces vasculares.

**Permite:** la **reproducción vegetativa**, muy utilizada en la agricultura y en jardinería por la velocidad en cuanto a la obtención de nuevos descendientes, como es el caso de la yuca, la caña de azúcar, el marpacífico, el rosal, etc. Otros como los **rizomas** del plátano, la caña de azúcar y la mariposa, también participan en este tipo de reproducción, al propiciar el desarrollo de sus yemas, la formación de “hijos”. Los **bulbos** desarrollados por las plantas de la cebolla, ajo y cebollino, constituyen vías para la obtención de nuevas plantas de forma vegetativa.

Los tallos pueden modificarse para el logro de estas y otras funciones, por ejemplo.

**Almacenar sustancias** como el almidón, así es el caso de la papa, que por su forma se les denomina **tubérculos** y el comúnmente conocido ñame de la malanga, que para estas plantas constituye su tallo subterráneo. El tallo de la caña de azúcar presenta en las vacuolas de sus células parenquimatosas azúcares de gran valor industrial.

Al observar en la naturaleza los tallos de las plantas, se puede apreciar la diversidad que existe entre ellos. Los zarcillos son estructura de fijación que poseen algunos tallos trepadores. Los tubérculos, rizomas y bulbos constituyen tallos modificados que funcionan como órganos **perdurantes**, que garantizan la supervivencia de la planta ante condiciones desfavorables extremas como la sequía. Otra modificación muy interesante de los tallos son los que presentan las cactáceas, con abundante parénquima acuífero, lo que le da un aspecto carnoso.

Los tallos pueden ser también simples o indivisos y son típicos de las monocotiledóneas como el maíz y la caña. Estos son denominados estípites cuando son leñosos y terminan en un penacho de hojas como en la palma real y el coco. Son ramificados en las dicotiledóneas, pudiendo ser erectos y es el caso de la mayoría de los tallos, trepadores como las lianas y rastreros como los bejucos de las plantas del boniato y la calabaza.

En cuanto a la consistencia también hay diversidad, presentándose dos tipos básicos, los herbáceos, de consistencia más o menos blanda en dependencia de la presencia o no de lignina, ejemplo la verdolaga, que es una hierba carnosa y las malvas que son hierbas muy lignificadas, resistentes a los cortes.

Como puedes apreciar, el tallo se muestra muy diverso en la naturaleza, en correspondencia con la diversidad de plantas y las condiciones ecológicas bajo las cuales pueden vivir.

Después que las sustancias minerales disueltas en agua han penetrado y circulado por el tallo, llegan hasta las hojas donde ocurre el proceso de fotosíntesis, mediante el cual se sintetizan los compuestos orgánicos que hacen posible la vida de las plantas.

La **hoja** puede definirse como expansiones generalmente planas, de color verde y con estructura dorsiventral, especializadas en los procesos de la fotosíntesis, la transpiración y el intercambio gaseoso. A pesar de estos aspectos comunes poseen diferencias en correspondencia con el tipo de plantas.

Las plantas monocotiledóneas y las dicotiledóneas se distinguen entre otras características, por sus hojas. Las monocotiledóneas tienen, en general, hojas simples con venas paralelas interconectadas entre sí, mientras que en las dicotiledóneas además de simples, pueden ser compuestas y las venas se ramifican formando un retículo irregular.

Las hojas (figura 3.32), se originan en las yemas a partir de una sucesión de excrecencias laterales, que se forman producto de divisiones celulares del meristemo apical y que dan lugar a los primordios foliares u hojas en formación, por procesos de crecimiento y diferenciación, los cuales continúan hasta que se forma una hoja joven.

La hoja de una planta dicotiledónea típica presenta un pequeño tallo denominado tallo peciolo, que se fija sobre el tallo de la planta, y una lámina o limbo ancho, que puede ser único o puede estar compuesto de una o varias partes. Dentro del limbo, los haces vasculares se ramifican repetidamente para formar las venas o nervios. El nervio central es denominado ráquid y las demás nervaduras, que pueden presentarse de forma diversa en las plantas y tiene valor taxonómico.

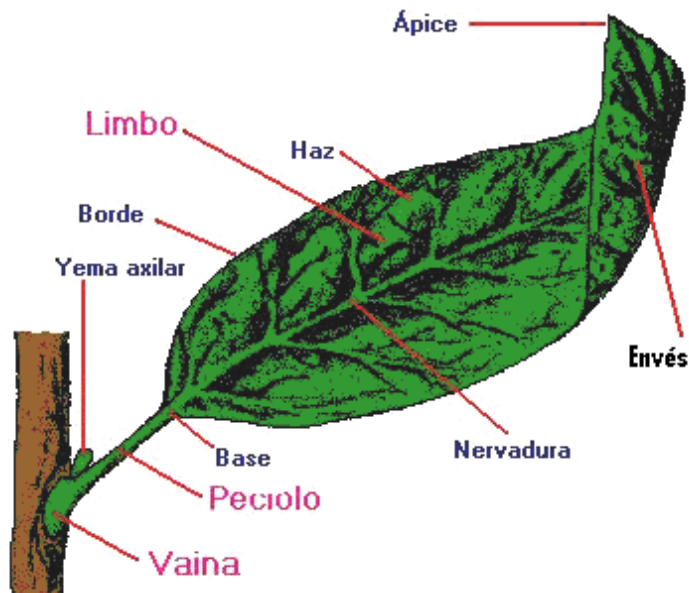


Fig. 3.32 Estructura externa de una hoja

La parte de la hoja que se inserta al peciolo se denomina base. Algunas hojas carecen de peciolo y se denominan sentadas.

El extremo de la hoja es conocido como ápice y la estructura que rodea a la hoja es el borde que puede adoptar varias formas.

La cara superior de una hoja es el haz y la cara inferior es el envés. En la mayoría de las plantas los limbos se presentan perpendiculares al tallo, presentando la cara superior o haz más expuesta a la luz y su color es verde oscuro, y la cara inferior más oculta y su color es verde claro; en este caso en el que la hoja presenta sus dos caras (dorsal o haz y ventral o envés), diferentes entre sí, se le llama hoja dorsiventral.

Las hojas son órganos capaces de sufrir diferentes transformaciones, por las cuales se especializan para otras funciones.

Pueden dar lugar a zarcillos, brácteas, espinas y escamas. Los zarcillos son hojas modificadas, que en algunas especies trepadoras sirven para que la planta se sujete a ciertos soportes, como ocurre en el caso de la hiedra que se adhiere a las paredes de las casas.

Las brácteas tienen la función de proteger las flores, como en la margarita. Las espinas pueden encontrarse en los cactus y en las tunas (chumberas), mientras que las escamas envuelven las yemas del tallo o los brotes terminales.

La estructura interna de la hoja (figura 3.33) guarda estrecha correspondencia con su función fotosintética, en lo fundamental.

Al observar una hoja en el microscopio, se pueden distinguir varios tipos de tejidos.

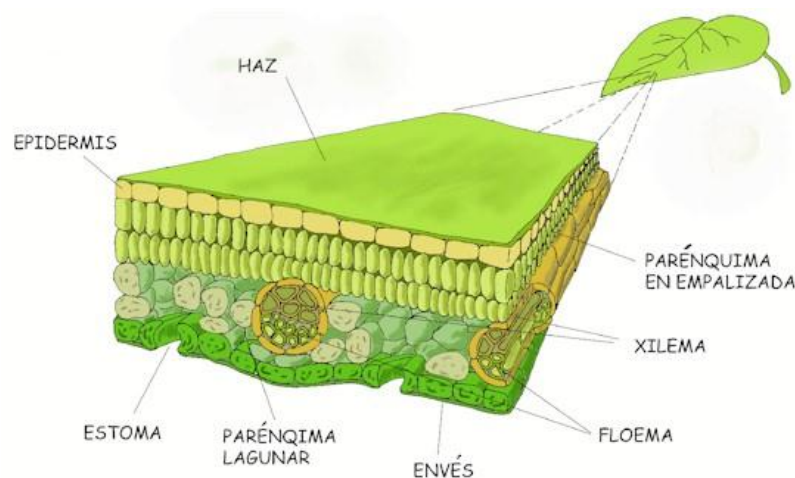


Fig. 3.33 Estructura interna de una hoja

Las células externas forman una **epidermis** incolora, de protección, que cubre ambas caras de la hoja y secreta una cutícula cerosa de cutina, la cual se distribuye en la parte de la pared celular que se encuentra en contacto con el medio externo. La cutina es una sustancia impermeable, por lo que si estuviera rodeando a toda la célula epidérmica impediría la circulación de las sustancias a su interior y morirían. Las células epidérmicas tienen como función proteger las células subyacentes y disminuir la pérdida de agua. En la epidermis se localizan los estomas (del griego *stoma* que significa “boca”) constituidos por dos células en forma de frijol que dejan entre sí un poro u ostiolo cada. Estas células pueden abrir o cerrar la abertura del poro a fin de regular la salida de agua y el intercambio de gases. Los estomas, en general, se abren en presencia de luz y se cierran en la oscuridad. La abertura y el cierre son regulados por cambios de la presión de turgencia en el interior de las células que lo forman, en correspondencia con la disponibilidad de agua del suelo y su concentración en las células de las hojas. Los estomas son abundantes por la epidermis inferior, pues la epidermis superior está más expuesta a los agentes deshidratantes, siendo este otro ejemplo de adaptación de las plantas a la economía del agua.

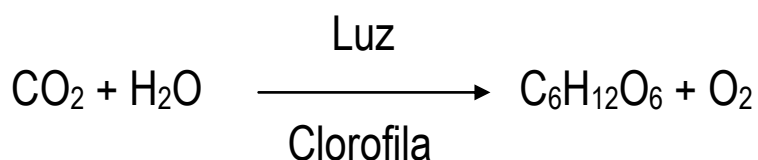
Entre la capa superior e inferior de la epidermis de la hoja se encuentra el parénquima clorofílico con paredes delgadas y abundantes cloroplastos. El parénquima clorofílico que se encuentra a continuación de la epidermis superior está constituido por células cilíndricas llamadas células en empalizada, pues están muy próximas unas de otras y poseen abundantes cloroplastos. Esto constituye una adaptación a la necesidad de captar la mayor cantidad de luz que llega a la epidermis del haz, necesaria para el proceso de fotosíntesis. Además es la causa del color verde más intenso de esta cara de la hoja. El parénquima clorofílico que está a continuación del anterior presenta sus células menos apretadas, dejando entre ellas grandes espacios intercelulares que forman un tejido lagunar o parénquima esponjoso, adaptado a la circulación de los gases que entran y salen de la hoja; este parénquima es el responsable de la coloración verde clara del envés. El parénquima lagunar está atravesado por los vasos conductores que procedentes del tallo llegan a la hoja formando las nervaduras. Todo el tejido interno de la hoja se conoce con el nombre de mesófilo.

Al apreciar la disposición que adoptan los vasos conductores en la hoja, se puede establecer la relación que tiene con la función fotosintética. Al penetrar los vasos desde el tallo a la hoja, el xilema se dispone hacia la parte del haz, o sea, en ellos va el agua y las sales minerales disueltas, por lo que al disponerse el xilema en esa dirección el suministro hacia el parénquima en empalizada es más directo, favoreciendo que el proceso de fotosíntesis sea más rápido y eficiente. Por debajo del xilema se dispone el floema que distribuirá los productos elaborados en el proceso fotosintético a toda la planta y al estar menos próximo a la zona de insolación (hacia el envés), no sufrirá las consecuencias de la acción directa del Sol.

La estructura externa e interna de la hoja le permiten realizar tres funciones: respiración, fotosíntesis y transpiración.

La **fotosíntesis** es el proceso fisiológico mediante el cual las plantas verdes sintetizan moléculas orgánicas complejas a partir de CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O e iones minerales y utilizan para ello la energía proveniente del Sol absorbida por las clorofilas obteniéndose como subproducto el O<sub>2</sub>. Este proceso es denominado así porque *foto* significa luz y *síntesis* es la formación de compuestos y se considera uno de los mecanismos que hacen posible el mantenimiento de la vida en la Tierra. En este sentido hay que recordar que en la cadena de alimentación, los organismos fotosintetizadores (autótrofos) son los productores que suministran alimento a los consumidores o heterótrofos.

La fotosíntesis se representa por la fórmula general siguiente:



No obstante, el proceso no resulta tan sencillo, sino que consta de un complejo grupo de reacciones mediante las cuales la energía luminosa es convertida en energía en forma de ATP y NADPH, compuestos utilizados en otro grupo de reacciones en los que se sintetiza la materia prima esencial en la formación de otros compuestos con funciones esenciales para el mantenimiento de la vida y la autoperpetuación.

En la fotosíntesis existen dos sistemas de reacciones: las reacciones lumínicas o fotoquímicas, pues son dependientes de la luz y las reacciones de fijación del carbono o reacciones oscuras, pues no dependen de la luz. En las plantas superiores este proceso se realiza en los cloroplastos.

Las reacciones luminosas son aquellas en que interviene directamente la luz solar, la cual es captada por la clorofila y desencadena un conjunto de reacciones cíclicas y no cíclicas a través de las cuales se produce la formación de energía química en forma de ATP (Adenosín trifosfato). Para que estas reacciones ocurran, además de la fijación de la luz por la clorofila, ocurre la lisis o ruptura del agua que aporta el hidrógeno que se fija al NADP y en ese proceso se origina el NADPH, molécula que bajo esas condiciones es capaz de aceptar el CO<sub>2</sub>. Además, las clorofilas estimuladas por la luz pasan a un proceso de desprendimiento de electrones que circulan por las cadenas cíclicas y no cíclicas de manera que al desestabilizarse entre ellas mismas y los electrones que se producen de la fotólisis del agua, restablecen los electrones que saltaron de la clorofila para iniciar el proceso de fotosíntesis.

El NADPH, o sea, energía metabólicamente utilizable en las reacciones de fijación del CO<sub>2</sub>, desempeña un importante papel en estas reacciones, en las cuales se sintetiza el carbohidrato (azúcar simple).

Estos azúcares sencillos desempeñan un papel de primer orden en todo el resto de los procesos metabólicos celulares, al constituir la materia prima para la síntesis de la mayoría de los demás compuestos orgánicos presentes en la materia viva y en el metabolismo energético, el sustrato a partir del cual en la respiración, se vuelve a liberar una parte de la energía almacenada que servirá de sostenimiento de las restantes actividades vitales.

La casi totalidad del organismo vegetal se compone de tres elementos: carbono, hidrógeno y oxígeno. Hemos visto que el primero de ellos procede del anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>) atmosférico, el hidrógeno tiene su origen en el agua absorbida por las raíces, mientras que el oxígeno procede en parte de esta agua y en parte de los gases atmosféricos CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub>. Las plantas, sin embargo, no pueden vivir ni desarrollarse solamente con aire y agua, sino que también necesitan cierto número de elementos químicos que, por lo general, le son proporcionados a expensa de las sustancias minerales del suelo y mediante el sistema radical.

La fotosíntesis está determinada por varios factores entre los que se encuentran, el estado general de desarrollo de la planta, el estado de apertura de los estomas, su provisión de agua, la iluminación, la temperatura y las disponibilidades de CO<sub>2</sub>. Las interacciones de todos ellos dan como resultado el complejo sistema de la fotosíntesis.

Esta acción de transformación de sustancias inorgánicas, que toman del ambiente, en compuestos orgánicos, solo puede ser realizada por las plantas y ciertos organismos unicelulares. Los vegetales sirven de alimento a los animales herbívoros, y estos a los carnívoros, por lo que la fotosíntesis constituye necesariamente el punto de partida de todas las cadenas tróficas (alimentarias).

Se ha estimado que en la Tierra se consumen 10 000 toneladas de oxígeno por segundo. Si este elemento no se renovara periódicamente, la atmósfera se saturaría de dióxido de carbono. La reposición del oxígeno y la absorción del dióxido de carbono se realizan a través de la fotosíntesis. Las hojas son el laboratorio donde este proceso tiene lugar.

La fotosíntesis permite que el dióxido de carbono de la atmósfera sea incorporado a los sistemas vivos en forma de compuestos orgánicos. Las plantas y el fitoplancton —conjunto de plantas microscópicas de las superficies oceánicas— sintetizan carbohidratos, parte de los cuales son aprovechados por los propios vegetales y parte de los animales que se alimentan de ambos. El dióxido de carbono es devuelto al suelo, a la atmósfera y al agua por medio de dos procesos: la respiración de los seres vivos y la descomposición del carbono de los organismos muertos. En eso consiste el ciclo del carbono. Si bien el hombre dispone, en la actualidad, de los conocimientos técnicos necesarios para sintetizar determinados compuestos, sigue dependiendo en mayor medida del proceso de síntesis natural que realizan las plantas. Por ejemplo, un árbol centenario puede llegar a tener 200 000 hojas y aunque su contenido total de clorofila no llegue a los 200 gramos, en un día soleado es capaz de asimilar 9 400 litros de dióxido de carbono, producir 12 kilogramos de hidratos de carbono y liberar la misma cantidad de oxígeno que el dióxido de carbono asimilado.

La concentración de dióxido de carbono en la atmósfera parece haber permanecido estable (0,03 % del volumen total del aire atmosférico) en los últimos 10 000 años. Sin embargo, el sistema parece hallarse amenazado. El dióxido de carbono es el único componente del aire atmosférico que absorbe calor de los rayos solares; el notable aumento de su concentración debido a la destrucción de áreas selváticas, la actividad industrial y el uso de combustibles fósiles, podría tener el efecto de incrementar las temperaturas medias en 20°C, con consecuencias imprevisibles.

Una de las peculiaridades de la vida es su capacidad de mantener por sí misma con ritmo suficiente una constante aportación de energía. Esto se obtiene mediante la **respiración**, proceso propio de todos los organismos, que consiste en una liberación de energía química que estaba almacenada en determinados compuestos. El sustrato respiratorio más utilizado es la glucosa, aunque se pueden utilizar otros compuestos. El mecanismo respiratorio es sumamente complejo y consiste en una serie ordenada de reacciones químicas que conducen a la degradación de la glucosa hasta sus sillares fundamentales  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ , y la consiguiente producción de energía en forma de ATP utilizable para todas las reacciones que la requieran en procesos como la absorción de nutrientes minerales, el transporte de sustancias elaboradas por la planta, la síntesis de nuevos compuestos como las reservas, el proceso de maduración de los frutos y otras.

La respiración se realiza en todas las células vivas de la planta y su intensidad depende en alto grado de otros procesos fisiológicos como la fotosíntesis, de diversos factores como la edad de la planta, el contenido hídrico de los tejidos, la temperatura, las concentraciones de  $\text{CO}_2$  y  $\text{O}_2$  atmosférico.

La **fotosíntesis** y la **respiración** son procesos contrarios, pero a la vez interrelacionados, pues mediante el proceso fotosintético se sintetizan moléculas complejas a partir de moléculas sencillas, mientras que en la respiración ocurre el proceso opuesto, al degradarse moléculas complejas hasta moléculas sencillas. La glucosa sintetizada en el proceso de fotosíntesis constituye el sustrato o material energético utilizado por la respiración, la cual es degradada hasta la formación de agua y dióxido de carbono, (compuestos que, a su vez, constituyen el punto de partida en su proceso de síntesis) con la correspondiente liberación de energía en forma de ATP.

De todas las sustancias que las plantas toman para su crecimiento, es el agua la más abundante. Sin embargo, la mayor parte del agua absorbida por las plantas desde el suelo mediante sus raíces no es retenida por estas, sino que pasa a través de su cuerpo y sale a la atmósfera circundante en forma líquida o de vapor. Menos de 1 % del agua absorbida por las plantas es utilizada en sus reacciones metabólicas y el resto se pierde en la atmósfera, principalmente por transpiración, sin que aparentemente se obtenga ningún beneficio.

Esta ineficacia en la economía del agua de la mayoría de las plantas radica en que las características anatómicas de la hoja, que son favorables para la utilización de la energía luminosa y la absorción del  $\text{CO}_2$  (fotosíntesis), son a la vez favorables para la pérdida de agua por transpiración. No obstante a ello, las plantas no pierden agua indefinidamente, pues se llevan a cabo determinados mecanismos de control de esta sustancia que evitan las pérdidas excesivas, salvo condiciones extremas de falta de agua en el suelo o en casos de anegado prolongado que afectan la absorción.

La **transpiración** es la pérdida de agua de la planta en forma de vapor, a través del ostiolo de los estomas. La transpiración ocurre en todas las partes expuestas de la planta, pero es mayor en las hojas por las características de su anatomía y porque están normalmente más en contacto con el aire. El calor del Sol provoca la pérdida de agua de las células del mesófilo y el vapor de agua que resulta escapa por los estomas, salvo que la atmósfera esté saturada de vapor.

Todas las plantas no pueden soportar iguales estados de escasez de agua en el suelo, presentándose diversidad de plantas con adaptaciones a los estados de sequedad extrema como la reducción y endurecimiento de las hojas o su modificación en espinas y epidermis con gruesas cutículas, tal es el caso de las plantas xerófitas como los cactus y plantas suculentas en general, llamadas así por la apariencia carnosa de tallos y hojas con abundante parénquima acuífero; para los valores medios de disponibilidad de agua las plantas son del tipo mesófito (del griego *meso* que significa "medio") con hojas de dimensiones medianas y cutículas no gruesas como las plantas del rosal, mango, aguacate y muchas más. En aquellas plantas, que habitan en condiciones de elevada humedad, se presentan las láminas foliares grandes, de epidermis delgada con cutícula casi nula todo lo cual le proporciona un aspecto delicado; aquí se incluyen las plantas higromórficas a las que pertenecen las comúnmente conocidas malanga ornamentales, el plátano, la malanga comestible, etcétera.

La transpiración facilita las funciones del vegetal al desplazar por el tallo hacia arriba, el agua absorbida por las raíces, y concentrar en las hojas las soluciones diluidas de minerales absorbidos. Estas soluciones acuosas son necesarias para la síntesis de nuevos constituyentes celulares y para enfriar las hojas, de manera similar a la evaporación del sudor en los animales. En las plantas, la corriente de agua es continua desde el suelo hasta las hojas, constituyéndose en un sistema suelo-planta-atmósfera.

Cualquiera de las funciones descritas se desarrolla en las hojas independientemente de su forma. En la naturaleza las plantas muestran una gran diversidad de hojas que puede clasificarse por su forma, los bordes, complejidad del limbo, la nervadura, etc. Observa la figura 3.34 para que comprendas lo anterior.

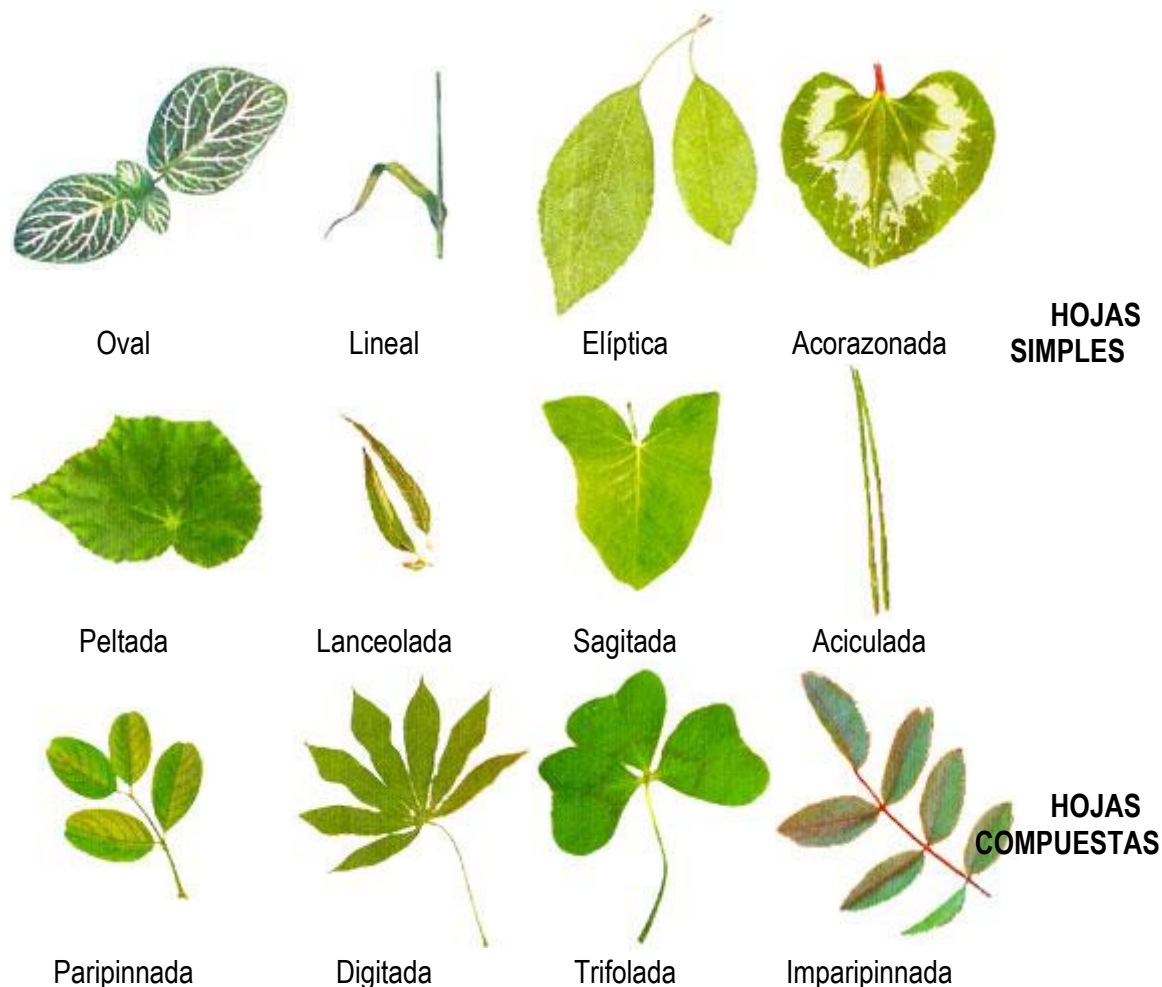


Fig. 3.34 Clasificación de las hojas

Las hojas pueden ser clasificadas según distintos criterios. La diversidad de sus formas y tamaños está en correlación con los ambientes en los que viven las plantas, y a los cuales deben adaptarse. Las hojas simples son aquellas en las que de cada peciolo surge un solo limbo. De acuerdo con la forma del limbo se distinguen varios tipos: el acicular, en que la hoja es lineal y puntiaguda, cuyo ejemplo es la del pino; el acorazonado, como la hoja de la malanga; el lanceolado, hoja alargada que termina en forma de punta de lanza, como la del sauce; el lineal, de forma alargada y muy angosta como la del arroz y los cereales en general; el oval, como la de la planta de nevada, y muchos otros.

Las hojas compuestas son las que presentan varias hojuelas articuladas separadamente, conocidas como folíolos. Cuando las hojuelas se insertan a uno y otro lado del peciolo, como en una pluma de ave, las hojas se denominan pinnadas. Pueden ser paripinnadas (algarrobo) o imparipinnadas (framboyán), según sea par o impar la cantidad de folíolos.

Por la disposición de las nervaduras en el envés del limbo (figura 3.35), las hojas pueden ser uninervias o plurinervias. Las uninervias poseen una sola nervadura. Son típicas de muchas coníferas, como los pinos. Las plurinervias cuentan con varios nervios que, a su vez, pueden desplegarse de diversos modos.

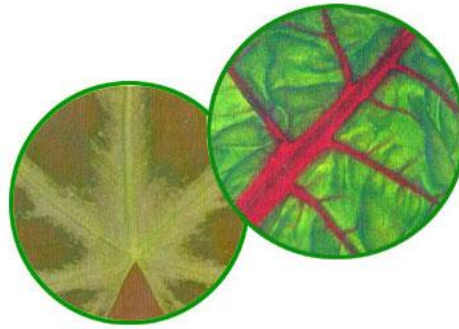


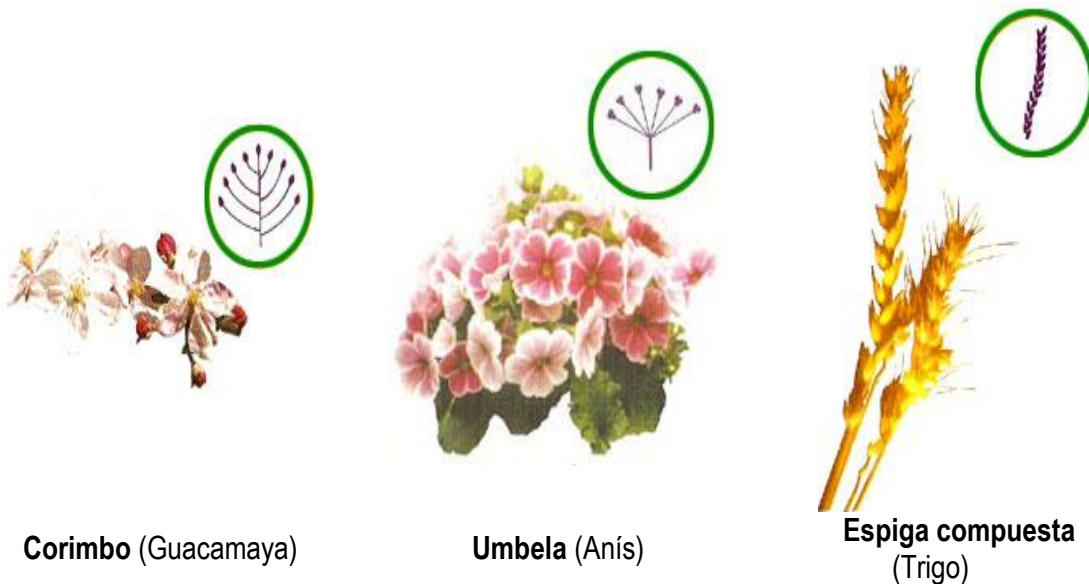
Fig. 3.35 Detalle de la nervadura de las hojas

Hasta aquí has estudiado los órganos vegetativos de las plantas, que como puedes apreciar garantizan las funciones fundamentales de las que depende la vida de las plantas y en los cuales, si los comparas entre sí, puedes claramente apreciar en su anatomía, aspectos estructurales comunes que le dan carácter de unidad estructural como son: la presencia de una epidermis externa, abundante parénquima y un sistema vascular, pero que, atendiendo a las funciones particulares que a cada órgano corresponde, presentan particularidades en cada uno de esas zonas mencionadas desde el punto de vista estructural y de disposición, esto último para el caso de los elementos vasculares.

Ahora conocerás los órganos reproductores. Estos como su nombre lo indica, hacen posible la reproducción, o sea, la forma en que se perpetúa la especie en cualquiera que sea el tipo de planta.

La **flor** es un conjunto de hojas modificadas especializadas en las funciones de reproducción. Esta definición te permitirá comprender por qué no es un órgano, sino un conjunto de órganos y precisamente hojas modificadas, pues cuando se analice la estructura de cada una de las partes florales comprenderás que en cierta medida su forma y estructura es parecida a un tipo de hoja, que se ha modificado para desempeñar una función particular en las flores como órganos reproductores de las plantas superiores.

Las flores no siempre se observan de la misma forma, dependen del tipo de plantas. Pueden encontrarse solitarias como ocurre en el marpacífico, la majagua, etc., y en otras ocasiones aparecen agrupadas formando las denominadas **inflorescencias**. La existencia de esta disposición de las flores guarda también estrecha relación con las características de disposición y estructura de los frutos. Observa en la figura 3.36, algunos de los principales tipos de inflorescencias que puedes observar en la naturaleza.



**Corimbo** (Guacamaya)

**Umbela** (Anís)

**Espiga compuesta**  
(Trigo)

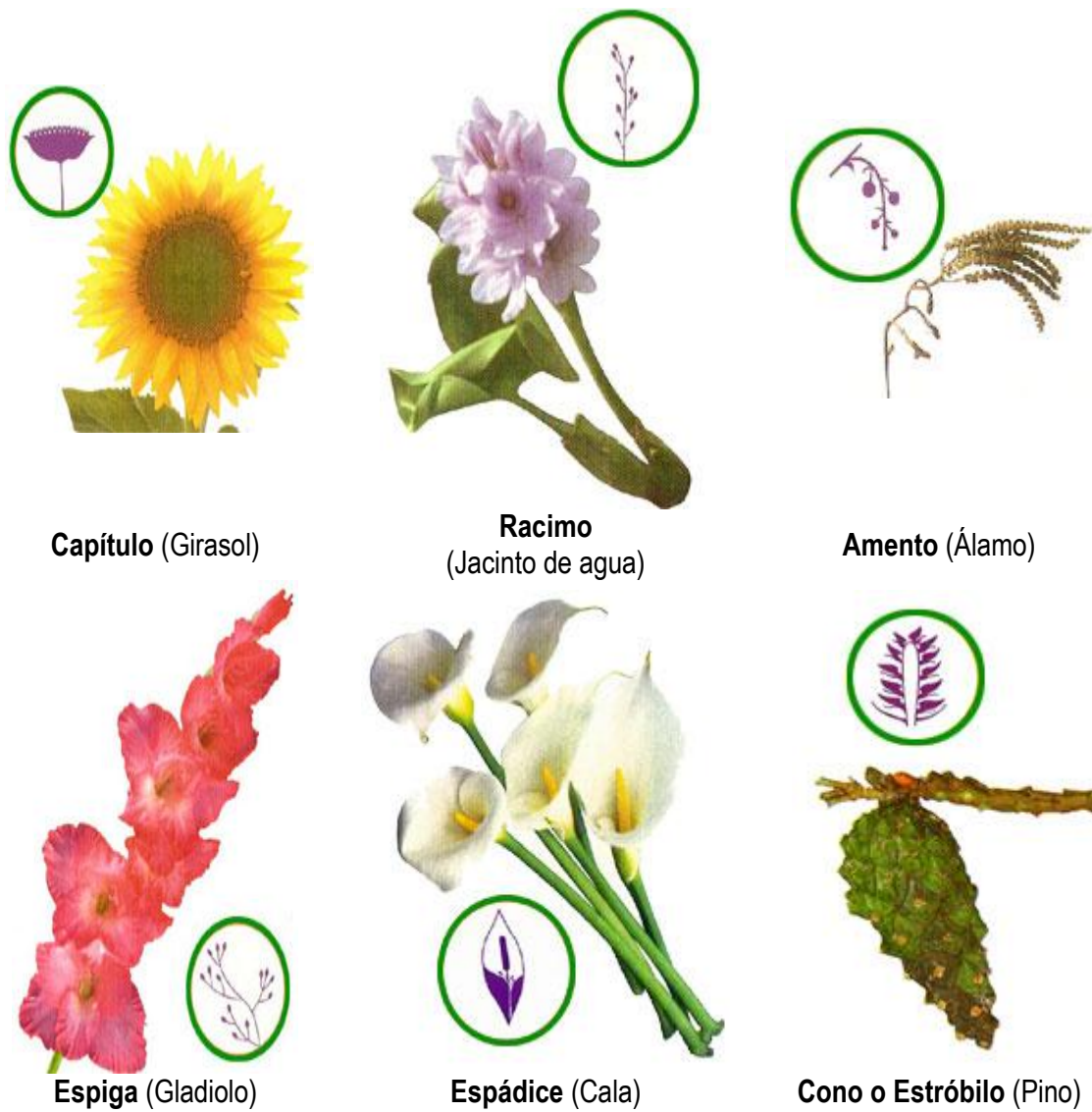


Fig. 3.36 Tipos de inflorescencias

Cualquiera que sea la forma de la flor, en ella se distingue siempre estructuras adaptadas a la protección de sus órganos reproductores y estos últimos bien detallados, pues son la razón de ser de estos órganos en la planta. Al estudiar una flor completa, se pueden distinguir las estructuras que observas en la figura 3.37.

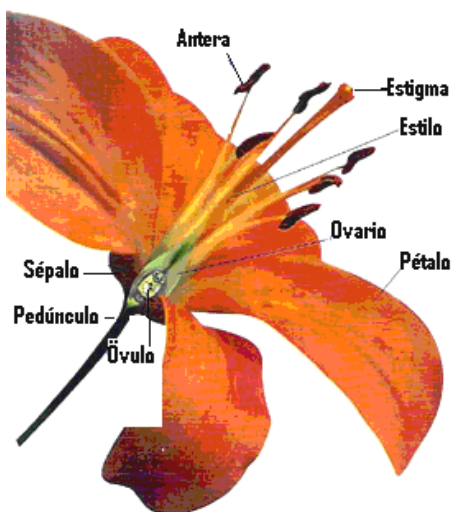


Fig. 3.37 Estructura de una flor

Las flores que poseen todas sus estructuras son denominadas completas, aquellas en que falta alguna son denominadas flores incompletas.

Una flor completa está estructurada por dos grupos de órganos, los protectores y los reproductores. Toda la estructura floral se une al tallo mediante el pedúnculo floral.

Los órganos protectores de la flor son aquellos que como su nombre lo indica tienen la función de proteger a los órganos reproductores. Son ellos los sépalos y los pétalos.

La corola está constituida por el conjunto de pétalos, los cuales se caracterizan por poseer formas, tamaños y colores diferentes. La coloración de los pétalos depende del tipo de cromoplasto que exista o de los pigmentos antociánicos. Por esa razón existen flores rojas, amarillas, anaranjadas, violetas, etc. Esta intensidad y brillantez de los colores permite que algunos insectos se orienten en el espacio y al llegar a la flor participan indirectamente en un proceso muy importante que es la polinización, la cual será descrita más adelante.

La corola también puede aparecer con los pétalos soldados o no y por esta razón también son clasificadas como simpétalas o gamopétalas, si están fusionados formando un embudo, campana, etc. Y dialipétala, si los pétalos están separados.

Por su parte el cáliz está formado por un conjunto de hojas de color verde llamadas sépalos, que al igual que la corola pueden estar separadas o unidas denominándose dialisépalas y gamosépalas respectivamente. El calicillo posee características similares al cáliz, con la diferencia de que sus hojuelas son más pequeñas y, a veces, puede aparecer en la flor o no, pues es típico de algunas familias.

Cuando la flor se está originando y desarrollando en los primordios florales de las yemas de los tallos, se encuentran cerradas en forma de capullo, o sea, el cáliz se encuentra envolviendo todas las estructuras florales y de esta forma protege a los órganos reproductores que están en fase de desarrollo, también protegidos en su interior por los pétalos. Una vez que los órganos reproductores están maduros, comienza un proceso en que se acelera el crecimiento de los pétalos que rompen la unión de los sépalos del cáliz, ocurre la antesis o apertura de la flor y los órganos reproductores quedan expuestos, listos para que se inicien los procesos reproductivos de la planta.

Los órganos reproductores de la flor están representados por el androceo y el gineceo. El androceo es el conjunto de estructuras reproductoras masculinas y está formado por los estambres, en las cuales se originan las células reproductoras. Un estambre está formado por el filamento y la antera. La antera es la parte fértil del estambre; la existencia en ella de un tejido esporógeno o de células madres diploides ( $2n$ ), hace posible la formación mediante divisiones reductivas o meióticas, de los granos de polen o microsporas ( $n$ ), en cuyo interior se desarrollan los gametos masculinos en número de dos por grano, proceso que ocurre después de la polinización. Los granos de polen dentro de la antera, específicamente se encuentran incluidos en bolsas o sacos, cuyo número es de cuatro por antera y se denominan sacos polínicos (figura 3.38).

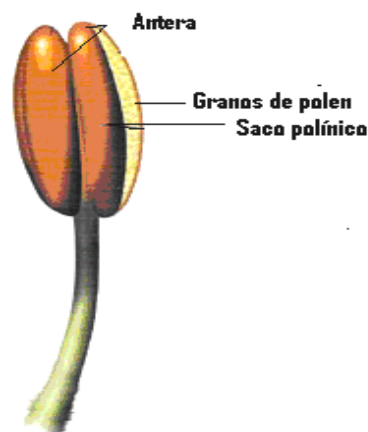


Fig. 3.38 Estructura de una antera

Un grano de polen está formado por dos capas protectoras, la exina que es la más externa y la intina la más interna y flexible. Dentro de él se localizan dos células una pequeña y otra mayor. La célula pequeña se llama célula generativa y la mayor célula vegetativa (figura 3.39).



Fig. 3.39 Diversidad de granos de polen. Su estructura interna

El **gineceo**, es el conjunto de hojas carpelares y representan los órganos reproductores femeninos. En la mayoría de las plantas, los carpelos son concrecentes o están fusionados formando un pistilo, caso que se presenta en el mango, naranja, etc. Solo en las plantas más primitivas, los carpelos son libres, presentando la flor numerosos pistilos, tal es el caso de la guanábana, el anón y la chirimoya.

Cada pistilo (figura 3.40), está formado por el estigma, el estilo y el ovario. En el estigma de muchas plantas aparece un tejido glandular que contribuirá a que el polen se fije y germine una vez que ha llegado a esa parte de la flor.

El estilo, es la parte del pistilo que conecta al estigma con el ovario de la flor.

El ovario es la parte inferior y ensanchada del pistilo. En su interior se originan los primordios seminales a partir de un tejido esporógeno o de células madres que se llama placenta cuyas células son diploides ( $2n$ ), las cuales mediante divisiones reductivas o meióticas dan lugar a cuatro macrósporas ( $n$ ) de las que solo una continúa por la fase de germinación, hasta que se forma el gametofito femenino o saco embrionario portador de la ovocélula o gameto femenino. El saco embrionario contiene en total seis células incluida la ovocélula, dispuestas en número de tres en los extremos del saco. En el extremo superior se encuentran la ovocélula flanqueada por las sinérgicas y en el extremo inferior se localizan las antípodas. Dos núcleos libres quedan en el centro de esta estructura, los llamados núcleos polares y que puede ser uno si hubo una fusión anterior de ambos, en este caso se llama núcleo secundario.

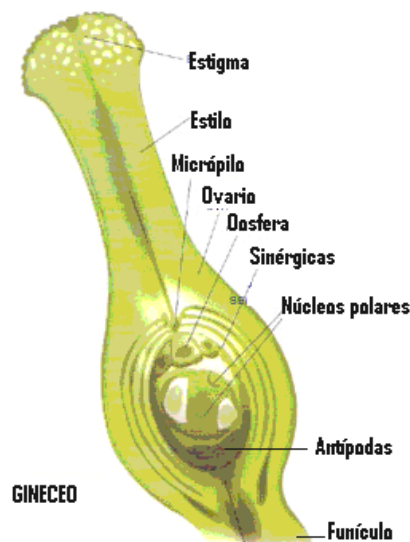


Fig. 3.40 Estructura del pistilo

A medida que se desarrolla el saco embrionario en las paredes del ovario y a partir de la placenta, se van formando dos tegumentos o capas protectoras de abajo hacia arriba, no llegando a cubrir totalmente al saco, pues queda una abertura llamada micrópilo. Los tegumentos junto con el saco embrionario constituyen el primordio seminal o estructura que antecede a la semilla.

El número de primordios seminales es variable, pudiendo contener el ovario de uno a varios, de acuerdo con la especie de planta. Cada primordio seminal está unido a la placenta por el funículo, el cual está atravesado por un haz vascular.

El proceso de reproducción en una planta con flores ocurre a través de dos procesos, la polinización y la fecundación. El primero de ellos, la polinización, consiste en el traslado del grano de polen desde la antera hasta el estigma de la flor. Esto puede estar determinado por varios factores, el aire, el agua, los insectos, las aves, para los cuales las flores presentan adaptaciones, siempre a favor de una polinización cruzada o alogamia por las ventajas adaptativas que para las plantas tiene este tipo de polinización al anteceder a una fecundación también cruzada y constituir esta una fuente de variabilidad. Cualquiera que sea el agente polinizante, hace posible que el polen llegue hasta el estigma de la flor.

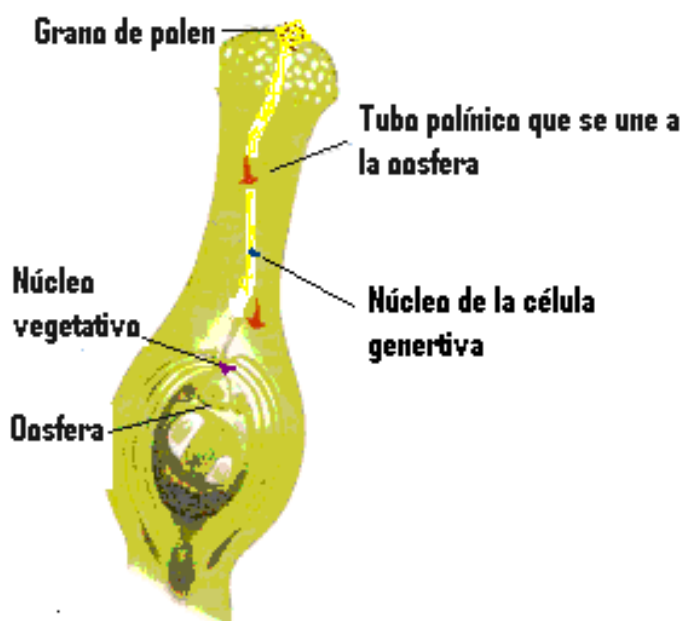


Fig. 3.41 Formación del tubo polínico

La llegada del polen al estigma genera una sucesión de cambios y con ellos otros procesos reproductores. La sustancia mucilaginosa característica del estigma de la flor hace que al caer el grano de polen en ella se hinche iniciándose así su germinación y, con ello, la división del núcleo de la célula generativa en dos, constituyendo cada una de estas partes los gametos masculinos de las plantas angiosperma, que se caracterizan por ser inmóviles, es decir, carecen de flagelos. A la vez que esto ocurre, se inicia la formación del tubo polínico que comienza a atravesar el estilo hasta llegar al ovario.

En esa trayectoria los gametos masculinos se disponen por detrás del núcleo vegetativo que avanza en el extremo del tubo polínico participando en la ruptura de los tejidos internos del estilo facilitando su avance hacia el ovario. Cuando esto ocurre el tubo penetra al primordio seminal por su abertura apical o micrópilo y continúa hasta llegar al saco embrionario. Dentro de él, atraviesa las sinérgidas que resultan desintegradas por este contacto y con ella la pared distal del tubo debido a la secreción de sustancias lisígenas que provocan su ruptura. El núcleo vegetativo desaparece, pues su función ha concluido al llegar el tubo polínico a los óvulos.

Los núcleos espermáticos o gametos masculinos libres dentro del saco embrionario están en condiciones de iniciar el proceso de la fecundación. Esta comienza con la fusión de uno de ellos con el núcleo de la ovocélula o gameto femenino y el otro se une con los núcleos polares que migraron al centro del saco embrionario. Como se

puede apreciar, en las plantas angiospermas la fecundación es doble a diferencia de las gimnospermas, en las que la fecundación es sencilla.

De la unión de un núcleo espermático o gameto masculino con el núcleo de la ovocélula se forma el cigoto (huevo), que pasa por un período de desarrollo embrionario hasta quedar constituido el embrión. De la unión del otro núcleo espermático con los núcleos polares se forma una célula ( $3n$ ), a partir de la cual y por divisiones mitóticas sucesivas se forma el endospermo (este constituye una reserva alimenticia destinada al embrión).

Al ocurrir la fecundación, la flor pierde la corola que ya no es necesaria y desaparecen los restos de las estructuras reproductoras menos el ovario que ha quedado fecundado. A partir de este momento las fitohormonas u hormonas vegetales (responsables del control de los procesos que ocurren en las plantas), actúan sobre las paredes del ovario que comienza a crecer formando las paredes del fruto; a medida que se producen estos cambios en las paredes del ovario, los primordios seminales fecundados se transforman en semillas quedando así conformado el fruto.

El **fruto** puede definirse como el ovario aumentado y maduro después de la fecundación. Consta de dos partes fundamentales: el pericarpio y la semilla. El pericarpio se forma a partir de las paredes del ovario. Para analizar su estructura, se debe partir del conocimiento de que el ovario, como parte del pistilo, está formado por hojas carpelares y como toda hoja, estas presentan dos epidermis y un parénquima pluriestratificado entre ambas. Al unirse los carpelos y formar una estructura cerrada, queda una epidermis por fuera del ovario y la otra queda en el interior, manteniéndose el parénquima intermedio.

Durante el desarrollo de las paredes del ovario en pericarpio cada uno de los tejidos del carpelo se modifica dando lugar a las tres capas que lo constituyen. De la epidermis externa del carpelo se forma la estructura que recubre al fruto y que se denomina epicarpio o exocarpo, este puede tener textura y color variado de acuerdo con la especie de planta, del parénquima medio se origina el mesocarpo, por lo regular carnoso, pero también puede presentarse en muchas plantas seco y esclerotizado, como por ejemplo en la salvadera y en el cedro, y de la epidermis interna y rodeando a las semillas se desarrolla el endocarpo que puede aparecer como una membrana adherida al mesocarpo como en el aguacate, se puede presentar como una masa blanda, ejemplo en la guayaba y el tomate o duro como en el coco. En algunos frutos como los granos de maíz, arroz y girasol, no hay distinción entre pericarpio y semilla, pues ambos están fusionados

De acuerdo con las características del mesocarpo los frutos pueden ser secos o carnosos. Son secos, el maíz, las legumbres, el framboyán, etc., son carnosos, la naranja, el mango, la guayaba, el canistel, la frutabomba, etcétera (figura 3.42).

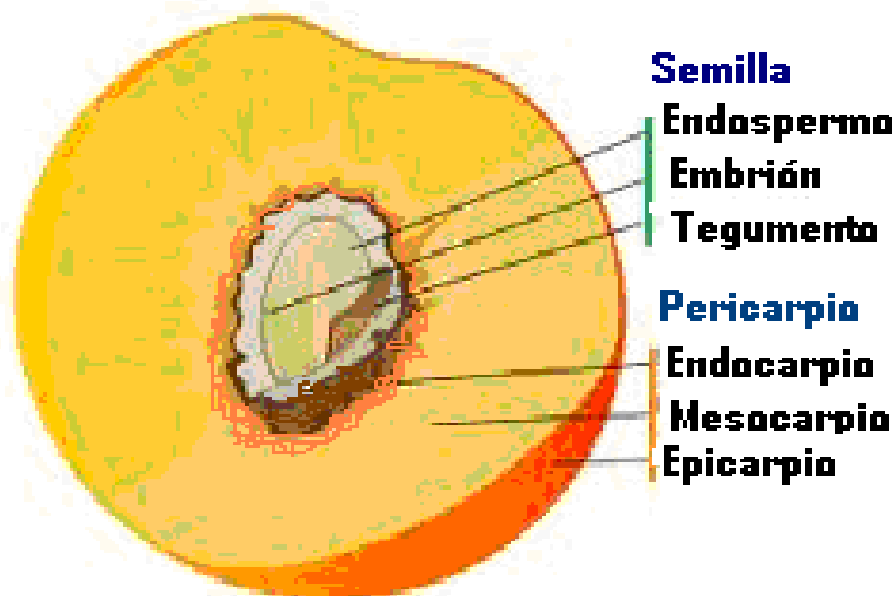


Fig. 3.42 Estructura del fruto

La semilla como se ha dicho, es el resultado de la fecundación de los primordios seminales. Las cubiertas de la semilla se originan de los tegumentos que formaron al primordio seminal y se denomina **testa** a la más externa, con

colores variados y superficies de diferentes texturas, la cubierta más interna es el **tegmen**. En el interior se encuentra la **almendra**, formada por el **embrión** y el **endospermo**, productos ambos de la doble fecundación.

El embrión consta de un eje fusiforme y de uno o dos cotiledones. El eje consta de tejido meristemático y sus ápices o extremos constituyen el ápice radicular, el inferior y del que se origina durante la germinación la radícula o primera raíz y el ápice caulinar, el superior, del que se forma durante la germinación de la semilla, la primera yema o plúmula. El endospermo es la reserva alimenticia del embrión y puede ser utilizado por este durante el desarrollo embrionario y durante la germinación. Existe diversidad de endospermos, pues los hay amiláceo, oleoso, proteico. Hay semillas con abundante endospermo, por ejemplo las de la planta de higuera y otra sin endospermo y en este caso la almendra solo está formada por el embrión como es el caso de las semillas de frijol, habichuela y maní, en las cuales los cotiledones se presentan grandes, al acumular muchas reservas que garantizan el desarrollo del embrión durante la germinación.

Bajo condiciones medioambientales en las que predomine la falta de agua, una semilla puede permanecer algún tiempo con el embrión inactivo, reposo o en estado de latencia. El período de reposo de la semilla no puede ser muy prolongado, pues su poder germinativo no es indefinido, es decir se pierde.

En condiciones de abundante humedad, temperatura ambiente y adecuada aeración, se inicia el proceso de la germinación. El agua garantiza la utilización de las reservas por el embrión, pues constituye el medio adecuado para que se transformen en compuestos más sencillos que puedan ser asimilados por él; en este proceso de transformación de las reservas de la semilla participan enzimas que solo pueden actuar a temperaturas adecuadas. Del aire el embrión utiliza el oxígeno, por eso las semillas deben colocarse durante la siembra, próximas a la superficie.

Durante la germinación la actividad metabólica del embrión es muy elevada, pues sus células se encuentran en mitosis activa o de división celular, cuyas células resultantes, a su vez, van pasando por los procesos de crecimiento y diferenciación, todo en función del crecimiento y desarrollo del embrión y su transformación en una nueva planta.

Los frutos también poseen como característica que algunos se abren desde la planta para garantizar la dispersión de la semilla, denominados así como frutos dehiscentes. La dehiscencia es la característica que tiene el fruto de abrirse, en este caso son dehiscentes los que se abren y exponen las semillas, por ejemplo el framboyan, el frijol, la majagua, etc. Otros no son dehiscentes como el mango, el aguacate, la guanábana, la chirimoya, la naranja, el limón, etc., y son denominados indehiscentes. Por esta razón cuando el fruto está maduro cae al suelo y al descomponerse por la acción de microorganismos, queda expuesta la semilla en condiciones para germinar y originar una nueva planta.

Algunos frutos son curiosos, por ejemplo, la piña es un fruto múltiple, pues es el resultado de la fecundación de los ovarios de muchas flores agrupadas en inflorescencias. El fruto del anón, la chirimoya y la guanábana es agregado, ya que se forma a partir de la fecundación de muchos ovarios presentes en la flor. Otros como el plátano y la piña, no contienen semillas, pues los primordios seminales no son fecundados, siendo inducido el desarrollo del fruto por actividad fitohormonal esto es conocido como partenocarpia. En estos casos esta planta no puede reproducirse sexualmente, pero sí por vía agámica. También es curioso el fruto del marañón, el cual cuando se observa posee una parte engrosada, carnosa y que acumula sustancias dulces; en este caso, se trata del receptáculo de la flor del marañón que se transformó de este modo. El verdadero fruto del marañón es el que con frecuencia se confunde con la semilla, siendo este un fruto coriáceo con una semilla de cotiledones muy desarrollados.

Con el estudio de la semilla culmina el estudio de los órganos reproductores de las plantas. Si analizas detenidamente la estructura en todos, te vas a dar cuenta de que al igual que en los órganos vegetativos, en estos también se presenta el mismo sistema básico de tejidos, es decir, una epidermis periférica más o menos modificada y un parénquima medio. Ontogenéticamente se encuentran relacionados los órganos reproductores con los órganos vegetativos, específicamente con las hojas, al originarse las flores de yemas que fueron vegetativas, pero que por la interacción de factores internos de la planta con factores medioambientales se transformaron en yemas florales. Esto ofrece una idea del carácter de la unidad estructural que se pone de manifiesto en la planta, no obstante, la diversidad de órganos que la constituyen, cuyas funciones, a su vez, se interrelacionan poniéndose de manifiesto la integralidad funcional de la planta, tal y como ocurre en todos los organismos.

Son muchas las formas que en diferentes latitudes se aplican tecnologías para la reproducción de las plantas y, con ello, mejorar las variedades que reportan económicamente mejor satisfacción a la alimentación humana y del resto de los animales.

En Cuba se han creado las Biofábricas, centros de investigación que aplicando los avances de la tecnología y la ciencia, han logrado obtener variedades de plantas con resultados económicos superiores a los tradicionales y contribuyen favorablemente al desarrollo económico del país, y el suministro de productos agrícolas a la población.

Como has podido comprender las plantas angiospermas, en general, son de gran importancia económica por su suministro de alimentos como las frutas, ricas en carbohidratos, vitaminas y minerales, muy importantes ambas para el adecuado funcionamiento del organismo, aportados también por las verduras. Además suministran maderas, resinas, fibras textiles, compuestos fotoquímicos como resinas, látex, aceites esenciales, taninos, etc. Otras plantas tienen valores ornamentales, tanto por la belleza de su follaje como por sus flores. En la industria debe destacarse la utilización de la hoja del tabaco y del henequén, del tallo de la caña de azúcar y de muchos frutos. Son utilizadas también en la industria farmacéutica, pues de ellas se extraen componentes importantes para la fabricación de medicamentos. Otras veces se usan de forma natural para contrarrestar algunas enfermedades.

En Cuba se preservan especies exóticas que por su belleza, importancia económica y endemismo, requieren del cuidado y conservación. Son así los ejemplares de orquídeas, los helechos arborescentes, árboles maderables como el cedro, la caoba, otras como la palma real, la palma barrigona, el encino.

A pesar de ello, algunas especies de plantas ofrecen perjuicios por atacar cultivos y otras veces invaden zonas que impiden el desarrollo equilibrado de los ecosistemas. Entre estas se distinguen el marabú de origen africano que fue introducida de manera intencional en Cuba por algunas familias para usos de jardinería. Se ha convertido en la planta que más se ha desarrollado en Cuba afectando el 56 % de las áreas ganaderas, muchos lugares naturales y seminaturales han sido abruptamente ocupados por el marabú y han perdido sus formaciones vegetales nativas.

A pesar de estas características invasoras, es una planta que sirve de alimento al ganado, es una excelente leña para el carbón, ofrece postes rústicos para cercados de fincas, reduce la erosión de los suelos y alberga la fauna silvestre. De ello puede inferirse que un buen manejo de esta especie la haría dejar de ser una especie exótica invasora.

Así mismo ocurre con la aroma, arbusto leguminoso común en los potreros que se propaga en zonas costeras, sabanas áridas, terrenos bajos y pedregosos. Se considera una de las especies más importantes de nuestros ecosistemas agropecuarios por su alto poder de colonización. Es menos agresivo que el marabú y menos difícil de controlar.

Otras especies de plantas como el aroma Weyler, la pomarrosa, invasora de las orillas de los ríos que afecta el desarrollo de los bosque de galería, el Ipil ipil, la casuarina, el tulipán africano, la piña de ratón, el algarrobo de la India, el Jacinto de agua o malangueta, también son consideradas especies exóticas invasoras por los efectos ecológicos que produce y por la falta de control que a veces es imposible realizar sobre las mismas.

Aquí termina el estudio del Reino Plantae y de modo general se puede considerar que en sus representantes, al igual que en todos los organismos, la interacción unidad-diversidad se pone de manifiesto de múltiples formas. Comenzando por el nivel de complejidad se puede apreciar que, los rasgos distintivos del reino se ponen de manifiesto, tanto en las algas unicelulares como en una planta angiosperma por las características bioquímicas compartidas en sus paredes celulares, pigmentos y sustancias de reserva.

La diversidad morfológica de las plantas se puede resumir en tres formas fundamentales, las formas unicelulares, las pluricelulares sin tejidos verdaderos o pseudotejidos, ambos casos se pueden ejemplificar con las algas y una tercera forma, las pluricelulares sin tejidos especializados, a la que se incluyen también las algas y un grupo de plantas terrestres, las *Bryophyta* (musgos y hepáticas) y con tejidos especializados, las plantas que presentan tejidos de protección, conducción y sostén y, por lo tanto, un cuerpo vegetativo o cormo adaptado a la vida en tierra y que se ejemplifica con las *Pteridophyta* (helechos), las gimnospermas y las angiospermas.

Todas las plantas presentan un ciclo vital diplohaplóntico, con una fase diploide formadora de esporas (esporofito o cuerpo vegetativo) y la fase haploide formadora de gametos (gametofito) que se alternan. En las algas estas fases son independientes una de la otra, morfológicamente pueden ser iguales y a veces parecen individuos distintos, lo que reafirma su condición primitiva. En los helechos, ambas fases son independientes, pero el esporofito es dominante al presentar mayor desarrollo (lo representa la propia planta), mientras que el gametofito es muy reducido y la fecundación es dependiente del agua. Ya en estas plantas se presenta la tendencia a la reducción de la fase haploide.

En las gimnospermas y angiospermas, la fase haploide o gametofito está muy simplificada o reducida y es dependiente del esporofito, pues se desarrolla en él, ya sea en los conos (pinos y cycas) o en las flores (angiospermas), condición que favorece su protección y su fecundación no es dependiente del agua, pues el gametofito masculino desarrolla una estructura especializada para el transporte de los gametos masculinos, que es el tubo polínico, siendo la semilla la estructura portadora de un esporofito en estado de embrión.

Estas características hacen a estas plantas más evolucionadas por estar mejor adaptadas al medio ambiente terrestre, resaltando que son las angiospermas las plantas que han alcanzado mayor éxito biológico, puesto de manifiesto en la mayor diversidad morfológica y distribución geográfica que han alcanzado, así como del número de especies, al presentar su cuerpo vegetativo con una estructura más ajustada a las exigencias del medio ambiente dadas las características de su sistema de ramificación, su sistema vascular y por la tendencia a la condición herbácea y unido a todo esto, el hecho de presentar sus semillas protegidas .

### **Preguntas de autocontrol**

1. Después de haber estudiado el reino Plantae, resuma en una lista las características que la distinguen de los reinos anteriormente estudiados.
2. ¿Por qué se puede afirmar que la pared celular es una adaptación esquelética de las plantas?
3. Resuma las características que distinguen a la célula vegetal.
4. Realice un cuadro comparativo de los diferentes tipos de tejidos vegetales en cuanto a: posición en el cuerpo de la planta, disposición de las células en el tejido, modificaciones existentes en sus paredes, funciones que realizan.
5. Caracterice brevemente a los grupos más sencillos de plantas inferiores.
6. Confeccione un cuadro para comparar los diferentes tipos de algas en cuanto a: hábitat, componentes de las paredes celulares, tipos de pigmentos, sustancias de reserva, importancia.
7. ¿Qué características hacen a las gimnospermas más evolucionadas que las pteridofitas?
8. Compare a las plantas gimnospermas con las angiospermas.
9. Diferencie a la raíz, el tallo y las hojas en cuanto a: estructura externa, estructura interna, funciones e importancia.
10. Explique por qué se puede considerar a la semilla como el resultado de una doble fecundación en las plantas con flores.
11. Caracterice al fruto y sus diferentes clasificaciones.
12. Exprese en un resumen las características que hacen a las plantas los organismos más evolucionados respecto a los reinos estudiados anteriormente.
13. Exprese en un párrafo la importancia ecológica de las plantas.
14. Indague y resuma los problemas medioambientales que afectan a la flora en el mundo y en Cuba.
15. Resuma las especies exóticas invasoras estudiadas en el capítulo e investigue cuáles de ellas afectan más al territorio donde vive. Investigue ¿qué medidas se aplican para su control y manejo?

## Capítulo 4 Reino Animalia (Animal)

### Definición. Características generales

En el capítulo anterior se estudiaron las plantas, que como conociste son organismos autótrofos y sus estructuras están especializadas para garantizar esta forma de vida. A continuación estudiarás otro reino que tiene como características ser heterótrofos y, por tanto, difieren considerablemente de las plantas, a pesar de tener elementos comunes que ya conoces.

Para comenzar deberá definirse.

*¿Qué es un animal?*

Los animales están constituidos por numerosas células, cuyo patrón celular es eucariota, por lo que son considerados pluricelulares. Además, estas células carecen de pared celular y de plastidios a diferencia de las plantas. La no presencia de clorofila en los animales determina el tipo de nutrición, es por ello que son considerados con nutrición heterótrofa ingestiva, salvo algunas excepciones como es el caso de algunos gusanos parásitos como la lombriz solitaria que la nutrición es heterótrofa absorptiva y que ha surgido como una adaptación a la vida parásita. En los animales la reproducción es típicamente sexual. Esto no quiere decir que no existan individuos con reproducción asexual y que en algunos casos se manifieste la alternancia de generaciones.

Otras características importantes que presentan los animales es que en todos existe un desarrollo embrionario y locomoción que le permiten encontrar recursos ecológicos para poder vivir en armonía con el medio ambiente. Con estos elementos podrás comprender por qué siendo los animales tan diversos, presentan características en las que se evidencia su unidad, por lo que los animales son:

**Organismos pluricelulares, constituidos por células eucariotas, carentes de pared celular y de pigmentos fotosintéticos, con nutrición heterótrofa ingestiva, excepto los cestodos, con reproducción típicamente sexual, desarrollo embrionario y locomoción.**

Para poder comprender la caracterización de los diferentes grupos de organismos que se estudian en el reino Animalia, es necesario primero familiarizarse con algunos conceptos que se utilizan en biología.

La **simetría** es aquella que se refiere a la distribución de las diferentes partes del cuerpo teniendo como referencia un eje.

Así se considera un organismo con **simetría radial** cuando las partes del cuerpo se disponen alrededor de un punto central como las radios de una rueda. Es decir, que pueden ser divididos por diferentes planos resultando mitades iguales. La mayoría de los animales con simetría radial son sedentarios o muy poco móviles, lo que les permite recibir estímulos de todas direcciones del ambiente. Ejemplos de animales con simetría radial son los Cnidarios y los Equinodermos en estado adulto (figura 4.1).



Fig. 4.1 Simetría radial

Por su parte la **simetría bilateral** (figura 4.2) es aquella en que el animal puede ser dividido en dos mitades muy parecidas solo por un plano. Los animales que presentan simetría bilateral son más complejos, poseen movimientos de locomoción más rápido y muestran un mayor grado de cefalización (mayor desarrollo del sistema nervioso y órganos de los sentidos). Ejemplos de animales con simetría bilateral son los Nemátodos, Platelminfos, Anélidos, los Artrópodos, Moluscos y todos los Cordados (el hombre es un animal con simetría bilateral).

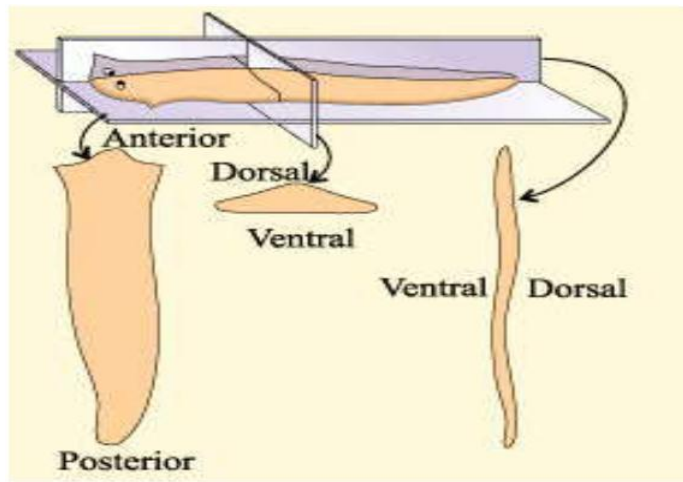


Fig. 4.2 Simetría bilateral

Cuando no existe ningún plano mediante el cual el animal pueda ser dividido en partes iguales se dice que son **asimétricos** (figura 4.3), o sea no hay simetría bien delimitada.



Fig. 4.3 Organismos asimétricos

Organismos

Otro elemento importante al clasificar los animales es **el tipo de cavidad corporal**.

La mayor parte de los animales poseen la estructura de su cuerpo a partir del desarrollo de tres capas embrionarias. La capa externa, denominada **ectodermo**, origina la cubierta externa del cuerpo y el sistema nervioso. La capa interna o **endodermo** reviste al tubo digestivo. La capa media, el **mesodermo** se extiende entre el ectodermo y el endodermo y da origen a la mayor parte de las estructuras corporales, incluyendo músculos, huesos, sistema circulatorio, etcétera.

Dentro del reino Animal, se encuentran grupos que presentan las capas germinativas una a continuación de la otra, es decir, ectodermo, mesodermo y endodermo sin encontrarse una cavidad entre ellas, por lo que se le denominan **acelomados** (figura 4.4), como por ejemplo los platelmintos, duela del hígado, planaria, tenia del perro, etcétera).

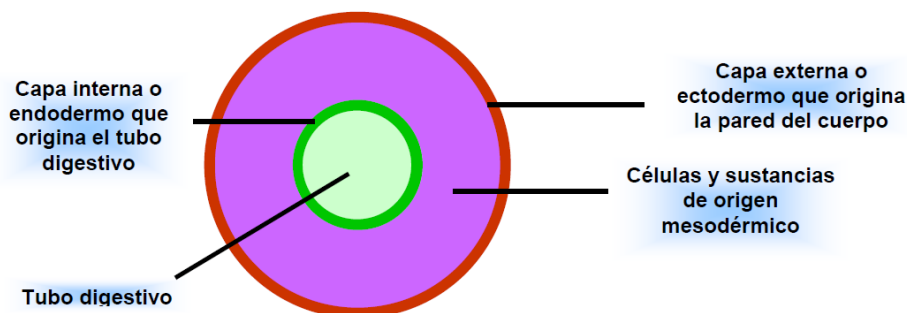


Fig. 4.4 Estructura de organismos acelomados

En otros la cavidad se halla entre el mesodermo y el endodermo y son denominados **seudocelomados** (figura 4.5), como por ejemplo los nematodos.

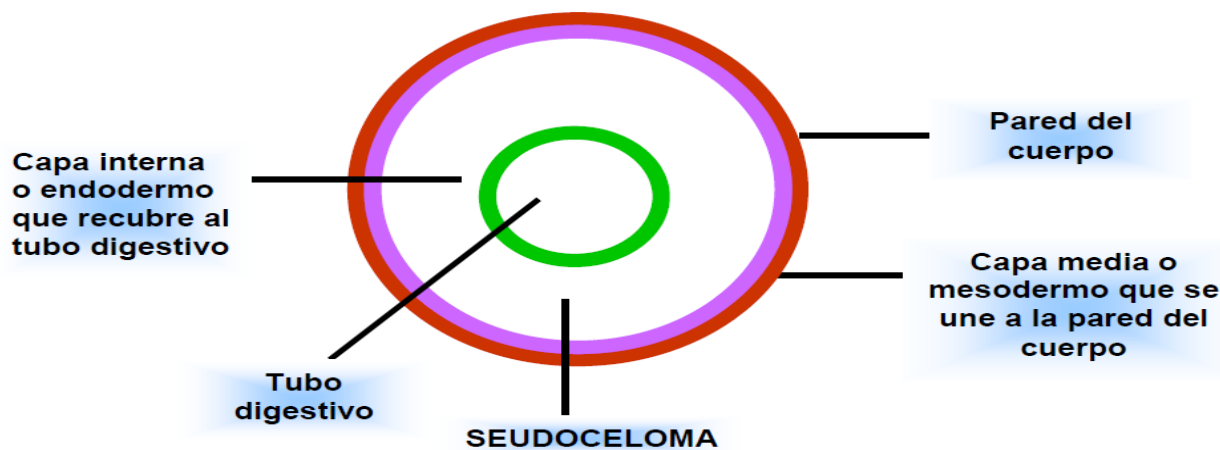


Fig. 4.5 Estructura de organismos pseudocelomados

En la mayoría de los grupos taxonómicos la cavidad se encuentra dentro del propio mesodermo y son denominados **celomados** como por ejemplo los anélidos, moluscos, artrópodos, equinodermos y los cordados.

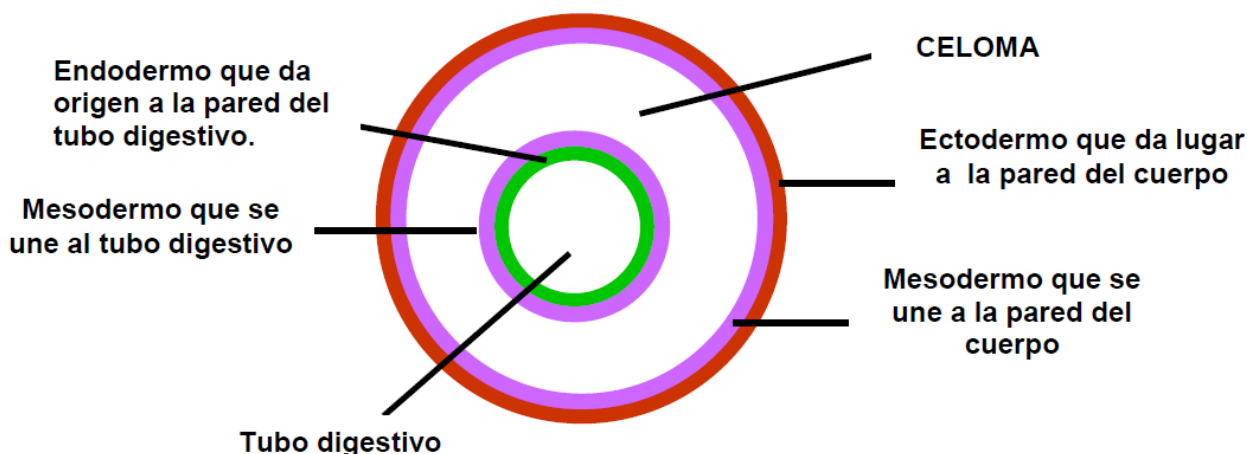


Fig. 4.6 Estructura de organismos celomados

Otra característica importante que se debe tener en cuenta al describir la anatomía de los animales es la de sus **tejidos**.

En el capítulo Plantas estudiaste los tejidos vegetales, los cuales poseen características particulares de acuerdo con la función que desempeñan en los organismos de ese reino.

### Tipos de tejidos animales

Los tejidos animales poseen características comunes a los vegetales, por ser grupos de células similares en cuanto a estructura y función, sin embargo, en el caso de este reino su estructura y función tienen otras particularidades.

En los animales su cuerpo está formado por cuatro grupos **diferentes de tejidos**, son ellos: **epiteliales, conjuntivos, musculares y nervioso**.

Los **tejidos epiteliales** (figura 4.7), constituyen la capa superficial de la piel, tapizan por dentro las membranas mucosas y serosas de algunos órganos y forman glándulas. Los tejidos epiteliales pueden estar formados por una sola capa de células denominado epitelio simple o por más de una capa llamado en este caso estratificado por formar estratos de células.

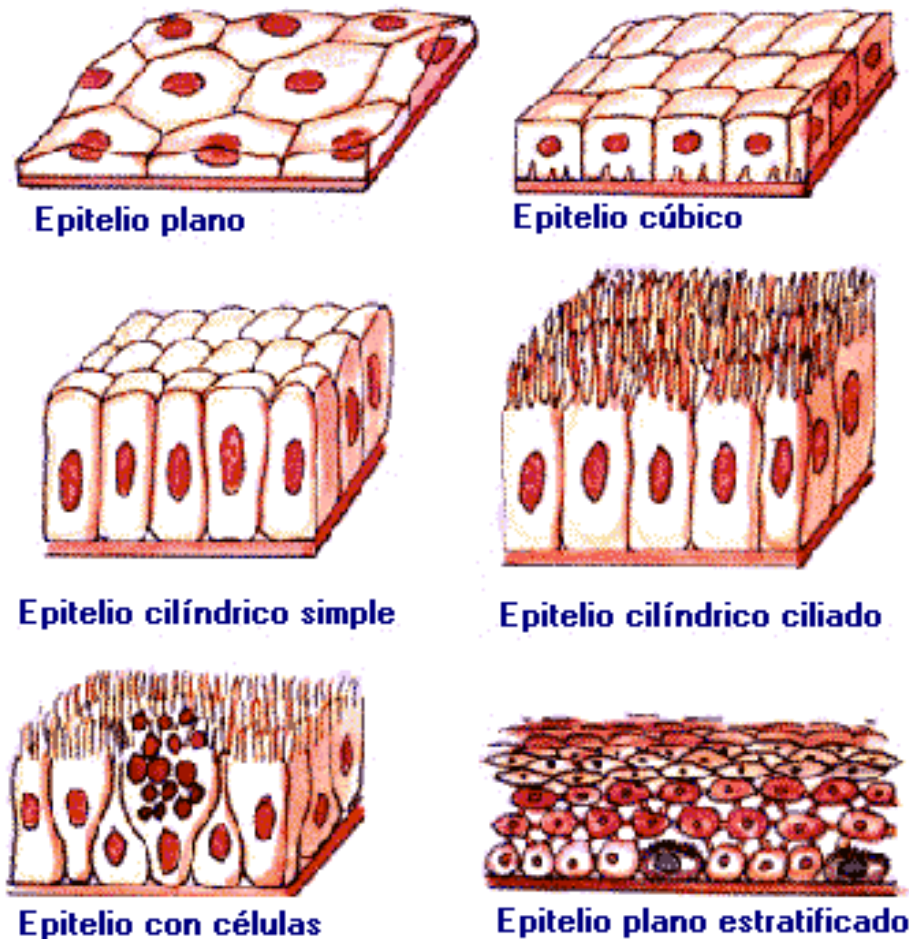


Fig. 4.7 Tejido epitelial

Veamos algunas particularidades de este tejido que te permitirán comprender las características de algunos órganos que estudiarán posteriormente. Los tejidos epiteliales cutáneos, constituyen la capa superficial de la piel, de la membrana que recubre la cavidad bucal y parte de la garganta. Este tejido es del tipo estratificado. Este tejido epitelial cutáneo desempeña la importante función de defensa del organismo, ya que lo protege de la acción de diferentes agentes externos como son cambios químicos, térmicos y mecánicos. A través de él también se desprende calor. En el capítulo que sigue a este podrás comprender mejor estos aspectos al estudiar el organismo humano y con él la piel, el sistema respiratorio, digestivo y otros.

También se ha dicho que existe el tejido epitelial glandular, este constituye el tejido fundamental de las glándulas y se especializa en producir o secretar sustancias especiales con diferentes funciones en el organismo.

Otra forma de tejido epitelial es el que forma las membranas serosas, o sea, aquellas que recubren las cavidades del organismo. Por ejemplo peritoneo, pleura, pericardio, etc. Estos aspectos serán profundizados en el capítulo siguiente.

Los **tejidos conjuntivos** (figura 4.8), como su nombre lo indica su función es unir, ya que en los espacios intercelulares de sus tejidos existe una sustancia intercelular bien definida de acuerdo con la función que cada variedad de tejido conjuntivo desempeña en el organismo. En este grupo se incluyen, la sangre y la linfa que circulan por todo el organismo conectando todos los sistemas de órganos; el tejido conjuntivo fibroso laxo que une los vasos sanguíneos constituye capas entre los órganos y se encuentra también por debajo de la capa subcutánea.

El tejido conjuntivo fibroso laxo cumple en el organismo función de sostén, de defensa y trófica. La función de sostén se lleva a cabo por la armazón del órgano, dando solidez y elasticidad. La función de defensa está a cargo de los macrófagos, células que participan activamente en la lucha contra los microbios, causantes de enfermedades introducidas en el organismo. La función trófica se asocia a la participación en el proceso de alimentación de los tejidos de los distintos órganos, dicho de otro modo, a través de la sustancia intercelular de este tejido se transmiten las sustancias alimenticias que llegan a los diferentes órganos del cuerpo del animal.

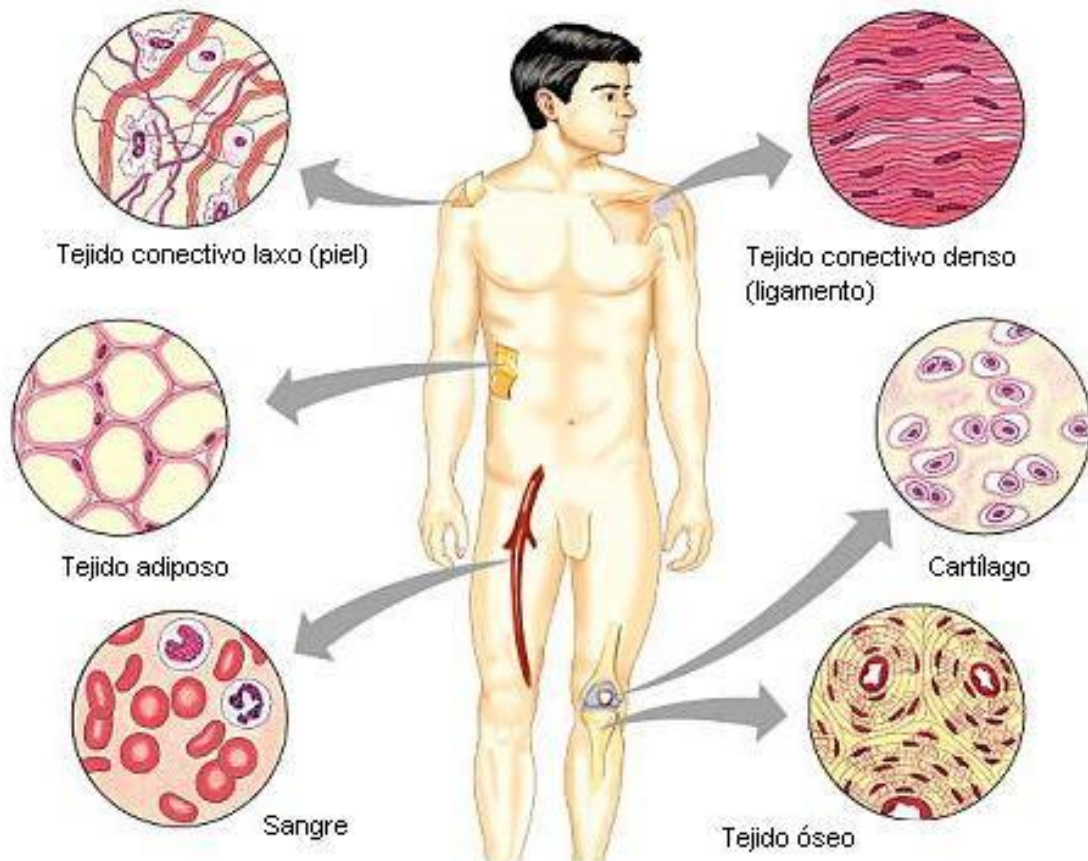


Fig. 4.8 Tejidos conjuntivos

En el tejido conjuntivo laxo existe otra variedad muy importante, el tejido adiposo ubicado por debajo de la piel, alrededor de los vasos y de muchos órganos. El tejido adiposo cumple una función trófica, o sea, almacena gran cantidad de sustancias con reservas energéticas en forma de grasa que el organismo puede utilizar cuando le sea necesario. Por ejemplo algunos osos en el invierno fuerte se esconden hasta la primavera y su metabolismo se reduce al mínimo, en ese caso se sustentan de las reservas de energía que acumulan en el tejido adiposo. De igual modo cualquier organismo utiliza esas reservas en caso de necesitarlas. Cuando esto no ocurre, la existencia de gran cantidad de tejido adiposo provoca la obesidad.

El tejido adiposo también ayuda a proteger a los vasos y otros órganos del efecto de algunos golpes o efectos mecánicos en general.

Por su parte los tejidos conjuntivos de sostén están formados por el tejido conjuntivo fibroso denso, el cartilagosos y óseo.

El tejido conjuntivo fibroso denso constituye a los tendones, los ligamentos y la base cutánea (piel propiamente dicha). Este tejido en general cumple una función de sostén.

El tejido cartilagosos posee diversidad de componentes en su sustancia intercelular, por lo que de ello depende su función y se pueden encontrar en la laringe en la unión de las costillas con el esternón y los cartilagos de la mayoría de las articulaciones. Otro, forma parte del pabellón de la oreja y de la epiglotis caracterizado por muchas fibras elásticas en su sustancia básica. Finalmente se encuentra este tipo de tejido en los cartilagos intervertebrales y en la inserción de los tendones con los huesos.

El tejido óseo, es otra forma de tejido conjuntivo constituido por células óseas llamadas osteocitos y la sustancia intercelular la cual posee sales minerales que le confieren solidez al tejido. Este tejido forma los huesos que conforman el esqueleto interno de los organismos vertebrados en general, excepto los peces cartilagosos.

Los **tejidos musculares** (figura 4.9), se caracterizan por la propiedad de contraerse y relajarse. En ellos se incluyen el tejido muscular liso y estriado.

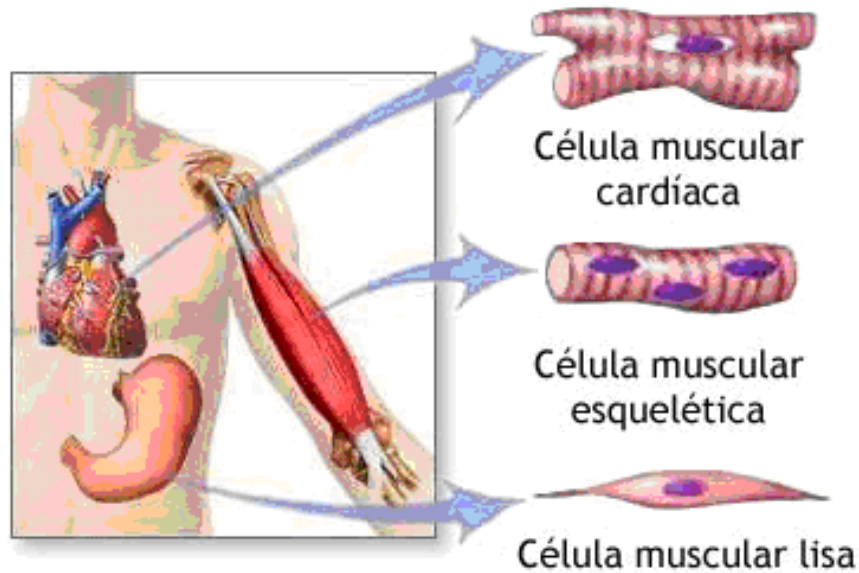


Fig. 4.9 Tejido muscular

En el caso del primero se distinguen como características fundamentales la existencia de fibras alargadas con un citoplasma que contiene el núcleo en forma de bastón. En su citoplasma, denominado sarcoplasma se distribuyen unas estructuras especiales, los filamentos contráctiles o miofibrillas.

Este tipo de tejido es característico de las paredes de órganos como el intestino, la vejiga, el útero, el estómago y otros. También forma parte de la estructura de las paredes de los vasos sanguíneos y en la piel.

Por su parte el tejido muscular estriado constituye los músculos del esqueleto, el músculo cardíaco y algunos órganos internos como el paladar blando, la lengua, etcétera.

Su estructura fundamental es la fibra muscular que se caracteriza por poseer en el sarcoplasma gran cantidad de núcleos y una membrana envolvente. También se localizan las miofibrillas, las cuales no son uniformes presentando bandas oscuras y claras que se asocian a la contracción muscular. La existencia de varios núcleos garantiza la eficiencia de la fibra muscular en los procesos de contracción. Las fibras musculares se agrupan en fascículos separados uno de otro por capas de tejido conjuntivo fibroso laxo.

En el caso del tejido muscular estriado del corazón aparecen algunas particularidades que estudiarán en el capítulo siguiente.

El **tejido nervioso** (figura 4.10), es el elemento básico del sistema nervioso, el cual regula los procesos que transcurren en el organismo y asegura la mutua relación con el medio externo, dado por las propiedades que le son inherentes a este tejido como son la excitabilidad y la conductibilidad. O sea, los diferentes estímulos que actúan sobre el organismo provocan la excitabilidad, estos son conducidos en forma de impulsos por el tejido nervioso.

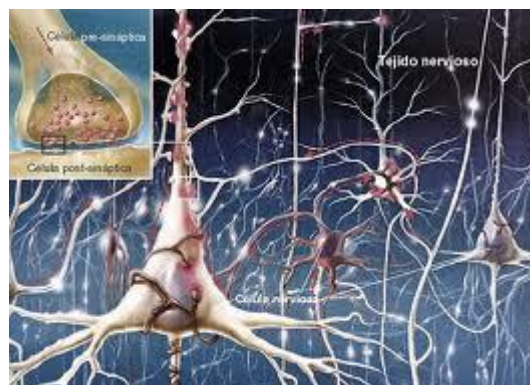


Fig. 4.10 Células nerviosas: las neuronas

La célula nerviosa característica de este tejido es la neurona (figura 4.11), constituida por un cuerpo del cual salen prolongaciones llamadas axones y sus terminaciones.

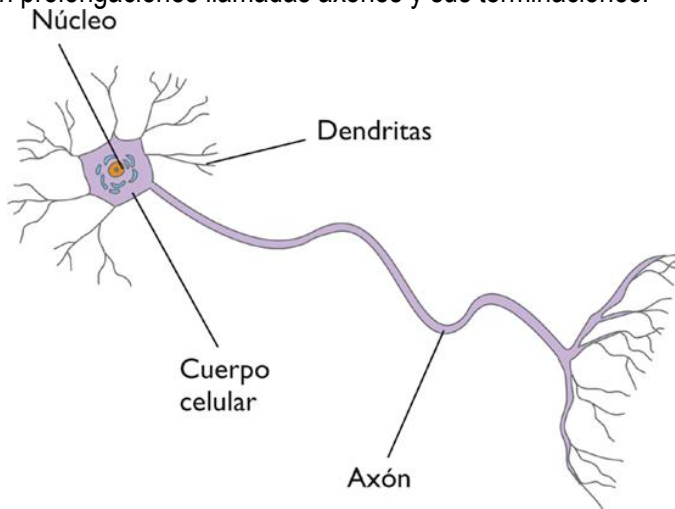


Fig. 4.11 Estructura de una neurona

La transmisión del impulso nervioso de una célula a la otra ocurre a través de un mecanismo denominado sinapsis neuronal. La transmisión del impulso hasta un músculo a través de una placa especializada para esta función se denomina sinapsis neuromuscular.

Todos estos tejidos agrupados en formas diferentes constituyen los órganos, sistemas de órganos que forman los diferentes organismos animales.

El reino Animalia incluye diferentes ramas a partir de sus características particulares. En este capítulo se describirán las características generales de algunos de los grupos pertenecientes a estas ramas y sus ejemplares representativos por su importancia en la naturaleza, en la salud y en la economía, lo cual te preparará para tu desempeño como maestro primario.

### Phylum Porifera

El término **Porifera** proviene de dos palabras del latín *porus* que significa “poro” y *ferre*, “llevar”, estos animales son llamados vulgarmente esponjas (figura 4.12), y son fundamentalmente marinos, aunque algunos son dulceacuícolas, sésiles en estado adulto y habitantes generalmente de los sustratos duros; presencia de muchos poros; son generalmente asimétricos; carecen de tejidos, órganos y sistemas de órganos; presentan diferentes tipos de células, pero su diferenciación celular no ha seguido el patrón que es común para otros animales. Su cuerpo está organizado alrededor de un sistema de canales de agua, en correlación con la vida sésil de los organismos; la superficie interna del cuerpo (figura 4.13) tapizada por células de collar o coanocitos; la parte externa cubierta por células llamadas pinacocitos y atravesada por las células llamadas porocitos, esqueleto de fibras orgánicas de espongina, de espículas silíceas o calcáreas o bien de ambas cosas; la alimentación, el intercambio gaseoso y la eliminación de los desechos, depende del flujo de agua a través del cuerpo; digestión intracelular; reproducción asexual por yemas; también sexual; larvas ciliadas que nadan libremente.



Fig. 4.12 Ejemplar natural de una esponja

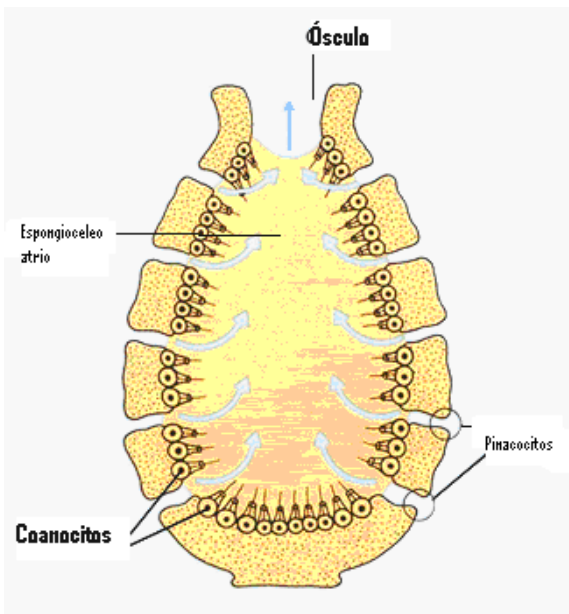


Fig. 4.13 Corte longitudinal de una esponja

El cuerpo de las esponjas tiene simetría radial y está compuesto, en su parte externa (Ectodermo), por células de tejido conjuntivo planas muy contráctiles, aunque con movimientos ameboides (no se aprecia ningún tipo de musculatura en ningún porífero). La parte interna está formada por células denominadas **coanocitos** dotadas de un flagelo, tienen una doble función, la alimentaria y la del mantenimiento de la corriente de agua desde el exterior de la esponja hacia su interior. Entre ambas capas se sitúa una sustancia más o menos densa, gelatinosa, (Mesoglea) que contiene diversos tipos de células, las móviles (amebocitos) que se encargan de comunicar la capa exterior con la interior y de transportar el alimento, otras (esclerocitos) son las encargadas de segregar una especie de esqueleto de sostén del blando cuerpo de las esponjas, formado por *espículas* calcáreas o silíceas o por fibras de espongina (una sustancia proteica emparentada químicamente con los pelos y cuernos de los mamíferos); también pueden dar origen a las células germinales.

La esponja adulta es un animal sésil, incapaz de desplazarse, dependiendo para su alimentación de los sistemas de canales, cámaras y células flageladas escasamente organizadas. Dada la ausencia de células nerviosas (lo que indica la baja organización de las esponjas), debe de existir algún tipo de comunicación entre los diferentes tipos de células, posiblemente por difusión química, para que este agregado de diferentes tipos de células funcione como un solo animal. Su ectodermo está perforado por numerosos poros, por los que entra constantemente agua nueva provista de oxígeno y partículas alimenticias, a su cavidad interior, es **espongiocele** también llamado atrio, una vez usada, es expulsada al exterior por el **ósculo**. La corriente de agua está producida por el movimiento sincronizado de los flagelos de los coanocitos que revisten el atrio.

La clasificación de las esponjas está basada en los materiales esqueléticos, que proporcionan el sostén a la esponja, es decir las espículas. Existen tres clases de poríferos (esponjas):

1. **Esponjas calcáreas.** Abarcan especies litorales, cuyas espículas son exclusivamente calcáreas.
2. **Esponjas silíceas.** Comprende esponjas de aguas profundas, cuyas espículas silíceas, separadas o unidas entre sí, forman redes esqueléticas de gran elegancia.
3. **Esponjas córneas.** Comprende esponjas, cuyo esqueleto tiene forma variable, y sus espículas son silíceas o están compuestas de espongina (sustancia proteínica elástica córnea). A veces las espículas están también formadas por ambos componentes a la vez (sílice y espongina).

La reproducción de las esponjas es muy variable. Casi todas se reproducen sexualmente, si bien todos los individuos pueden producir indistintamente óvulos y espermatozoides, al ocurrir separadamente nunca se da una autofecundación, sino que pueden referirse a una fecundación cruzada. También se reproducen de forma asexual, por medio de los cuerpos reproductores llamados *gémulas*, que o bien se escinden, convirtiéndose en animal independiente o quedan unidas a la esponja madre, formando así colonias de esponjas.

Una característica importante de las esponjas es su capacidad de regeneración. Pueden sufrir daños y recuperar las partes de su cuerpo que fueron afectadas o perdidas.

Las características morfológicas de las esponjas han permitido que el hombre las utilice con fines económicos. Su esqueleto silíceo o calcáreo y la espongina presente en ellas ofrece múltiples usos por lo que existen industrias especializadas en su tratamiento y posteriormente comercializadas con usos disímiles, por ejemplo, en aditamentos de cosméticos, como soportes de embalajes, en tapices de muebles, etcétera.

El cuidado de los fondos marinos y de los criaderos de esponjas es imprescindible para la conservación de estas especies y para su posterior utilización.

## Phylum Coelenterata o Cnidaria

Los animales del phylum Cnidaria (del griego *Knidé* que significa “ortiga”) se caracterizan porque en ellos la cavidad de su cuerpo representa el tubo digestivo; es a la vez, cavidad digestiva y cavidad general, a lo que alude el nombre **celenterados**: Coelenterata (del griego *koilos*, que significa “hueco” y *enteron*, “intestino”), como también se les conoce. Esta cavidad digestiva, en ellos denominada cavidad gastrovascular, comunica con el exterior por una sola abertura que sirve de boca y ano, y está rodeada de tentáculos, provistos de células urticantes o nematoblastos, que utilizan como mecanismo de defensa.

El cuerpo de los celenterados presenta un nivel de organización en tejidos, aunque estos, en general, no constituyen órganos, si exceptuamos algunas estructuras sensoriales presentes en algunas especies. En estos animales se observan dos capas de células: la **epidermis** y la **gastrodermis**, y entre ellas hay una capa desprovista de tejidos, aunque pueden existir células que han emigrado de la epidermis o de la gastrodermis; esta capa se nombra mesoglea (del griego *mesos*, que significa “medio” y *gloia*, “gelatina”), que no corresponde con el mesodermo, por lo cual los celenterados son diploblásticos.

La mesoglea puede tener diferente espesor y consistencia; en ocasiones contiene células ameboideas, en cuyo caso se le nombra cenénquima.

En las aguas malas (medusas) constituyen la gruesa masa que compone la parte más voluminosa de su cuerpo.

La simetría en estos animales es radial (tetrámera o polímera) o birradial.

La simetría radial es en ellos una simetría primaria, pero en los grupos de mayor complejidad esta se hace birradial, por presentar la boca y el extremo aboral en dos puntos opuestos de un eje principal, alrededor del cual se disponen concéntricamente las diversas partes del cuerpo.

Todos los celenterados son acuáticos y en su mayoría marinos; solo **Hydra** y otros representantes son dulceacuícolas.

Se conocen unas 10 000 especies, que habitan por lo general las regiones costeras, especialmente en los mares tropicales, aunque hay especies en todos los mares, incluyendo el océano glacial. La mayor parte de las especies (6 000) son bentónicas y muchas son pelágicas. Las especies bentónicas abundan en las costas rocosas de las aguas tropicales.

## Tipos de celenterados según su organización estructural

Hay dos tipos fundamentales de celenterados: los que tienen forma cilíndrica, llamados **pólipos** (figura 4.14), que son sésiles, y los que tienen forma de sombrilla, las **medusas** (figura 4.15), que pueden nadar libremente, se presentan, unos y otros, como individuos solitarios o coloniales.

El pólipo es fijo y tiene forma de saco con la abertura hacia arriba. Ciertos pólipos son capaces de fabricar un esqueleto interno calcáreo que perdura tras su muerte y que contribuye a formar los arrecifes de coral. Muchas especies forman colonias de pólipos, frecuentemente polimorfos.



Fig. 4.14 Pólipos de coral

La medusa es de vida libre y posee capacidad de movimiento en el seno del agua. Tiene forma de sombrilla, denominada *umbrella*, (del latín *umbrella* que significa "paraguas") de cuyo reborde cuelgan una serie de tentáculos. La boca está en la cara inferior, en el centro de otro grupo de tentáculos llamado manubrio. Las medusas disponen de órganos de equilibrio y también de órganos especializados para captar la luz. Entre sus especies se encuentran el coral, la hidra, las medusas y la anémona marina.

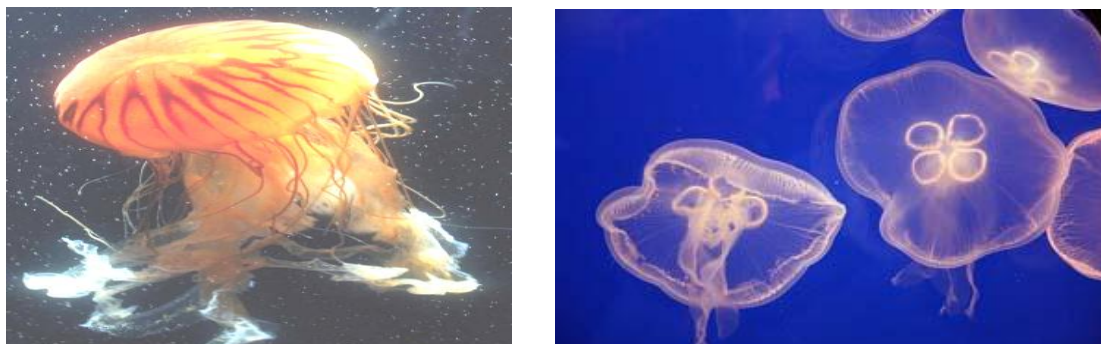


Fig. 4.15 Medusas

Tanto los pólipos como las medusas poseen, especialmente en los tentáculos, células especializadas llamadas cnidoblastos que contienen una vesícula (cnidocisto) llena de líquido tóxico y que inyectan a sus presas por medio de un filamento o cnidocilio, que se proyecta al exterior cuando es estimulado; según se trate de un cnidoblasto penetrante, envolvente o aglutinante, el filamento inyecta líquido urticante en el animal que ha rozado el cnidocilio o se enrolla alrededor de él. El escozor que produce esta sustancia es percibida en la piel cuando los bañistas son atacados por medusas o agua mala en la playa. Observa la figura 4.16.



Fig. 4.16 Estructura de los cnidoblastos

La reproducción de los celenterados ocurre por alternancia de generaciones. Si observas la figura 4.17, podrás apreciar que en ella se manifiestan dos fases.

En esta colonia de pólipos, la generación asexual consiste en dos tipos de pólipos: los especializados en la alimentación y los de la reproducción. De los pólipos reproductivos se desprenden medusas masculinas y femeninas que producen espermatozoides y óvulos. Al ocurrir la fecundación por la unión de ambos gametos se forma un huevo que posteriormente se transforma en una larva llamada **plánula** que nada y se fija a un sustrato, se desarrolla y origina una nueva generación de pólipos por reproducción asexual.

Por existir dos fases reproductivas, sexual y asexual se le conoce como alternancia de generaciones que como te podrás dar cuenta no es igual a la ya estudiada en plantas. Observa bien la figura para que puedas comprender las etapas de esta alternancia.

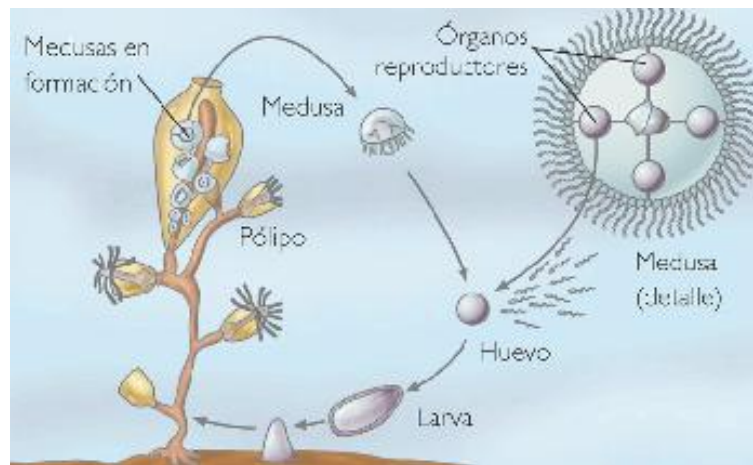


Fig. 4.17 Ciclo de vida de un tipo de celenterado

Como se puede apreciar los ejemplares pertenecientes a los celenterados son diversos en cuanto a formas y modos de vida, pero en ellos existe una característica importante y es que unos viven solitarios y algunos pueden formar colonias. Una colonia se inicia con un solo individuo que se produce de manera asexual por gemación, pero en vez de separarse del progenitor, la yema permanece unida a él y a su vez forma más yemas. En la misma colonia pueden generarse varios tipos de individuos, algunos especializados en la alimentación, otros en la reproducción y otros en la defensa.

Los ejemplares estudiados en este phylum son de gran importancia. Dentro de ellos no se pueden dejar de mencionar a los corales, ya que aunque algunos pueden capturar presas, muchas especies tropicales dependen para su nutrición, sobre todo, de dinoflagelados fotosintéticos que viven dentro de sus células.

En aguas marinas cálidas, casi cada metro cuadrado del fondo está cubierto de corales, de colores brillantes formando arrecifes.

En el Pacífico del sur los arrecifes que se encuentran son restos de miles de millones de esqueletos calcáreos microscópicos secretados en tiempos pasados por colonias de corales. Solo en la superficie de tales arrecifes se encuentran colonias vivas, las cuales aportan su propio esqueleto a la roca calcárea en formación.

En Cuba es característico encontrar arrecifes coralinos que proporcionan gran importancia en la plataforma donde se desarrollan importantes especies marinas. Los vistosos colores y diversidad de especies, determinado por la ubicación geográfica del archipiélago cubano, las características de las aguas y de su plataforma insular constituyen un importante renglón económico desde el punto de vista turístico. Los turistas interesados en este tema visitan zonas de buceo predeterminadas por los biólogos marinos, lo cual hace posible que cada vez sean mayores los curiosos por el tema, incrementando el ingreso de importantes sumas de dinero al visitar a Cuba, lo cual es utilizado en el desarrollo general del país.

Los arrecifes coralinos constituyen barreras que ayudan a mantener las características de los ecosistemas de nuestra plataforma, lo cual implica la necesidad de su cuidado y conservación, tanto al evitar que sean dañados por la contaminación de las aguas como por la extracción indiscriminada de sus especies con otros fines. El paso de fenómenos meteorológicos como los ciclones tropicales ha ocasionado desastres en estas zonas, lo cual ha conllevado el tratamiento de esas zonas por especialistas y la espera por su estabilización y reproducción de sus especies.

## Phylum Platyhelminthes

El nombre **Platyhelminthes** proviene del griego *platys* que significa "plano" y *hélminthos* "gusano", por lo cual todos los animales que se estudian dentro de este phylum son gusanos planos, con simetría bilateral, son acelomados, triploblásticos, ya que presentan las tres capas germinativas, es decir, ectodermo, mesodermo y endodermo. Actualmente se conocen numerosas especies de platelmintos.

De estas las que tienen vida libre y el cuerpo blando, como por ejemplo, las **planarias** se agrupan en la clase **Turbellaria**; otras como la duela del hígado, parásito del hombre y los animales domésticos, se estudian dentro de la clase **Trematoda**; y, por último, la clase **Cestoda** comprende también platelmintos parásitos, en este caso de cuerpo alargado y segmentado como las tenias (figura 4.18).

El phylum Platyhelminthes comprende un importante grupo de animales, de vida libre o parásitos que habitan, tanto en el medio marino como de aguas dulces o como parásitos de vertebrados o invertebrados. En Cuba, a excepción de las formas parásitas de vertebrados terrestres, se conocen relativamente poco los otros tipos y merecen aún estudiarse más.

Los platelmintos parásitos cubanos pertenecen a las Clases **Cestoda** y **Trematoda**, ellas habitan en todos los vertebrados terrestres, ocasionando grandes daños, sobre todo, en los animales domésticos y mucho menos en los animales silvestres de la fauna nacional, siendo los murciélagos y las aves, los mayores hospederos de estos parásitos.

En general, las especies de platelmintos son de pequeño tamaño y varían desde dimensiones microscópicas hasta unos 6 a 7 cm, aunque algunas tenias llegan a alcanzar varios metros de largo. Los platelmintos parásitos de los animales domésticos y del hombre son numerosos.



Fig. 4.18 Tenia

Muchas especies de platelmintos son cosmopolitas, es decir, se encuentran ampliamente distribuidas en el planeta; otras son propias de cada país; y hay muchas que aún no se conocen y se espera que el incremento del desarrollo científico en todos los países del mundo permita su estudio y conocimiento.

Las características más importantes de este phylum son:

- Posen simetría bilateral con extremos anteriores y posteriores bien definidos, lo cual es ventajoso, ya que al poseer bien definido el extremo anterior, su locomoción se dirige en ese sentido. En ella se disponen además órganos sensoriales en la parte del cuerpo que se expone al ambiente. Es, por tanto, evidente la existencia de una cabeza rudimentaria, lo cual representa el comienzo de una cefalización.
- Poseen bien definidas sus tres capas germinativas. Además de una epidermis externa y una endodermis interna, los platelmintos tienen una capa intermedia de tejido que se desarrolla del mesodermo.
- Son los organismos más sencillos en los que aparecen órganos bien desarrollados constituidos por dos o más tipos de tejidos. Entre sus órganos se pueden citar, una faringe muscular para la ingestión del alimento, manchas oculares y otros órganos sensoriales en la cabeza, un cerebro sencillo, y órganos reproductivos complejos.
- Un sistema nervioso sencillo consistente en un cerebro con dos masas de tejido nervioso llamadas ganglios, conectados a dos cordones nerviosos que se extienden a todo lo largo del cuerpo.
- Estructuras excretoras llamadas protonefridios, que terminan en células colectoras llamadas células flamíferas.
- Una cavidad gastrovascular en la mayor parte de las especies con una sola abertura, la boca, localizada generalmente en la mitad de la superficie ventral.
- Su tamaño varía hasta alcanzar varios metros como por ejemplo las tenias que pueden tener tallas hasta de 15 metros de longitud.

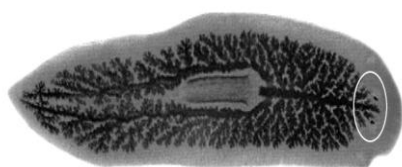


Fig. 4.19 Diversidad de platelmintos

Los platelmintos parásitos representados por las tenias y las duelas, están bastante adaptados a su modo de vida. Tienen ventosas o ganchos para sujetarse dentro del huésped. Su cuerpo es resistente a las enzimas digestivas secretadas por sus huéspedes. Muchos tienen ciclos vitales complicados que les permiten cambiar de huéspedes. Para asegurar aún más la supervivencia de la especie, estos gusanos producen grandes cantidades de huevecillos.

En los platelmintos existen tres clases fundamentales: la **clase Turbellaria** en la que su ejemplar representativo es la **planaria**. Organismos de vida libre, principalmente marinos y algunos terrestres que viven en el lodo. El cuerpo cubierto por una epidermis ciliada, con forma de nutrición carnívora que depredan invertebrados diminutos u organismos muertos. La **clase Trematoda** representada por las **duelas** son parásitas con una amplia gama de huéspedes vertebrados e invertebrados que pueden requerir de huéspedes intermediarios como los caracoles acuáticos y poseen ventosas para su fijación. La **clase Cestoda** con su cuerpo formado por fragmentos (proglotis), donde las **tenias** son sus ejemplares representativos caracterizadas por ser parásitos de vertebrados, con ciclo vital complejo con uno o dos huéspedes intermediarios; tienen ventosas y algunos ganchos en la cabeza (escólex) para la fijación al huésped, los huevecillos se producen dentro de los proglotis los cuales son liberados, no poseen sistema digestivo.

Estos organismos parásitos tienen su ciclo de vida de manera que sus huevos quedan expuestos al medio y, por tanto, las verduras y demás vegetales donde existan caracoles acuáticos pueden estar contaminadas con duelas que producen serias complicaciones hepáticas. También, las tenias en una parte de su ciclo de vida se desarrollan en la musculatura de los bovinos, por lo que al ingerir sus carnes contaminadas se está propenso a infectarse fácilmente. Por esta razón es necesaria la higiene y cocción de los alimentos con el rigor que requieren.

Esto implica además, aplicar las medidas de control en los cultivos y crías de ganado para evitar la proliferación de enfermedades causadas por estos platelmintos.

## Phylum Nematoda

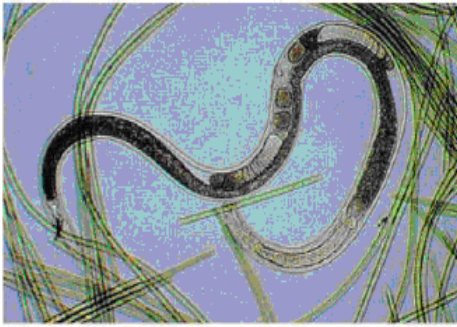
El nombre **Nematoda** proviene del griego *nema* que significa "hilo", denominados por algunos autores nematelmintos, constituyen el phylum más numeroso e importante de asquelmintos; entre sus 10 000 especies descritas algunas representan los metazoos más abundantes y de mayor distribución geográfica; basta señalar que en una superficie de un metro cuadrado del fondo lodoso de las costas de Holanda se contaron más de 4 000 000 de ejemplares, y se ha calculado que en la capa superficial de la arena de algunas playas pueden haber centenares de millones, además, muchas especies son parásitas y atacan todos los grupos de plantas y animales, incluyendo al hombre, las plantas de cultivo y los animales domésticos, por lo cual tienen gran interés económico.

Los nemátodos se distinguen esencialmente por tener el cuerpo cilíndrico, no segmentado, recubierto por una gruesa cutícula, sin ventosas, con un número constante de células somáticas, el sistema muscular constituido solo por fibras longitudinales; presencia de **seudoceloma**; en ellos falta el parénquima que existe en los platelmintos y los nemertinos; el tubo digestivo está provisto de boca y ano independientes y situados en los extremos opuestos del cuerpo; el sistema excretor no tiene células flamíferas; los sexos son separados generalmente y sus espermatozoides desprovistos de flagelos.

Los nemátodos viven en ambientes muy variados (figura 4.20), muchos son de vida libre y se hallan en el mar, en agua dulce y en la tierra; desde las regiones polares a los trópicos, lo mismo en los desiertos que en las altas montañas. Las especies marinas son por lo general bentónicas y se hallan en los sedimentos acuáticos, fijas al sustrato, en especial en los fondos ricos en materia orgánica, y se encuentran, tanto en las regiones costeras como en las grandes profundidades del océano.

Las especies de agua dulce se localizan en el fondo de los lagos y ríos, en los charcos y hasta en las fuentes termales, donde la temperatura del agua puede alcanzar más de 50°C.

Las especies terrestres habitan esencialmente los sitios húmedos y pueden formar enormes poblaciones entre partículas de tierra superficiales, especialmente en aquellas que rodean las raíces de las plantas.



Las fotos muestran un nematelminto de vida libre entre las yerbas acuáticas y un grupo de ellos parásitos del intestino del hombre.



Fig. 4.20 Nematelminto de vida libre entre las yerbas acuáticas

Algunas especies habitan distintas partes de los vegetales, tales como la raíz, las axilas de las hojas, los frutos o las semillas. Las especies parásitas muestran todos los grados de parasitismo y viven en el interior de los tejidos o de las cavidades orgánicas, tanto de los vegetales como de los animales. Los parásitos del hombre (figura 4.21), por ejemplo se hallan en el intestino (lombriz intestinal tricocéfalos, etc.); en los músculos (larvas de **Trichinella**), en el tejido celular subcutáneo (*Filaria de Medina*), en los vasos linfáticos o sanguíneos (**Wuchereria**), etcétera.



Fig. 4.21 Lombriz intestinal

Los oxiuros son los gusanos más comunes en niños que se alojan en el intestino grueso. Las hembras de estos parásitos generalmente migran al ano en las noches para depositar sus jebecillos. La irritación que causa la presencia de estos nemátodos en el ano hace que las personas se rasquen y esto dispersa los jebecillos. En las uñas o en el ambiente diseminados pueden ser llevados a la boca al ingerir alimentos o cualquier otra manipulación. De este modo quedamos infectados. Durante una fuerte infestación aparecen malestares, irritación y lesiones en la pared intestinal.

Por esta razón es importante tomar una serie de medidas para evitar ser parasitados por estos animales como:

- Lavarse las manos antes de ingerir los alimentos.
- Lavar bien los alimentos antes de ingerirlos.
- No caminar descalzo.
- No usar ropa interior de otras personas.
- Hervir la ropa lisa.
- Defecar en letrinas.
- Hervir o clorar el agua para beberla.
- Cocer bien los alimentos, etcétera.

### Phylum Mollusca

Los moluscos (del latín *molluscum* que significa “blando”), constituyen un grupo de animales con simetría bilateral (figura 4.22), con la presencia normalmente de una **cabeza** (excepto algunas formas como los pelecípodos y escafópodos), un **pie musculoso ventral** que puede sufrir diversas modificaciones, para reptar, minar o nadar, siendo su función fundamentalmente la locomoción y una **masa visceral** que puede estar arrollada en los

gastropodos y algunos cefalópodos y que está cubierta por el **manto**, el cual es el encargado de secretar la concha, que puede ser una, dos u ocho placas imbricadas como los quitones (en algunos la concha está reducida, en otros es interna como la del calamar o puede estar ausente).



**Zacrisia**

Fig. 4.22 Zacrisia

La superficie corporal suele estar recubierta por un epitelio monoestratificado ciliado que contiene numerosas glándulas mucosas y terminaciones nerviosas sensoriales. El celoma está reducido a las cavidades donde se encuentran los nefridios, gónadas y pericardio. En ellos se observan todos los tipos de hábitos alimenticios; como por ejemplo: herbívoros, carnívoros, consumidores de partículas en suspensión (filtradores) y de materia orgánica en depósito (detritívoros) y parásitos (ectoparásitos y endoparásitos).

El sistema digestivo es completo, a menudo adquiere forma de **U**, o puede estar enrollado en espiral como en el caso de los gastropodos, suele existir una rádula; una tira de dientes siempre dispuestos en hileras, de constitución quitinosa y recurvados que varían en número desde 16 hasta millares, situados sobre una base de cartílago y que funciona no solo como órgano raspador, sino también como cepillo, rallador, cortador, transportador, etc., que ayuda a la alimentación, aunque se ha modificado en forma secundaria para adaptarse a otros tipos de nutrición en diversos moluscos, el ano se abre en la cavidad del manto, el **hepatopáncreas** constituye una glándula anexa al sistema digestivo y a menudo existen glándulas salivales.

El sistema vascular sanguíneo es abierto (excepto cefalópodos) y la sangre escurre de las branquias hacia uno o más pares de aurículas. De cada una de estas, pasa al ventrículo central, que la bombea a través de la aorta para distribuirla entre los senos, la sangre generalmente es incolora, el corazón está rodeado por una cavidad celómica o cavidad pericárdica, (los escafópodos carecen de corazón).

Los órganos excretores son **metanefridios** (uno, un par o dos pares) que drenan en la cavidad pericárdica o no y se vacían hacia la cavidad del manto. La ventilación se verifica fundamentalmente por una o varias branquias (ctenidios), por un “pulmón”, que se origina porque los bordes de la cavidad del manto se han unido al dorso del animal, salvo por una pequeña abertura en el lado derecho llamada **neumostoma**, las branquias desaparecen y el techo de la cavidad del manto se ha hecho sumamente vascularizada. La ventilación es facilitada porque el techo de la cavidad del manto adquiere forma de bóveda y hay un aplanamiento del piso de dicha cavidad (en realidad el dorso del animal). El neumostoma permanece abierto todo el tiempo por regla general o se abre y se cierra con el ciclo ventilatorio, los moluscos también pueden ventilarse a través del manto.

Poseen un sistema nervioso típico con pares de ganglios **cerebrales, pleurales, pediales y viscerales**, unidos por conectivos y nervios longitudinales y transversales. Poseen órganos de los sentidos del tacto, gusto, olfato, visión (manchas oculares) u ojos complejos en cámara como el de los cefalópodos y estatocistos para el equilibrio.

Los sexos a menudo están separados, algunos son hermafroditas, presentan una o dos gónadas con conductos, la fecundación puede ser externa o interna, en su mayor parte ovíparos.

En este phylum existen varias clases, de ellas las más conocidas son:

### **Clase Gasteropoda o Gastropoda**

Constituye la más numerosa de los moluscos. Pueden ser terrestres o acuáticos, la mayoría marinos y de agua dulce. Suelen ser hermafroditas, con fecundación cruzada y en su mayor parte con desarrollo indirecto mediante una larva. Casi todos son herbívoros, pero hay depredadores y hasta parásitos (figura 4.23).



Fig. 4.23 Concha de un caracol

El cuerpo de los gasterópodos puede tener concha externa, como los caracoles; interna, como las babosas o carecer de ella. La concha suele ser cónica, con opérculo, placa de cierre y enrollada en espiral; en ella se aloja la masa visceral y la cavidad paleal, que en los terrestres funciona como pulmón. La cabeza suele presentar dos pares de tentáculos, uno táctil y otro con los ojos, y una boca con rádula, su órgano triturador, seguida del aparato digestivo y del ano.

Algunos gasterópodos son hermafroditas, tienen ambos sexos, pero no pueden autofecundarse, necesitan la participación de otro individuo para reproducirse, es una reproducción sexual. Los dos individuos ponen huevos.

En Cuba se desarrollan las polimitas (figura 4.24), especies de caracoles terrestres muy vistosos por ser multicolores que son protegidos ante el asedio de los colectores. Son muy preciados a la vista de los turistas que visitan la región oriental de donde son endémicos.



Fig. 4.24 Polimitas

## Clase Bivalva o Pelecypoda

También llamados **Lamelibranquios** (con branquias laminares) y **Pelecípodos** (con pie en forma de hacha), presentan una concha externa formada por dos valvas articuladas que cubren el cuerpo totalmente. Cabeza no diferenciada. El pie es musculoso y con él, aunque son sedentarios, realizan pequeños desplazamientos. El manto está formado por dos lóbulos que segregan las valvas y encierran la cavidad paleal, donde están las branquias laminares, el corazón y dos riñones; muchos presentan sifones para regular el flujo de agua. Se alimentan filtrando microorganismos que arrastran hacia la boca por corrientes de agua.

La mayoría son unisexuales, con desarrollo larvario. La fecundación es externa o sobre la cavidad paleal de la hembra. La mayoría son marinos y unos pocos dulceacuícolas; viven fijos al sustrato, como los mejillones; enterrados en arena, como las almejas, o en el interior de galerías que excavan en la roca o en la madera, como las bromas. (Molusco lamelibranquio marino de aspecto vermiforme, con sifones desmesuradamente largos y concha muy pequeña, que deja descubierta la mayor parte del cuerpo. Las valvas de la concha, funcionando como mandíbulas, perforan las maderas sumergidas, practican en ellas galerías que el propio animal reviste de una materia calcárea segregada por el manto, y causan así graves daños en las construcciones navales.) Del mismo

modo, en Cuba se desarrollan actualmente los mejillones verdes (*Perna viridis*) de origen asiático y que fue introducido aparentemente a través de los cascos de los buques o aguas de sentina a partir del tráfico marítimo, producto del acelerado desarrollo petroquímico de la Bahía de Cienfuegos (introducción no intencional). En el año 2008, el mejillón verde obstruyó los canales de enfriamiento de la Termoeléctrica de Cienfuegos, lo cual obligó a detenerla por varios días para poder extraer estos organismos. En una ocasión, se extrajeron 30 camiones en un día. En estos casos se les considera una especie exótica invasora (figura 4.25).



Ostra

Fig. 4.25 Ostra

### Clase Cephalopoda

Su nombre deriva del griego *kephalé* que significa “cabeza” y *podós* “pie”. Son unisexuales, con fecundación interna y desarrollo directo; todos marinos y de vida libre. Carnívoros, con ojos muy desarrollados. Están divididos en dos grupos: octópodos, con ocho tentáculos, como los pulpos (figura 4.26), y decápodos, con diez tentáculos, como los calamares. La mayoría de los vivientes (excepto los nautilus) no tienen concha externa, pero, salvo los pulpos, poseen una pieza interna de cartilago que protege los ganglios cefálicos que recuerda el cráneo de los vertebrados. Cuerpo musculoso, sobre todo, los brazos o tentáculos, que son el pie transformado y están provistos de ventosas muy potentes. Tienen boca con rádula de varios dientes, estómago triturador y tubo digestivo acabado en un recto; a su lado llegan los conductos de la bolsa de tinta, líquido que expulsado en el agua por el sifón forma una nube negra que oculta al animal y que utilizan de protección. El sifón también le sirve como órgano propulsor cuando expulsa agua con fuerza.



Pulpo

Fig. 4.26 Pulpo

En sentido general los Moluscos constituyen la base fundamental de la alimentación y de la artesanía de varios grupos culturales de diferentes épocas y lugares. Las conchas nacaradas de las madreperlas y de otras especies

son utilizadas para confeccionar objetos de artesanías industriales, muy apreciadas y de gran valor. Además se consideran de gran importancia por la participación que tienen en la dieta humana (figura 4.27).



Fig. 4.27 Diversidad de moluscos

## Phylum Annelida

Anélidos proviene del latín *anellum* que significa “anillo”, estos animales constituyen uno de los tipos importantes dentro de los no cordados, se han descrito aproximadamente más de 15 000 especies (figura 4.28). Presentan simetría bilateral, es decir, su cuerpo se puede dividir en dos partes simétricas, con las regiones cefálica (anterior) y caudal (posterior), más o menos diferenciadas. Tienen el cuerpo alargado, cilíndrico y cubierto de una cutícula flexible que crece con el cuerpo. Está dividido en anillos externos, que pueden ser o no iguales, y en segmentos internos o metámeros, separados por medio de tabiques y siempre con la misma estructura: su propia cavidad corporal llena de líquido que le sirve de esqueleto, hidroesqueleto, y sus propios órganos locomotores, respiratorios y excretorios (Nefridios) para eliminar sustancias de desecho. Los metámeros están unidos por tres aparatos comunes:

1. **Digestivo.** Poseen un tubo digestivo completo con boca y ano.
2. **Circulatorio.** Formado por vasos sanguíneos, uno dorsal y otro ventral, unidos por vasos laterales en cada segmento.
3. **Nervioso.** Un cordón nervioso doble recorre el cuerpo, con dos ganglios nerviosos en cada metámero, unidos en forma de escalera de cuerda; en la región cefálica, dos ganglios cerebrales se unen a los cordones.



Fig. 4.28 Lombriz de tierra

Estos animales tienen el cuerpo compuesto por numerosos segmentos, anillos, **metámeros** o **somitas**, su metamerización se manifiesta generalmente tanto en la morfología externa como interna, o sea, en los músculos, nervios, órganos reproductores, sistema vascular sanguíneo y excretor. Es bueno señalar que la parte segmentada en los anélidos queda fundamentalmente circunscrita al trono y que la cabeza representada por el prostomio y el **pigidio** o porción terminal donde se aloja el ano, no constituyen segmentos. En estos vermes cada anillo o segmento, lleva una serie de cortas setas o **quetas** quitinosas pares, las cuales tienen como función incrementar la tracción al sustrato por parte del animal cuando se arrastra.

Dentro del grupo las lombrices de tierra con su cuerpo largo, cilíndrico y anillado son las más familiares (Clase oligoquetos). La mayor parte de las lombrices habitan en el suelo húmedo, aunque pueden vivir también en las aguas dulces y en algunas ocasiones se les encuentran en el litoral marino, ciertas especies son parásitas.

Son hermafroditas. Durante la cópula. Se aparean en sentido contrario oprimen entre sí sus superficies ventrales y quedan adheridas por una sustancia secretada por el clitelo, anillo engrosado en la epidermis. Intercambian espermatozoides los cuales son llevados en sentido posterior al cóitelo y se almacenan en los receptáculos seminales de la otra lombriz. Después se separan y unos días más tarde el cóitelo secreta un capullo membranoso que contiene un líquido espeso. Cuando el capullo se desliza por la cabeza de la lombriz, en él se depositan óvulos que salen por los poros femeninos y se le depositan espermatozoides. Una vez que el capullo se ha liberado, sus aberturas se cierran de modo que se forma una cápsula dentro de la cual los óvulos fecundados se transforman en diminutas lombrices. Este complejo patrón reproductivo es una adaptación a la vida terrestre (figura 4.29).

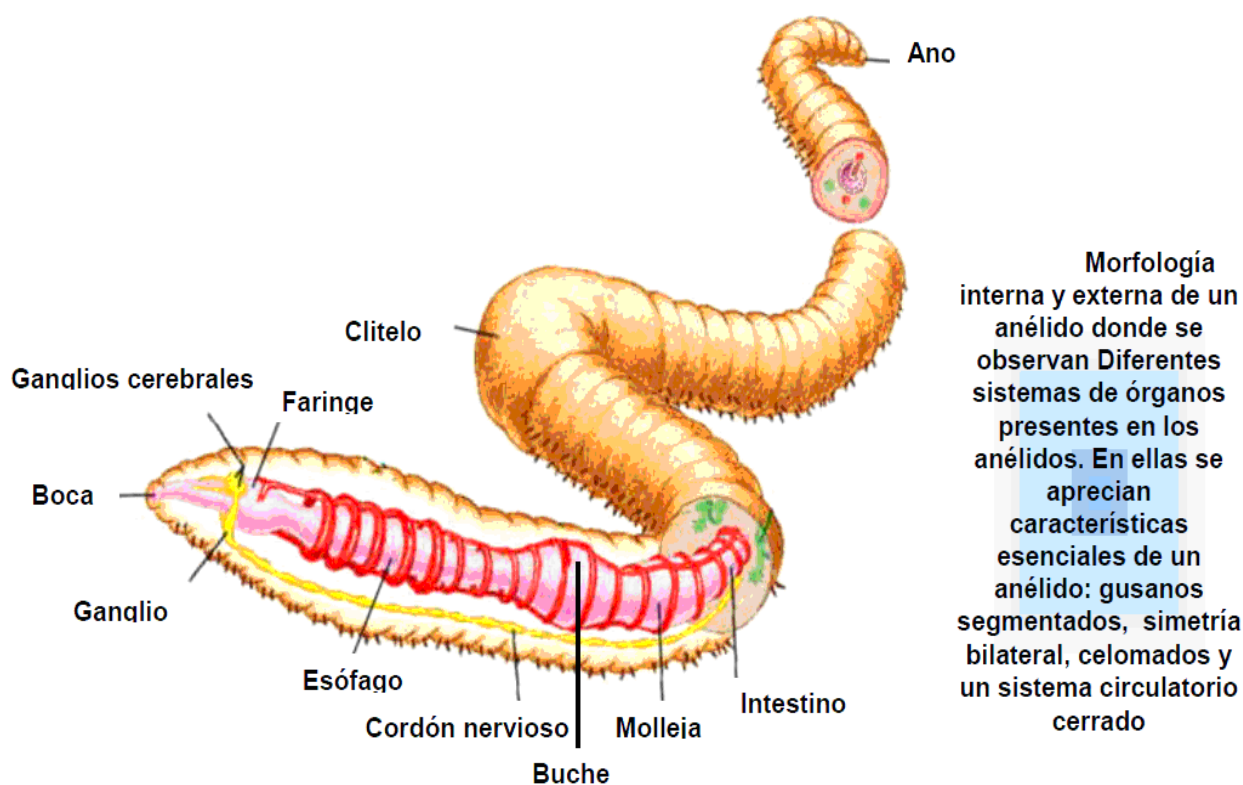


Fig. 4.29 Morfología interna y externa de un anélido

Los poliquetos (Clase poliquetos), comprenden primariamente gusanos marinos o de estuarios, más un pequeño número de especies que habitan las aguas dulces y litorales, y otras especies zapadoras habitan el suelo del supralitoral, los poliquetos como lo indica su nombre, tienen varias quetas por somita, partiendo de cada saco quetal, la especie más conocida sin lugar a duda es la lombriz de fuego.

Las sanguijuelas (Clase hirudineos) son en su mayoría dulceacuícolas, se les observa en pantanos, lagunas y lentas corrientes de agua de muchas partes del mundo.

Los arquianélidos (Clase arquianélidos), son todos marinos y constituyen un conjunto de pequeños y activos anélidos simplificados.

El tamaño de los anélidos es variable, algunos oligoquetos pueden medir menos de un milímetro de longitud, sin embargo, algunas lombrices de tierra gigantes como *Rhinodrilus fafneri* del Ecuador y *Megascolides australis* de Australia, alcanzan más de 2 metros de longitud y 2,5 centímetros de ancho.

Como se había expresado anteriormente, la característica más acentuada de los anélidos lo es sin duda la división del cuerpo en series de anillos o segmentos, indicados exteriormente por medio de constricciones de la pared del cuerpo, entre los segmentos.

La lombriz de tierra tiene importancia en la naturaleza, ya que participan en la formación del humus vegetal, es por ello que hoy se practica la cría artificial de lombrices con el fin de utilizarlas en el mejoramiento de las tierras cultivables.

## Phylum Arthropoda

**Arthropoda** deriva del griego *arthron* que significa “articulación” y *podas* “pies”, comprende el grupo más amplio en especies dentro del mundo viviente. Más de las tres cuartas partes de todas las formas conocidas del mundo animal se incluyen dentro de este grupo. Hasta el momento han sido descritas más de un millón de especies dentro de este grupo.

Los artrópodos se han adaptado a la vida en los más diversos hábitats. Son frecuentes en la tierra, en el agua y en el aire, y a menudo se les encuentra en lugares donde no pueden sobrevivir otros animales. Sin duda, ellos han alcanzado un gran éxito biológico, lo cual ha sido posible porque han desarrollado estructuras que les han permitido tan extraordinaria adaptabilidad.

Es un grupo formado por aproximadamente 1 100.000 de especies, que engloba el 80 % de los animales, de los que los insectos, con alrededor de un millón, son los más abundantes. Son invertebrados muy antiguos y los de organización más compleja, viven en todos los lugares del planeta. Su anatomía y sus formas de vida son extraordinariamente diversas, pero presentan algunos **caracteres comunes**.

- **Exoesqueleto.** Tienen un **esqueleto externo** que cubre todo el cuerpo, consistente pero flexible, formado por la quitina. A veces forma un caparazón, por lo que es frecuente el fenómeno de la muda. Este esqueleto está formado por piezas articuladas y da a los artrópodos sostén y protección contra los depredadores y la desecación.
- **Apéndices articulados.** Las **patas** y otros **apéndices**, como las antenas y las mandíbulas, formadas por piezas que se articulan entre sí, son móviles; el número y forma de las extremidades es muy variable y depende del grupo de artrópodos y de la función que realicen.
- **Cuerpo segmentado**, con simetría bilateral, generalmente dividido en tres segmentos, que en algunos casos se pueden unir:
  - **Cabeza.** El anterior, con la masa cerebral. Presenta las antenas, los ojos, simples o compuestos, y el aparato bucal, provisto de boca con mandíbulas y maxilas, para triturar el alimento.
  - **Tórax.** El intermedio, con importantes órganos, como el corazón. Presenta las patas articuladas y las alas, si las hay.
  - **Abdomen.** El posterior, con los aparatos excretor y reproductor.
- **Sistemas.** Tienen un tubo **digestivo** completo. El sistema **nervioso** está muy desarrollado y su cerebro muestra una estructura más compleja. El **circulatorio** está abierto, con un vaso dorsal contráctil que funciona como corazón. La **respiración** es branquial en acuáticos y traqueal en terrestres. La traqueal se realiza a través de un sistema de tubos, llamados tráqueas, comunicados con el exterior por unos orificios y que se ramifican por todo el cuerpo, llevando el oxígeno a todas las zonas del cuerpo.
- **Reproducción.** Mayoritariamente son individuos de dos sexos y fecundación interna mediante cópula. Son ovíparos y algunos forman larvas que pueden o no sufrir metamorfosis.

Los artrópodos se dividen en **cuatro clases** importantes:

1. Con quelíceros y sin antenas: **Arácnidos**.
2. Con mandíbulas y antenas: **Miriápodos, Crustáceos e Insectos**.

## Clase Aracnida

Hay arácnidos beneficiosos para los humanos por cazar insectos, aunque algunos son parásitos y pueden transmitirle enfermedades, como las garrapatas y los ácaros, y otros pueden producirle picaduras muy peligrosas, como los escorpiones y algunas arañas (figura 4.30).

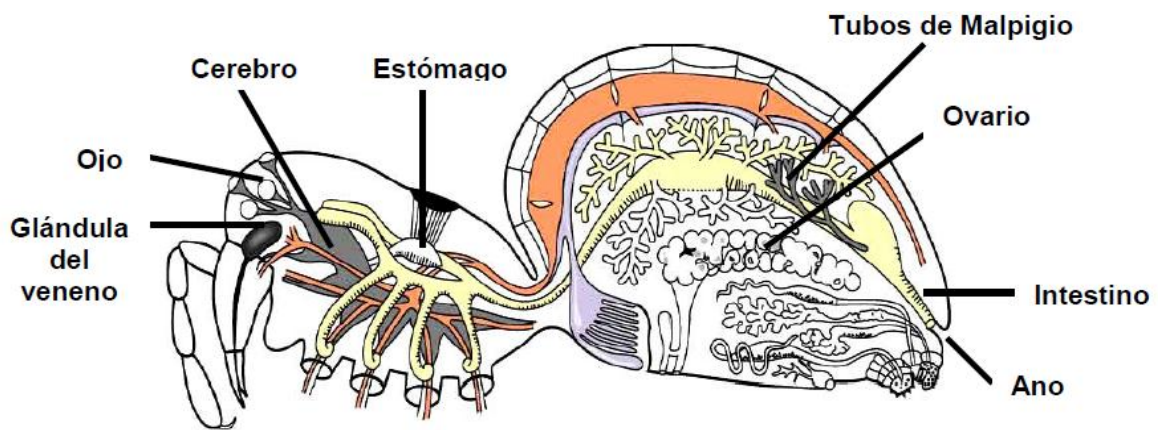


Fig. 4.30 Estructura interna de una araña

El cuerpo con segmentos poco visibles en general, formado por **cefalotórax**, unión de cabeza y tórax, y abdomen.

En el cefalotórax se localizan:

- Dos quelíceros, apéndices en forma de uña o pinzas, que pueden ser venenosos. Rodean la boca succionadora que chupa los tejidos blandos de sus presas, ya que no tienen mandíbulas.
- Dos pedipalpos, órganos sensitivos o prensiles.
- Los ojos, simples, casi siempre ocho.
- Cuatro pares de patas para caminar. Carecen de antenas.

La mayoría son unisexuales, con fecundación interna, ovíparos y con desarrollo directo. Son de vida libre y depredadores.

Las **arañas** se caracterizan por tener quelíceros para inyectar el veneno. Poseen glándulas hileras, productoras de seda, con las que tejen las telas de araña para capturar sus presas. Tienen respiración traqueal (figura 4.31).

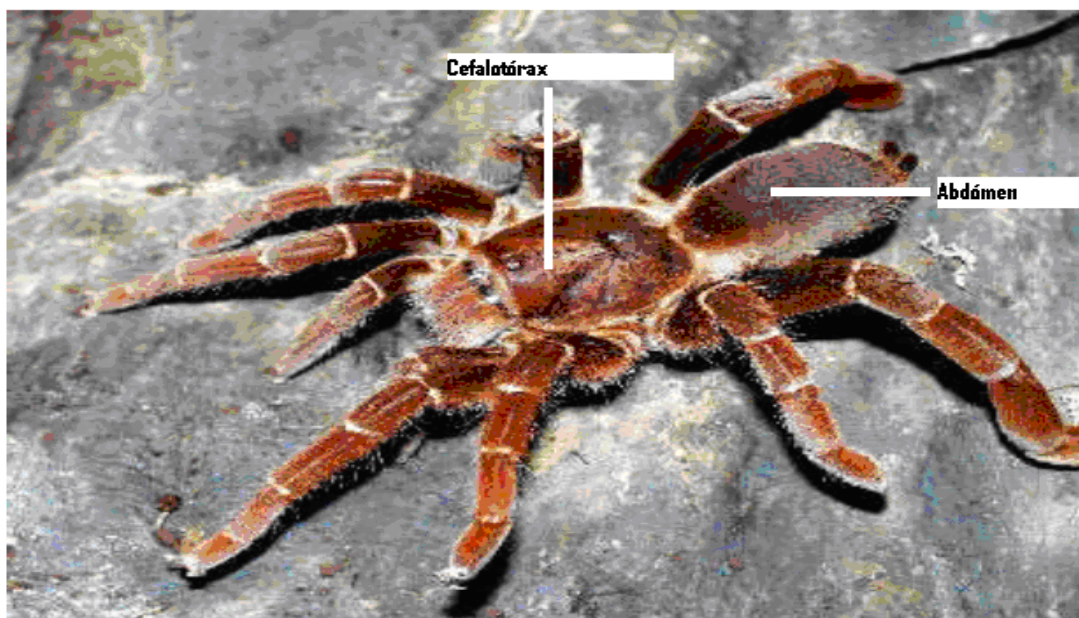


Fig. 4.31 Estructura externa de una araña

Por su parte los **escorpiones** (figura 4.32), están caracterizados por presentar cefalotórax con quelíceros reducidos y no venenosos, y pedipalpos terminados en pinzas enormes para sujetar e inyectar a sus presas el **veneno** con el aguijón situado al final del abdomen. Tienen peine, un órgano sensorial característico de estos animales. Son nocturnos y vivíparos, las madres portan las crías en su espalda.



Fig. 4.32 Escorpión

### Clase Miriapoda

Existen unas 10 000 especies, en general de pequeño tamaño, aunque algunos miden 30 cm.

- Tienen respiración traqueal y viven en ambientes húmedos al no tener cutícula impermeable. Su cuerpo está formado por:
  - Cabeza, con un par de antenas y un par de piezas bucales masticadoras. Tronco con segmentos, de 15 a 200 según las especies, y en cada uno al menos un par de patas, de ahí los nombres de ciempiés o milpiés.
- Se alimentan de materia vegetal en descomposición.

### Clase Crustacea

Para su estudio se pueden dividir en crustáceos **inferiores**, pequeños y sin apéndices en el abdomen e importantes en las cadenas alimenticias como sustento de los peces, y **superiores**, con apéndices en todos los segmentos y de gran importancia en la alimentación humana (figura 4.33).

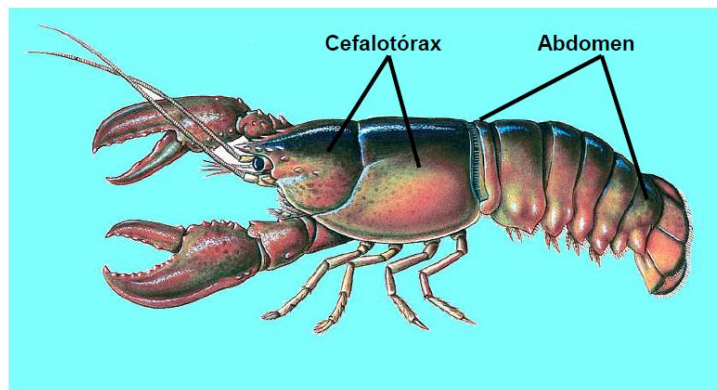


Fig. 4.33 Estructura externa de un crustáceo

Su cuerpo está segmentado, cubierto por un caparazón y dividido en cefalotórax y abdomen. En el abdomen tiene apéndices, los últimos en forma de láminas para nadar.

En el cefalotórax presentan:

1. Dos pares de antenas sensibles al tacto y al olfato; las primeras, más cortas, se llaman anténulas.
2. Tres pares de apéndices masticadores.
3. Dos ojos.

#### 4. Cinco pares de patas locomotoras, el primero terminado en grandes pinzas

Los crustáceos **superiores** tienen reproducción sexual y sexos separados; en los inferiores hay bastantes hermafroditas. Son ovíparos y con larva planctónica (en una fase de su desarrollo). La mayoría marinos y algunos de agua dulce o de lugares húmedos, ya que respiran por branquias. Son animales carnívoros.

### Clase Insecta

Con casi 1 000.000 de especies es el grupo más numeroso de animales (figura 4.34).



Fig. 4.34 Representante de los insectos

Se caracterizan porque su cuerpo está formado por:

1. **Cabeza.** Con ojos compuestos, un par de antenas con función olfativa y táctil y boca con apéndices, como maxilas y mandíbulas.
2. **Tórax.** Con tres segmentos que portan los tres pares de patas y dos pares de alas finas y membranosas, aunque la variedad de las patas y las alas es enorme.
3. **Abdomen.** Sin apéndices, está formado por diez u once segmentos, en los que aparecen los orificios de las tráqueas.

Son **ovíparos**. Pueden tener desarrollo larvario directo (la larva al nacer ya se parece al adulto) o indirecto; en este caso, se produce metamorfosis, con uno o varios pasos desde el huevo hasta el adulto.

La relación entre el hombre y los artrópodos son muy variadas. Muchos son perjudiciales, pues transmiten enfermedades graves al hombre y a los animales domésticos, mientras que otros constituyen plagas dañinas para las plantas de cultivo.

En la actualidad, existe una especie vulgarmente conocida como santanilla (*Wasmannia auropunctata*), que es una hormiga muy pequeña (alrededor de 1,5 mm de largo), de color castaño dorado. Es nativa de América Central y del Sur que se ha esparcido a otras latitudes. Se encuentra reportada entre las 100 de las especies exóticas invasoras más dañinas del mundo. Por sus características se adapta a variados hábitats, desde viviendas urbanas y rurales y en sus alrededores hasta campos cultivados, bosques y matorrales en general; crea supercolonias, su actividad es a toda hora con un comportamiento oportunista, que les permite apropiarse de la totalidad de los recursos disponibles en el ambiente en detrimento de especies competidoras. Su ataque provoca una irritación local intensa que provoca malestar y ardor en esa zona.

Pero no todos los artrópodos son perjudiciales, ya que son muchas las especies beneficiosas; así, unas se utilizan como alimento, numerosas intervienen en la polinización de las flores y otras producen sustancias útiles al hombre.

Por la enorme diversidad de forma que presenta este grupo de animales, ha sido necesario establecer una clasificación que los agrupe de acuerdo con sus características semejantes y relaciones de parentesco, de forma tal que se haga más fácil su estudio.

La diversidad de este phylum incluye especies beneficiosas como las abejas, mariposas, escarabajos, alacranes, camarones, langostas, cangrejos, etc., porque algunas de ellas participan en la polinización, otras su veneno se utiliza en la industria farmacéutica y en otras su carne es utilizada para la alimentación del hombre. Sin embargo, especies como cucarachas, mosquitos, pulgas, piojos, garrapatas, etc., constituyen plagas y son vectores de enfermedades de animales y del hombre que requieren del mejoramiento de condiciones higiénicas en general para su mejor control.

## Phylum Echinodermata

**Echinodermata** deriva del griego *echinos* que significa "erizos" y *derma* "piel". Consta de unas 6 000 especies, entre las que se encuentran algunos de los animales marinos más comunes. Comprenden las estrellas de mar (clase asteroideos), los ofiuros (ofiuroideos), erizos y dólares de arena (equinoideo), lirios de mar (crinoideos) y cohombres de mar (holoturoideos), además de varias clases extinguidas (figura 4.35).



Fig. 4.35 Estrella de mar

Todos son de simetría radial en estado adulto y la mayor parte poseen un endoesqueleto calizo con espinas externas. Viven en la costa y en el fondo del mar, desde la línea de la marea hasta más de 3 600 m de profundidad, en su mayor parte son de vida libre y de movimientos lentos; unos pocos son pelágicos, pero ninguno es parásito. Algunos son abundantes, pero ninguno colonial; algunos lirios de mar viven siempre fijos y otros muchos nadan libremente. Algunos equinodermos los emplea el hombre como alimento y sus huevos se han empleado en numerosos experimentos. Las estrellas de mar pueden perjudicar los criaderos de ostras o almejas (figura 4.36).

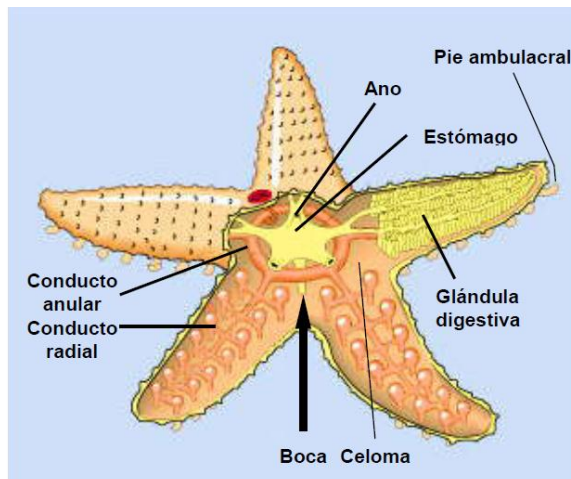


Fig. 4.36 Estructura interna de una estrella de mar

Los equinodermos poseen simetría radial de ordinaria, pentarradiada en los adultos, bilateral en las larvas, la mayor parte de sus órganos son ciliados, la superficie del cuerpo está formada por cinco áreas radiales simétricas y ambulacros, en las cuales salen los pies tubulosos y alternando entre estas hay cinco interambulacros (interradios).

El cuerpo de estos animales está cubierto por una delicada epidermis y posee un endoesqueleto mesodérmico resistente, formado por placas móviles o fijas, calcáreas de ordinario con una disposición definida; a menudo con espinas, piel correosa (flexible, elástica) y placas generalmente microscópicas en los Holoturoideos.

Presenta diferentes sistemas de órganos. El tubo digestivo es simple y generalmente completo (algunos carecen de ano). El sistema circulatorio es (hemal) radial, pero reducido y el celoma se encuentra tapizado por un

peritoneo ciliado, de ordinario grande, con amebocitos libres en su líquido; parte del celoma larvario se convierte en un sistema vascular acuoso, que suele tener numerosos pies tubulosos para la locomoción, la captura de alimento y la respiración, la cual se verifica por diminutas branquias o pápulas protractiles en el celoma, por pies tubulosos y, en las holoturias, por árboles respiratorios cloacales. El sistema nervioso de los equinodermos está constituido por un anillo circumoral y nervios radiales. Los sexos se encuentran separados (las excepciones son raras), iguales externamente, las gónadas grandes, con conductos simples; huevos abundantes, de ordinario fecundados en el mar las larvas son microscópicas, ciliadas, transparentes y de ordinario nadadoras, con notables metamorfosis.

Son pocas las especies vivíparas, algunas también se producen asexualmente por división, y muchas regeneran las partes perdidas, rápidamente.

Hasta aquí se han estudiado diferentes grupos de organismos animales que poseen adaptaciones variadas a las diferentes condiciones en que viven, pero tienen por característica común, que carecen de columna vertebral, por lo que se denominan invertebrados.

A continuación se presenta el estudio de los animales que por poseer columna vertebral son conocidos como vertebrados y apreciarás que en comparación con los anteriores presentan un mayor nivel de desarrollo evolutivo.

## **Phylum Chordata**

A este grupo de animales pertenecen todas las especies que durante su desarrollo embrionario presentan las características siguientes:

- Presencia de notocordio.
- Presencia de cordón nervioso dorsal.
- Presencia de hendiduras faríngeas o branquiales.

Estas, en su estado adulto pueden estar modificadas o sustituidas por otros órganos.

Por ejemplo en el subphylum Urochordata, donde se encuentra la ascidia, conocida por los pescadores como jeringa de mar, solo están las tres en estadio de larva, en el subphylum Cephalochordata, donde se halla el anfibio, están durante toda la vida y en el subphylum Vertebrata, el notocordio es sustituido por la columna vertebral.

Los vertebrados se distinguen por la presencia en ellos de la columna vertebral que constituye el eje esquelético de su cuerpo. Este soporte se desarrolla alrededor del notocordio y lo refuerza o sustituye. La columna vertebral son segmentos óseos o cartilagosos llamados vértebras. En la posición anterior se encuentra el cráneo, el cual rodea y protege al encéfalo, el extremo anterior del cordón nervioso.

Cráneo y columna vertebral son parte del endoesqueleto. En contraste con los invertebrados que posee un exoesqueleto, es un tejido que crece con el animal y no es sustituido por mudas.

Otra característica importante de los vertebrados es su cefalización, o sea, la concentración de células nerviosas y órganos sensoriales en una cabeza bien definida.

Todos los vertebrados comparten otras características, que aunque no son exclusivas de ellos, si alcanzan un mayor desarrollo. Poseen un sistema circulatorio cerrado con un corazón dotado de dos, tres o cuatro cámaras; riñones pares; tubo digestivo completo y glándulas digestivas (hígado y páncreas); músculos unidos al esqueleto para garantizar su movimiento; un sistema nervioso con una división autónoma que regula las funciones involuntarias de los órganos internos; órganos de los sentidos bien desarrollados (ojos, oídos, olfato y gusto); dos pares de apéndices y sexos separados.

Las características anteriormente mencionadas ofrecen con claridad el alto desarrollo evolutivo alcanzado por los vertebrados en el reino Animalia.

A continuación se detallarán algunas clases pertenecientes a este *Phylum*.

## **Clase Chondrichthyes**

La clase **Chondrichthyes** agrupa a una gran variedad de animales vertebrados que se caracterizan por poseer un esqueleto interno de consistencia cartilaginosa, de ahí el nombre que recibe el grupo y que proviene del griego *chondros* que significa "cartilago" e *ichthyes* "peces". Esta clase comprende, entre otros la gran diversidad de tiburones, rayas, mantas, obispos y quimeras que habitan en su mayoría en las aguas de mares y océanos de todo el mundo. Estos peces son generalmente de talla mediana, la cual oscila entre los 90 cm y los 2,5 m, pero hay especies que tienen un tamaño extraordinario como es el caso del pez dama, que alcanza más de 15 m y que es considerado como uno de los vertebrados vivientes más grandes que se conocen; sin embargo, algunas especies de tiburones y rayas no sobrepasan los 30 cm. Muchos representantes de este grupo son conocidos por la velocidad

que desarrollan durante la natación, así como por sus hábitos alimentarios. Algunos de ellos son temidos por pescadores y bañistas (figura 4.37).

Todos los condricios tienen un par de mandíbulas y dos pares de aletas. La piel contiene escamas placoides. Cada una de estas escamas es una estructura en forma de diente constituida por una capa externa de esmalte y una capa interna dentina. El recubrimiento de la boca tiene escamas mayores que hacen la función de dientes. Los dientes de estos organismos están inmersos en la carne, no fijos a las mandíbulas; en forma continua se desarrollan nuevos dientes atrás de los funcionales, y se desplazan hacia delante para sustituir a los que se pierden.



Fig. 4.37 Un representante de tiburón

Los peces cartilagosos tienen de cinco a siete pares de branquias. Una corriente de agua penetra por la boca y pasa por las branquias para salir por las hendiduras branquiales, por lo que existe un suministro constante de oxígeno.

Presentan un tubo digestivo que consiste en una cavidad oral, le continúa una larga faringe que conduce al estómago y de este a un intestino corto y recto al que llegan las secreciones del hígado y el páncreas. Termina en una cloaca la cual recibe los desechos digestivos, la orina y en la hembra el semen del macho. Esta es característica de muchos vertebrados y se abre en la parte inferior del cuerpo.

Poseen un encéfalo complejo y la médula protegida por las estructuras cartilaginosas de su columna vertebral. Existen órganos sensoriales que permiten localizar sus presas por medio del olfato y la percepción de vibraciones en el agua, así como por la vista.

Es característico de todos los peces, la existencia de una línea lateral formando un surco a lo largo de todo su cuerpo con pequeñas aberturas hacia el exterior, donde células sensoriales en los canales reaccionan al movimiento del agua.

Los sexos están separados y la fecundación es interna. Algunos ejemplares como las mantas y algunas especies de tiburones ponen sus huevos (ovíparas), mientras muchas especies de tiburones incuban los huevos en su interior, por lo que se les considera ovovivíparas. Unos pocos son vivíparas.

La mayor parte de los tiburones son depredadores devorando otros peces, crustáceos y moluscos.

Se conoce que algunas especies de condricios ocasionan daños al ser humano, pero la realidad es que el hombre también ha provocado perjuicios, por lo que muchas especies están en peligro de extinción, pues tiburones y rayas son fuente de alimentación al hombre y la piel se utiliza en la industria del calzado para confeccionar bolsos y zapatos. El aceite de su hígado es muy utilizado en la medicina por ser una fuente importante de Vitamina A.

Es preciso entonces en las diferentes regiones del planeta donde se utilizan estas especies con tales fines, realizar un mejor manejo de dichos recursos para evitar la pérdida de estos miembros de la diversidad biológica.

### **Clase Osteichthyes**

Los peces óseos, nombre que recibe este grupo de vertebrados y que proviene del griego *osteos* que significa "huesos" e *ichthyes* "peces", son los animales que predominan en el hábitat acuático.

Este grupo está constituido por unas 20 000 especies (figura 4.38), que presentan las más variadas características en cuanto a hábitat, forma del cuerpo, color y tamaño. Dentro de la diversidad se hallan el pargo criollo, la claria, la trucha, la tenca, la sardina, la rabirrubia, el ronco, el caballito de mar, la morena, el escribano, etcétera.



Fig. 4.38 Diversidad de peces óseos

La abundancia de los peces óseos es considerable; viven tanto en agua salada como agua dulce, han colonizado todos los biotopos posibles para su vida y lo han aprovechado con éxito, en esto influye la resistencia a condiciones ambientales desfavorables, incluso mediante modificaciones alimentarias de singular importancia. La mayoría son piscívoros, no obstante, otros ingieren desde el plancton hasta todo tipo de vegetación acuática. Por todo lo anterior, no nos sorprende el hecho de que los peces óseos sobrepasen en número de especies casi 8 veces el de peces cartilaginosos.

Los peces óseos se caracterizan en lo fundamental por tener el cuerpo cubierto de escamas de origen dérmico. La mayor parte de las especies tienen tanto aletas mediales como aletas pares, con radios de cartílago o hueso. A diferencia de los condriictios, poseen un fragmento protector lateral de la pared de su cuerpo llamado opérculo, situado en la parte posterior de la cabeza y que recubre las branquias. Gracias al movimiento del opérculo, existe una circulación del agua que entra por la boca y sale por este permitiendo que los peces óseos obtengan el oxígeno disuelto en agua, necesario para su respiración.

Un aspecto que también los distingue de los condriictios, es la presencia de una vejiga natatoria, órgano hidrostático que permite al pez cambiar la densidad de su cuerpo y, de este modo, subir, descender o permanecer estacionado a una profundidad determinada. Los peces cartilaginosos al no poseerla tienen que estar nadando constantemente, de lo contrario se hunden.

Los peces óseos por lo general son ovíparos. Su fecundación es externa y ponen una gran cantidad de huevos de los cuales nacen los alevines. Ocurre con frecuencia que esa gran cantidad de huevecillos y peces jóvenes sirven de alimento a otros peces. Muchas especies de peces construyen nidos y cuidan de ellos hasta el nacimiento de las crías.

El **pargo criollo** es una especie que habita generalmente en las aguas de nuestra plataforma insular, donde acostumbra a moverse en grandes grupos, su talla oscila entre 40 y 80 cm en su estado adulto, y se distingue fácilmente por los vivos colores que van desde el rojo o rosado en la región ventral del cuerpo y las aletas, hasta el color verdoso de la cabeza y la región dorsal, en la que se observa una gran aleta espinosa.

Esta tonalidad de rojo y rosado le permite pasar inadvertido en su hábitat, de forma que otros peces que se alimentan de él no lo puedan descubrir con facilidad, por lo que su color constituye para el pargo una forma de enmascaramiento. Esta especie es uno de los renglones económicos exportables por la calidad de su carne. Junto al pargo existe otra diversidad de peces óseos que representan renglones económicos, tanto para la exportación como para el consumo nacional, pues la plataforma cubana, por su carácter insular, los ecosistemas marinos existentes y las barreras coralinas, permiten que se desarrolle una diversidad de especies que son ampliamente comercializadas.

Algunas especies de agua dulce han caracterizado la fauna cubana de peces óseos como son la biajaca criolla, el manjarí (en peligro de extinción), la trucha, etc. Durante años han servido de alimento a los campesinos y otra parte de la población en general. En la actualidad la introducción de algunas especies como la claria, la tenca y la tilapia con fines económicos han favorecido este renglón alimentario.

A pesar de ello, la claria, también conocida como pez gato (*Claria gariepinus*) de origen africano fue introducida por el Ministerio de la Pesca de forma intencional con fines alimentarios por las particularidades nutricionales de su carne. Es un omnívoro depredador que se ha extendido sorprendentemente en todo el país, bajo diversas circunstancias y condiciones ambientales. En el estudio del contenido estomacal de las clarias, se han encontrado restos de anfibios, reptiles, moluscos, aves, mamíferos y vegetación, lo cual demuestra todas las vías de alimentación que posee. Su vertiginoso desarrollo ha ocasionado que ataque a la biajaca criolla que casi está desapareciendo de los ríos y lagunas cubanos, y se ha reproducido tan vertiginosamente que, prácticamente es en estos momentos una especie de un inteligente manejo y control por considerarse, bajo dichas circunstancias, una especie exótica invasora.

Otra especie exótica invasora es el pez león (*Pterois volitans*). Se reportó su presencia en Cuba, por primera vez, en el año 2007 en la región oriental del país. A partir de ese momento su dispersión ha sido veloz y se encuentra en casi todas nuestras costas.

Es una especie de depredación directa, de alto nivel competitivo en su ambiente y su superpoblación por su fácil reproducción. El veneno de sus espinas puede provocar graves afectaciones al ser humano. Se han reportado hasta la fecha, varios casos de personas intoxicadas con el veneno de este pez.

### Clase Amphibia

Los anfibios son los representantes actuales más antiguos de los vertebrados terrestres. El nombre de esta clase viene del griego *amphi* que significa “ambos” o “dobles” y *bios* “vida”. Es decir, que los animales que constituyen este grupo poseen generalmente una “doble vida”, ya que la mayoría desarrolla una etapa de su ciclo de vida en el agua y la otra en la tierra.

En la actualidad se conocen aproximadamente unas 2 500 especies de anfibios. De ellas son muy conocidas para nosotros las ranas y los sapos dada su extraordinaria abundancia en charcas y lugares húmedos del país.

Los anfibios se clasifican en tres órdenes: **Urodela**, constituido por salamandras, tritones y necturos, todos con larga cola; **Anura**, que incluye sapos y ranas, sin colas y patas articuladas especializadas para el salto y **Apoda**, de las cecilias, ápodas y con aspecto de gusano. Observa en la figura 4.39 algunos representantes de estos órdenes.

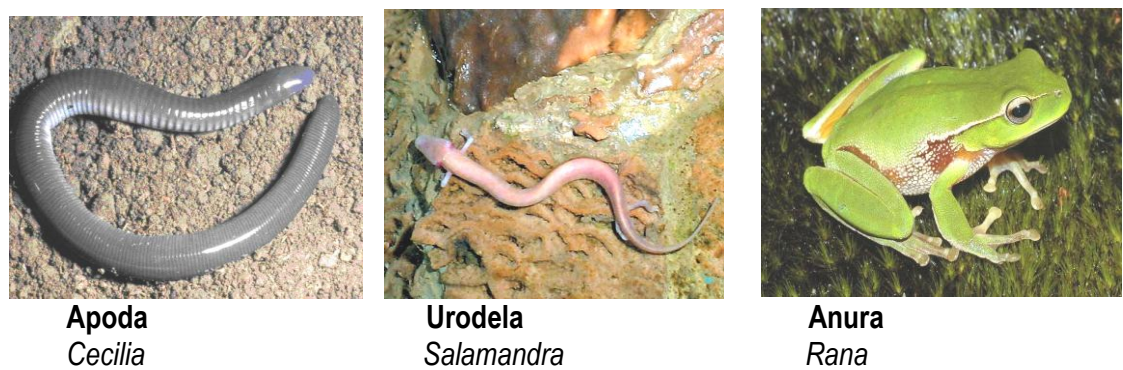


Fig. 4.39 Representantes de anfibios

Estos animales se caracterizan por poseer cuatro extremidades (aunque algunos presentan dos o simplemente no poseen) con membranas interdigitales o no. Observa la figura 4.40.

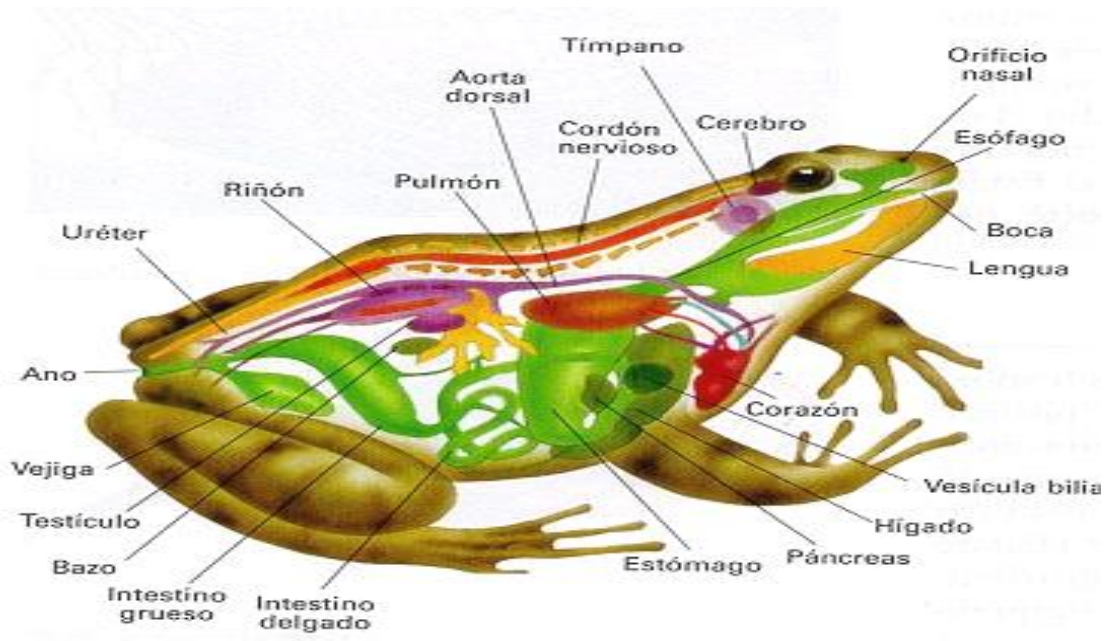


Fig. 4.40 Estructura interna de una rana

El cráneo tiene dos cóndilos occipitales, una cintura pélvica unida a las vértebras y la circulación doble con mezcla de sangre en el último ventrículo. El corazón de los anfibios tiene dos aurículas que reciben la sangre y un solo ventrículo que la bombea hacia las arterias. Un doble circuito de vasos sanguíneos mantiene separada en parte la sangre rica en oxígeno de la sangre desoxigenada. La sangre pasa por el proceso de circulación hacia los tejidos y órganos del cuerpo. Luego, después de regresar al corazón, es dirigida a través de la circulación pulmonar a los pulmones y la piel, donde se vuelve a oxigenar. La sangre rica en oxígeno vuelve de nuevo al corazón para ser bombeada y distribuirse por todo el cuerpo.

La respiración pulmonar es además, reforzada por la cutánea, debido a que su piel es húmeda (por la presencia de muchas glándulas mucosas) y vascularizadas, y por la mucosa bucal. En las larvas es branquial. Los anfibios adultos no dependen solamente de los pulmones primitivos para el intercambio de gases respiratorios, ya que como se ha mencionado anteriormente su piel también funciona como órgano respiratorio por ser húmeda y poseer glándulas que la mantienen húmeda, además de estar muy irrigada de vasos sanguíneos.

La presencia de dichas glándulas en la piel para mantenerla húmeda y evitar la desecación es otra importante adaptación a las condiciones de la vida terrestre.

Los ojos poseen párpados, lo cual constituye una adaptación a la vida terrestre para evitar la acción de la radiación solar y de este modo se mantienen húmedos.

La línea lateral del cuerpo está presente solo en las larvas y en algunos adultos que desarrollan toda su vida en el agua.

Los anfibios tienen 10 pares de nervios craneales, la excreción es a través de los riñones mesonefros y por la piel, además su reproducción es ovípara.

Un aspecto importante en la reproducción es que a pesar de haber invadido la tierra, donde algunos anfibios adultos son muy exitosos como animales terrestres y pueden vivir en lugares bastante secos, la mayor parte de ellos son dependientes del agua para perpetuar sus especies, debido a que su huevo carece de una envoltura resistente para poder evitar los efectos de la radiación solar. Por esta razón, pasan por un conjunto de transformaciones que se conoce como metamorfosis.

Los óvulos y espermatozoides, por lo general, son depositados en el agua en una sustancia gelatinosa que los mantiene unidos, los embriones de ranas y sapos se convierten en larvas llamadas renacuajos que tienen cola y branquias, pero que no deben confundirse con algún tipo de pez pequeño. Estos se alimentan de las plantas acuáticas y después de un tiempo comienzan a experimentar una serie de transformaciones (la metamorfosis). Las branquias y hendiduras branquiales desaparecen, la cola se recorta poco a poco, se desarrollan las patas anteriores, el tubo digestivo se acorta y la alimentación va variando, de las pequeñas plantas de que se alimentaban se inicia una alimentación carnívora, la boca se ensancha y se desarrolla una lengua con características especiales, su base está en la parte anterior de la boca y la posterior es arrollada para poder lanzarla a la caza de una presa, aparecen la membrana timpánica y los párpados.

Algunas especies de salamandras no experimentan la metamorfosis completa, retienen en su fase adulta muchas características larvales, por lo que se vuelven sexualmente maduros sin haber completado la metamorfosis (esto es conocido como neotenia). Observa en la figura 4.41 el proceso de metamorfosis.

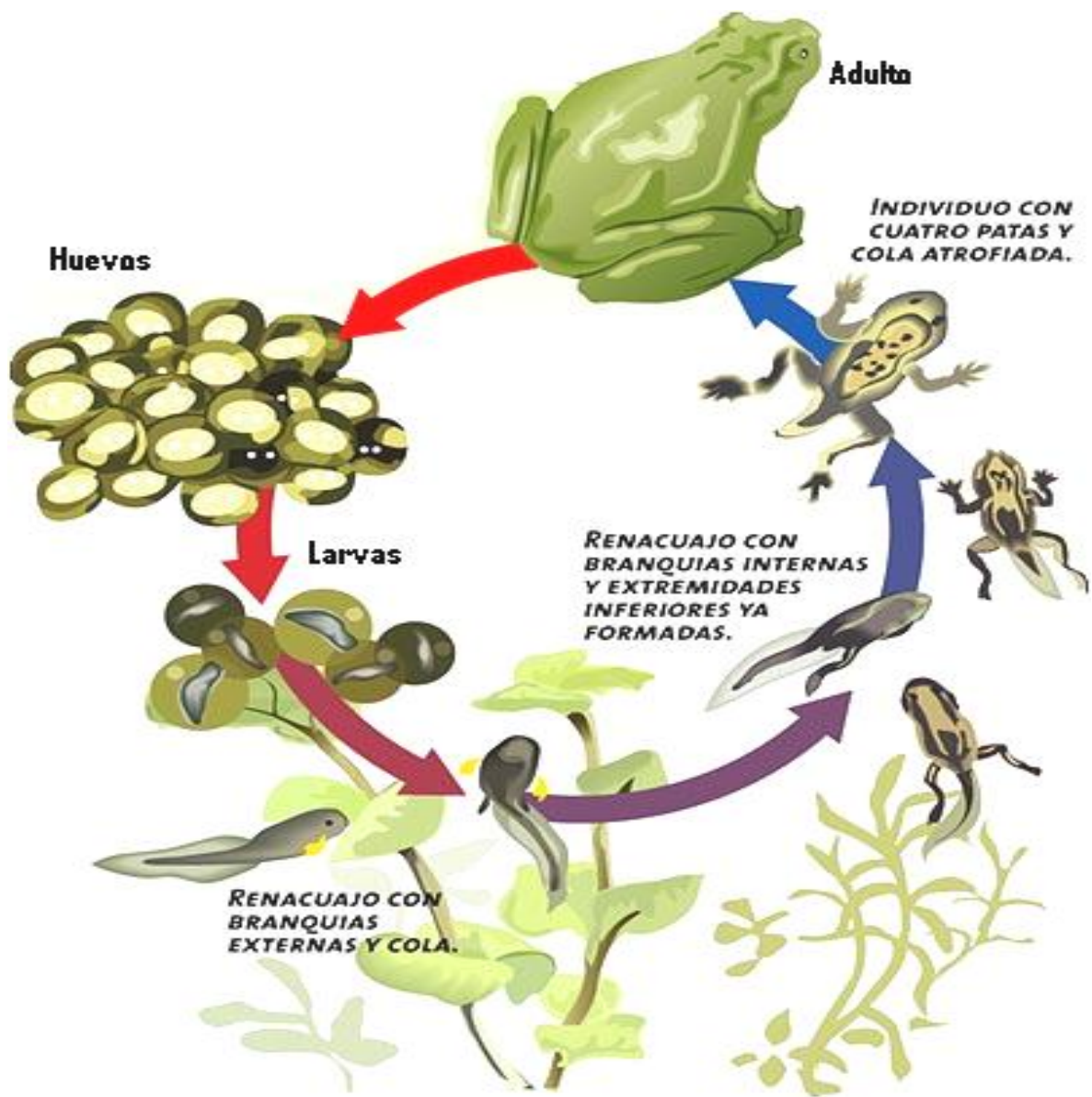


Fig. 4.41 Metamorfosis de la rana

Los aspectos descritos hasta aquí, son suficientes para comprender que los anfibios desde el punto de vista evolutivo son superiores a peces por el hecho de haber invadido la tierra, pero no la pueden conquistar, ya que todavía permanecen características anatómicas y funcionales que dependen del agua, de lo contrario, adaptaciones para contrarrestar los efectos de la vida terrestre.

Los anfibios son muy importantes para la vida del hombre y el resto de los organismos de la naturaleza. Por ser carnívoros, se alimentan de insectos como moscas, mosquitos, pequeñas cucarachas y arañas, entre otros, por lo que actúan indirectamente como controladores biológicos, ya que esos insectos pueden ocasionar enfermedades a los humanos y otros animales.

Los anfibios tienen la posibilidad de cambiar de color para adaptarse al medio donde viven y confundirse para no ser atacados por otros organismos, a esto se le denomina mimetismo. El cambio de coloración depende de procesos hormonales regulado por la glándula hipófisis. Algunas de estas sustancias secretadas son tóxicas.

Algunas especies, como la rana toro, poseen una carne saludable y muy apreciada en la alimentación y son también utilizadas como fuente de exportación.

### Clase Reptilia

Los reptiles constituyen los primeros vertebrados adaptados por completo al hábitat terrestre, por lo que abundan tanto en bosques tupidos como en costas, ciénagas, montañas altas, etcétera.

En la actualidad se conocen aproximadamente unas 6 300 especies de reptiles las cuales incluyen animales tan conocidos como los lagartos, las serpientes, las tortugas de mar y de tierra y los cocodrilos, entre otros.

El nombre de la clase proviene del latín *reperere* que significa “reptar” (arrastrarse) y se refiere a la forma de locomoción frecuente en la generalidad de estos animales.

Los reptiles son organismos verdaderamente terrestres, pues no necesitan regresar al agua para reproducirse. Se dice que los reptiles son los primeros organismos en conquistar la tierra. Ya los anfibios la habían invadido, pero dependiendo del agua. A continuación se analizarán las características de los reptiles que le permitieron adaptarse a la vida terrestre (figura 4.43).

Su cuerpo está cubierto por escamas córneas, duras y secas, que los protegen de la desecación y de los depredadores, pero no la pueden utilizar para los intercambios gaseosos como lo hacían los anfibios, por lo que presentan pulmones mejor adaptados por presentar cámaras y una mayor superficie para el intercambio gaseoso.



Fig. 4.42 Iguana

La mayor parte de los reptiles poseen el corazón dividido en tres cavidades y el ventrículo presenta un tabique o división interna, pero incompleta que facilita la separación parcial de la sangre rica y pobre en oxígeno, lo que favorece la oxigenación de todos los tejidos del cuerpo de los reptiles. Los cocodrilos sí presentan cuatro cavidades en el corazón, lo que permite que la sangre purificada no se mezcle con la impura.

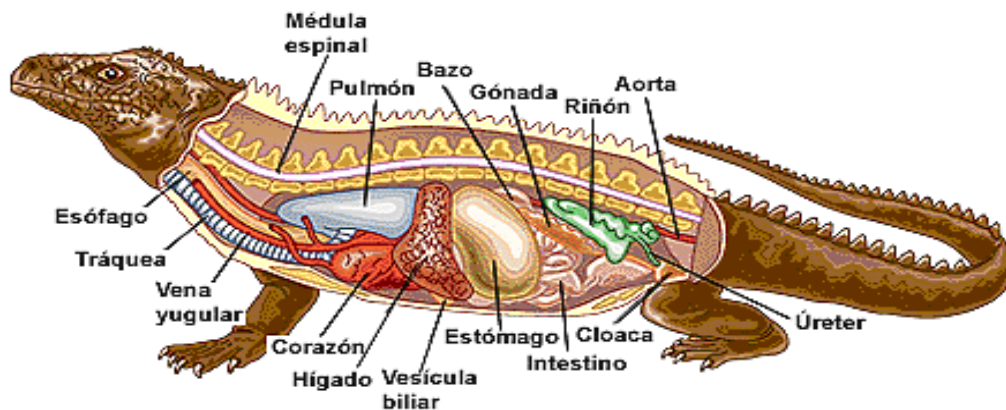


Fig. 4.43 Estructura interna de un reptil

Otra adaptación a la vida terrestre es la forma en que los reptiles eliminan las sustancias de desecho de su cuerpo sin arrojar mucha cantidad de agua, ya que en el proceso de formación de la orina se absorbe mucho agua y no es expulsada al exterior.

La temperatura del cuerpo de los reptiles no puede ser controlada por ellos mismos como también ocurre en peces y anfibios, sino que la temperatura corporal depende las condiciones del medio. Sin embargo, los reptiles presentan mecanismos para elevar su temperatura. A veces habrás observado lagartijas expuestas al sol. Todo ello tiene influencia en sus procesos metabólicos. Un reptil expuesto al sol aumenta su capacidad metabólica y, por tanto, posee mayor actividad, en consecuencia los reptiles buscan mecanismos para aumentar la temperatura de su

cuerpo respecto a la del medio ambiente. Todo esto te permitirá concluir que los reptiles manifiestan mayor actividad y, por lo tanto, mejor desempeño en los climas cálidos que en los fríos.

La mayor parte de los reptiles son carnívoros, aunque algunos como las tortugas y lagartos son herbívoros.

Sus miembros anteriores y posteriores en general poseen cinco dedos, están perfectamente adaptados para correr y trepar.

Sus órganos sensoriales les permiten localizar las presas.

Una de las adaptaciones a la vida terrestre de los reptiles es en su forma de reproducción. Con anterioridad se ha planteado que no necesitan del agua para reproducirse. Aunque algunas especies como las tortugas y los cocodrilos (también los caimanes) viven en el agua, en época de reproducción salen a la tierra para depositar sus huevos hasta obtener la cría.

El huevo de los reptiles se encuentra recubierto por una cubierta protectora coriácea, lo que ayuda a impedir que el embrión contenido en su interior sea dañado por las condiciones externas de la vida terrestre, como altas temperaturas, la acción de otros animales, etc. Antes de la formación de ese cascarón, la fecundación de los reptiles ocurre en el interior de la hembra después de una cópula donde el macho a través de sus órganos copuladores deposita los espermatozoides en el interior de la hembra.

Ocurrida la fecundación y bajo la protección de la cubierta del huevo se produce el desarrollo del embrión en una cámara líquida rodeada por una membrana denominada **amnios**. Bajo estas condiciones el embrión se mantiene húmedo y la cámara líquida actúa como amortiguador contra los efectos externos, o sea, posibles golpes o choques mecánicos.

Otras envolturas dentro del huevo contribuyen al exitoso desarrollo del embrión. El **corion** se encuentra rodeando al embrión y al resto de las membranas extraembrionarias, por lo que su función fundamental es de protección. El **alantoides** forma una tercera bolsa mediante la cual el embrión toma el oxígeno necesario que llega a través de la cubierta del huevo, que es porosa. El alantoides, además, funciona como reservorio de los productos de excreción del embrión.

Una vez transcurrido el tiempo de desarrollo del embrión, el animal completamente formado rompe la cáscara que lo rodea, emergiendo un pequeño ejemplar con características similares a sus padres, el que se adapta rápidamente a las nuevas condiciones de vida.

Existe una gran diversidad de especies de reptiles, desde los mijaes, las tortugas terrestres y acuáticas, los cocodrilos y caimanes hasta los lagartos de formas y tamaños diferentes. Es por ello que se encuentran agrupados en tres órdenes: **Chelonia** que comprende a las tortugas, donde su tamaño varía desde los 8 cm hasta 2 m y su cuerpo está recubierto por una cubierta protectora constituida por placas óseas con escamas córneas superpuestas formando un caparazón, que permite a los organismos vivir dentro de ella y pueden proteger la cabeza y patas de los efectos externos.

**Squamata** formado por lagartos, serpientes e iguanas que son los reptiles más modernos y su piel recubierta por filas de escamas que se superponen como las tejas de un tejado formando una armadura continua que puede sufrir mudas mientras el individuo crece. Algunos como los lagartos tienen la capacidad de regenerar la cola cuando ha sido dañada.

**Crocodylia** incluye los cocodrilos y caimanes entre otros. Casi todos viven en pantanos, en ríos o en costas marinas, donde excavan el lodo y se alimentan de diversos tipos de animales. Los cocodrilos son los reptiles vivos más grandes que pueden medir hasta 7 m.

La figura 4.44 te presenta algunos ejemplares de los tres órdenes descritos anteriormente.

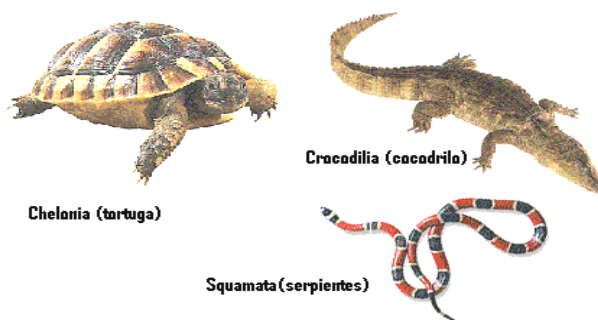


Fig. 4.44 Diversidad de representantes de reptiles

En Cuba los reptiles están ampliamente representados. Estos animales tienen una gran importancia como **controladores biológicos en la naturaleza**. Así, por ejemplo, el majá de Santa María contribuye al control de ratones y ratas en los cañaverales. Por otra parte, las lagartijas y las culebras se alimentan de insectos perjudiciales a las plantas de cultivo.

Es conocido también el valor de los sueros que se preparan en otros países a partir del veneno de las serpientes, los cuales han disminuido considerablemente los índices de mortalidad ocasionados por las picaduras de estos reptiles.

Desde hace tiempo se conoce la importancia que tienen los reptiles para la vida del hombre. Por ejemplo, la piel de los cocodrilos se ha utilizado tradicionalmente para la confección de zapatos, carteras, etcétera.

Por tales motivos el Estado cubano ha tomado medidas con el objetivo de asegurar la conservación de la especie de reptiles en nuestro país. Se han habilitado algunos lugares de la ciénaga de Zapata como centros de cría y protección de los cocodrilos.

### **Clase Aves**

El término aves proviene de la palabra griega *ornis*, estas constituyen uno de los grupos de vertebrados que han alcanzado un mayor desarrollo en el reino animal. Estos interesantes animales, que abarcan más de 8 600 especies, son fácilmente reconocidos por el hombre debido a que presentan el cuerpo cubierto de plumas, estructuras flexibles y muy fuertes para su escaso peso. Protegen el cuerpo, reducen la pérdida de agua a través de la superficie corporal, disminuyen la pérdida del calor del cuerpo y participan en el vuelo presentando al aire una superficie de sustentación (figura 4.45).



Fig. 4.45 Gallo

Las extremidades anteriores en forma de alas adaptadas para el vuelo en la mayoría de las especies y las posteriores para caminar o nadar.

Poseen un pico córneo. Picos y patas sufren modificaciones en correspondencia con los lugares donde viven y la forma de alimentarse.

Todas estas características distinguen a las aves del resto de los vertebrados.

Además de las alas y las plumas, las aves presentan otras adaptaciones para el vuelo. Su cuerpo es compacto y aerodinámico. Sus huesos son fuertes, huecos con grandes espacios aéreos, por lo que son muy ligeros, muchos de ellos fusionados, lo que les proporciona la rigidez necesaria para volar.

Por la capacidad que poseen para el vuelo, en su mayoría han podido invadir numerosos hábitats, muchos de ellos inalcanzables a otros animales, lo que les proporciona ciertas ventajas para huir de sus enemigos.

La mandíbula de las aves es ligera y en lugar de dientes poseen un pico córneo. Los pulmones son muy eficientes, pues poseen extensiones de pared muy delgadas llamadas sacos aéreos, que ocupan espacios libres entre los órganos internos y dentro de algunos huesos. Tienen el corazón dividido en cuatro cavidades y circulación doble donde la sangre suministra el oxígeno a los tejidos y después vuelve a ser oxigenada en los pulmones para ser bombeada una vez más hacia todas las partes del cuerpo. Su sangre es caliente y mantienen una temperatura corporal constante, por lo que pueden vivir en climas fríos sin dificultad.

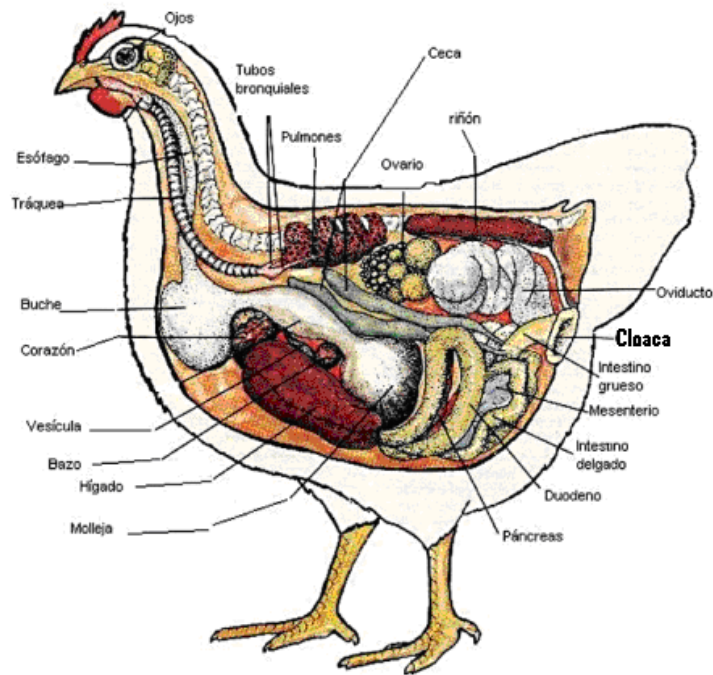


Fig. 4.46 Estructura interna de un ave

Las excreciones de las aves se producen a través de la cloaca, pues carecen de vejiga urinaria. Esto les permite mantener un peso corporal reducido, también importante en la capacidad que tienen de volar.

El metabolismo de las aves es muy alto para obtener la energía necesaria para el vuelo, no obstante, existen formas y maneras diferentes de adquirir los alimentos a través de sus picos. Unas se alimentan de semillas pequeñas o frutos, gusanos, moluscos. Algunas a través de sus patas en forma de garras cazan roedores, conejos, serpientes, etc. Estos alimentos son depositados en el buche, órgano peculiar de las aves. También poseen una molleja, muscular y de paredes gruesas, donde los alimentos son reducidos a porciones pequeñas para facilitar la digestión. Muchas aves ingieren pequeñas piedrecillas que ayudan en la molleja a degradar los alimentos.

Las aves se caracterizan por poseer un sistema nervioso bien desarrollado con un encéfalo mayor al de los reptiles. Dependen en gran medida del sentido de la vista, sus ojos son relativamente mayores que los de otros vertebrados. El oído también está bien desarrollado.

A pesar de la forma peculiar del cuerpo de las aves, estas muestran una gran diversidad en cuanto al tamaño, la coloración del plumaje y las diferentes formas del pico y las patas. Así, se puede destacar el pequeño tamaño de un canario al lado de la gran talla del cóndor, el contraste del plumaje del negrito con el maravilloso colorido de las plumas del pavo real macho, y los extravagantes picos del pelícano, la cotorra, el pájaro carpintero y el zonzún, entre otros.

Muchas aves como el ruiseñor y el sinsonte poseen la facultad del canto, una de las manifestaciones más bella de estos animales, la cual ha atraído la atención y admiración del hombre desde tiempos remotos.

Este grupo de animales ha representado además para el hombre una fuente valiosa de alimentos por el aporte de su carne y de sus huevos.

En las aves es característico su traslado a otros lugares (migraciones), la forma de confeccionar sus nidos y el canto, aspectos que las distinguen de otros animales.

Uno de los fenómenos temporales más notables de las aves es la costumbre que tienen muchas especies de realizar traslado, generalmente de las regiones del norte a las del sur, en busca de condiciones más favorables, tales como mejores temperaturas y alimento, entre otras.

En las migraciones, las aves por lo general, emplean rutas fijas durante determinadas épocas del año.

Estos animales no aprenden la ruta migratoria de sus padres, ya que regularmente las crías parten primero.

Algunos científicos consideran como probable, que la capacidad de seguir un rumbo fijo que poseen las aves depende, en parte, de la facultad de orientarse observando la posición del Sol o las estrellas; pero esto solo constituye una hipótesis, puesto que aún no se conoce como una certeza.

Como ejemplo de aves migratorias están el **pato de la Florida**, que hace cría en América del Norte y en el invierno migra al sur, donde es común encontrarlo en nuestras lagunas y otros lugares de aguas dulces poco profundos; otro ejemplo es la **bijirita**, que es un visitante invernal común en Cuba.

Los **pingüinos**, extrañas aves que no vuelan y que tienen las extremidades anteriores modificadas en forma de aletas, realizan migraciones nadando hacia el norte.

Otro fenómeno temporal en la vida de las aves es la **nidificación**. Las aves, en su mayoría construyen sus nidos sobre el suelo, las ramas, en las rocas, u otros lugares, y allí ocultan de sus enemigos los huevos o crías.

La construcción del nido es característica en las distintas especies, por lo general, el macho se encarga de recolectar el material y la hembra construye el nido, pero esto puede variar. Durante el período de cría, el macho generalmente defiende su territorio y no permite la entrada de otros machos ni la de enemigos.

Los pájaros son las aves que construyen nidos con mayor perfección, debido a la necesidad de proteger a las crías contra los enemigos y las variaciones del clima.

Algunas aves, como las conocidas **águilas**, construyen su nido y permanecen en pareja durante toda la vida.

La capacidad de regresar al nido es un fenómeno notable en las aves, aparte de la migración.

Algunas especies de palomas entrenadas, regresan al nido al ser liberadas a distancias de más de 800 km. También se ha demostrado que pueden regresar al punto de origen sin previo entrenamiento. Esta facultad que poseen algunas aves de regresar al nido probablemente responde a que ellas vuelan hacia su punto de origen siempre que puedan ver el Sol.

El número de huevos que pone la hembra en el nido varía de acuerdo con la especie, pero siempre es menor el número de las aves que construyen sus nidos en lugares seguros que las que anidan en el suelo. Por ejemplo, la **codorniz** que anida en el suelo expuesta al ataque de los enemigos, pone hasta quince huevos, mientras que el **zunzún**, que construye su nido escondido en las ramas de los árboles, pone solamente dos huevos.

El color de los huevos en las aves puede variar también; por ejemplo, las aves costeras que anidan en lugares de poca protección ponen huevos con manchas de coloración muy parecida al substrato que los rodea, mientras que las **lechuzas**, que construyen los nidos en cavidades, donde quedan protegidos de sus enemigos, ponen huevos con cáscara blanca.

La incubación de los huevos es variable también. Los pájaros incuban durante un período de 12 días, el faisán entre 21 y 26 días y el avestruz, incuba los huevos de 42 a 60 días.

Durante el período de incubación en las aves, el embrión que se está desarrollando requiere de una temperatura elevada, la cual es proporcionada generalmente por la hembra que se echa sobre los huevos.

El canto es una de las facultades más bellas que poseen algunas aves. Constituye uno de los factores de la exhibición nupcial y permite el reconocimiento entre el macho y la hembra para efectuar la cópula. También constituyen en algunas especies una amenaza entre los machos, otras veces evidencia determinadas jerarquías entre padres e hijos, y en ocasiones es considerado un medio para avisar en caso de peligro.

Algunas especies como el **ruiseñor** emiten bellas notas durante todo el año, sin embargo, otras aves como el **sinsonte** y la **fermina** suelen hacerlo solo en determinada época. En tales casos, el canto puede estar asociado a la reproducción o a las migraciones.

En Cuba se han registrado alrededor de 380 especies y subespecies de aves; de las cuales, 21 son endémicas del archipiélago.

Entre las aves endémicas reportadas hasta el momento y que se destacan por su hermoso plumaje, están la **paloma perdiz** y el **tocororo**, nuestra ave nacional. No menos interesantes son algunas aves que constituyen verdaderas rarezas debido a su difícil localización, tal es el caso del **carpintero real**, que se encuentra solo en el extremo más oriental del país.

Un buen número de aves, por el contrario, son muy comunes y se han ido asociando al hombre, de tal forma que hasta en ocasiones comparten sus predios, como ocurre con los **totfies** y los **mayitos**, que reunidos en grandes bandadas acostumbran ir a dormir a los árboles de los parques de las ciudades.

Otras aves, como el **catey** y el **cao**, ponen armonía en los campos donde habitan, por sus características voces. Aunque la mayoría de estas aves son diurnas, es decir, que realizan su actividad durante las horas del día,

no por eso dejan de ser interesantes otras aves que comienzan sus actividades a la caída de la tarde, como son la **lechuza**, el **querequeté**, y la **siguapa**.

Desde tiempos muy remotos el hombre utilizó las aves como alimento y como adorno, lo que ha motivado que a través de los siglos este grupo haya alcanzado gran importancia en la naturaleza y en la economía.

Muchas de ellas como las palomas, las gallinas, los faisanes, entre otras, le brindan al hombre una fuente inapreciable de alimento.

En Cuba, el desarrollo de la avicultura ha alcanzado un gran auge después del triunfo de la Revolución y es conocido por el Informe del Comité Central del PCC al Primer Congreso, que la producción de huevos se elevó a setecientos millones, lo que representa seis veces la obtenida en 1958.

También la carne avícola en dicha fecha tuvo un marcado incremento; todo lo cual evidencia que el país ocupa un lugar destacado en la avicultura a nivel mundial.

Entre las razas de aves más importantes que se explotan en el país están la Cornish, que es productora de carne y se caracteriza por el gran desarrollo de los músculos pectorales (pechuga), y la Leghorn, gran productora de huevos de pequeño tamaño que rara vez se encluecan.

Pero no solo las aves tienen importancia como fuente de alimento, muchas de ellas consumen insectos perjudiciales y semillas de plantas que constituyen malas hierbas en determinados cultivos. Las lechuzas son predatoras de ratas y ratones, que causan gran daño en los sembrados y en general al hombre. Sin embargo, algunas aves son perjudiciales al hombre, tal es el caso de los **chambergos**, que invaden los campos de arroz para alimentarse. Otras causan algún daño, pero no de consideración, a las frutas de las cuales toman sus jugos o semillas, como las **cotorras**, los **cateyes**, los **pájaros carpinteros**, etcétera.

Debido a la desaparición de muchos de los bosques llevada a cabo por el hombre con el objetivo de utilizar esos terrenos para cultivar la tierra, las aves en el país se han restringido notablemente.

Algunas aves como el **pájaro carpintero real**, se encuentran hoy solamente en determinadas zonas de las provincias orientales, otras han sido perseguidas despiadadamente por el hombre, tal es el caso de la cotorra, los gavilanes y de algunas especies de palomas que se hallan en peligro de extinción. Por tal motivo, es necesario proteger las aves y crearse una conciencia basada en el amor a la naturaleza, que permita contribuir positivamente a la labor que realiza el Estado cubano en la tarea de la repoblación forestal, que creará con el tiempo las condiciones necesarias para preservar todas las aves que habitan en el país.

La capacidad de vuelo de las aves les facilitó la conquista de nuevos territorios. A Cuba han arribado y se han establecido de forma natural, diferentes especies, tal es el caso de la Garza Ganadera, el Yaguasín, el Pato de Bahamas, el Pájaro Vaquero, y más recientemente, la Monja y la Tórtola. Algunas especies, como el Pájaro Vaquero (*Molothrus bonariensis*), pudieran tener una incidencia negativa sobre la avifauna autóctona. Este pájaro es uno de los problemas más distintivos en la fauna ornitológica cubana. Su daño se fundamenta en la competencia de nidificación con otras especies afectando la reproducción y comportamiento de estas, ya que hurta los nidos de muchas de ellas como el tocororo, el sinsonte, el zorzal real, vireos y otros.

## **Clase Mammalia**

El término **Mammalia** (del latín *mamma* que significa “mama”) que identifica a estos animales, fue asignado por Linneo y responde a una de sus características principales, es decir, la presencia de glándulas mamarias que han alcanzado una mayor complejidad en su estructura y procesos vitales y, por consiguiente, constituyen el grupo más evolucionado del mundo animal. Los zoólogos han descrito alrededor de 3 700 especies y varios miles de subespecies de mamíferos, las cuales ilustran la gran diversidad propia de este grupo de vertebrados.

Los mamíferos se distinguen de los animales anteriormente estudiados, por poseer el cuerpo cubierto de pelos y glándulas mamarias productoras de leche para alimentar a las crías y la diferenciación de sus dientes en incisivos, caninos, premolares y molares (figura 4.47).



Fig. 4.47 Vaca alimentando a su cría

Poseen un diafragma muscular que ayuda considerablemente a los procesos respiratorios de inspiración y espiración para la ventilación pulmonar. El sistema nervioso es más desarrollado que cualquiera de las clases anteriormente estudiadas. Se caracteriza porque el cerebro es grande y de alta complejidad con un eficiente desarrollo de la corteza cerebral.

Al igual que las aves, los mamíferos son homeotermos (mantienen su temperatura corporal constante), determinado por la presencia de pelos en la piel que actúa como aislamiento; el corazón posee cuatro cavidades y doble circulación bien delimitada y la presencia de glándulas sudoríparas. Los glóbulos rojos, sin núcleo, son excelentes transportadores de oxígeno.

La fecundación siempre es interna, y exceptuando algunas especies como las monotremas, que ponen huevos, los mamíferos son vivíparos. Otra característica importante es que la mayoría de los representantes de esta clase, forman placenta, órgano que permite el intercambio entre el embrión y la madre, a través de la cual se nutre y elimina los desechos.

Las extremidades de los mamíferos están adaptadas de diversas formas: para caminar, correr, trepar, nadar, excavar o volar. En los mamíferos que caminan en cuatro patas, las extremidades o miembros están en posición más directa bajo el cuerpo que los reptiles, lo cual contribuye a la rapidez y la agilidad.

Debido a su avance evolutivo presentan gran éxito biológico porque se adaptan fácilmente a nuevas situaciones; se destacan por su habilidad en la búsqueda de alimento y albergue, y en el cuidado de sus crías. De esta forma han alcanzado una distribución muy amplia en la tierra y sus hábitats son muy variados. Son frecuentes sobre la tierra firme, bajo la superficie del suelo, en los ríos, lagos, mares y océanos, en los desiertos, en los glaciares y hasta en el aire. Constituyen con razón, animales ampliamente adaptados a las más diversas condiciones del ambiente.

Por otra parte, los mamíferos también muestran una extraordinaria diversidad de forma y tamaño. Son muy diferentes por su forma un caballo, una foca, una jutía, un mono, y en cuanto al tamaño son evidentemente contrastantes las tallas que alcanzan una rata, un perro y una ballena.

Los mamíferos han resultado siempre un grupo de extraordinario interés, ya que el hombre en todas las épocas los ha utilizado para su provecho. Fueron imprescindibles en la vida del hombre primitivo y aún hoy día sigue valiéndose de ellos, así ha obtenido carne, pieles, lana, leche y otros muchos productos.

La diversidad de mamíferos existentes ha obligado en la actualidad a clasificarlos de la forma siguiente: los llamados **monotremas** que son los mamíferos ovíparos, o sea, que ponen huevos como, por ejemplo, el ornitorrinco y la equidna. Sus huevos pueden transportarlos en una bolsa abdominal o incubarlos en el nido; los **marsupiales** que incluyen a los mamíferos de bolsa como los canguros y las zarigüeyas. Los embriones comienzan su desarrollo en el útero materno, después de unas pocas semanas, aún en una fase muy poco desarrollada, las crías nacen y se desplazan hacia el marsupio, donde completan su desarrollo debido a que en las bolsas marsupiales está el pezón con una glándula mamaria a la que se aferran; los mamíferos **placentarios** se caracterizan por la existencia de una placenta, donde los vasos sanguíneos del embrión entran en estrecha relación con los de la madre, lo que hace posible el intercambio de materiales. No ocurre generalmente que se mezclen el torrente sanguíneo de la madre y el embrión, este intercambio ocurre a través de la estructura de la placenta. Gracias a la existencia de la placenta, el embrión permanece dentro del útero de la madre hasta su nacimiento.

Los placentarios son muy diversos en cuanto a formas y adaptaciones al medio, por ejemplo, existen los más conocidos, los carnívoros donde se puede mencionar a los gatos, perros, focas, morsas, leones marinos, nutrias,

etc. Otros como las ardillas y las ratas son roedores, pues roen los alimentos con los dientes. Así los conejos, liebres y picas poseen largas patas adaptadas para el salto y muchos tienen orejas largas. Por su parte los elefantes, son animales de larga trompa muscular y muy flexible con una piel gruesa y de gran tamaño cuando adultos. Otros mamíferos como las ballenas, delfines y marsopas se han adaptado a su modo de vida acuático, tienen forma de pez por poseer las extremidades en forma de aletas y sin miembros posteriores, pero todos respiran por pulmones y alimentan a sus crías a través de mamas, su piel no posee escamas y el cuerpo está cubierto de pelos. Existen otros como los manatíes, que son mamíferos herbívoros, que también poseen las características de los anteriores. Los bovinos, ovinos, cerdos, ciervos, jirafas son mamíferos herbívoros con pezuñas en sus patas, la mayoría tienen dos dígitos, pero algunos tienen cuatro, la mayoría son rumiantes, o sea, depositan los alimentos ingeridos y posteriormente descansan y degluten el alimento para masticalos (rumia). Una vez llevados al estómago son transformados bajo la acción de determinadas bacterias que descomponen la celulosa. Los murciélagos por su parte son mamíferos adaptados al vuelo, un pliegue de piel se extiende desde los dedos, alargados, hasta el tronco y las patas posteriores, formando un ala. Su vuelo está controlado por una especie de sonar biológico: emiten chillidos de alta frecuencia y se guían por los ecos que se reflejan en los obstáculos. Se alimentan de insectos y frutos o bien chupan la sangre de otros animales. Suelen transmitir enfermedades como la fiebre amarilla, la rabia parálitica y la leptospirosis.

Los primates, entre los que se encuentra el ser humano junto a otros como los monos, simios y lémures, se caracterizan porque tienen ojos y cerebros altamente desarrollados, uñas en lugar de garras, pulgares oponibles y ojos dirigidos al frente.

En Cuba existe diversidad de mamíferos como: perros, gatos, carneros, caballos, vacas, cerdos, jufías, ratas, chivos, etc. y en sus costas se encuentran el manatí antillano y los delfines.

Sin embargo, algunos de estos animales el hombre los introdujo como compañía (perros y gatos), para el trabajo (mulos), cinegéticos o de caza (jabalí, venados) o como controladores de plagas (mangosta). Muchos de estos animales en la actualidad presentan poblaciones silvestres, siendo generalmente nocivos para la fauna nativa. Algunos ejemplos demuestran esta afirmación.

El Búfalo de agua (*Bubalus bubalis*) es una especie precoz, rústica, gran convertidor de alimentos, especialmente de pastos de mala calidad, lo cual le permite competir con el ganado bovino; además se caracteriza por presentar sementales con alta fertilidad y producir una carne mucho más saludable para el humano que la del bovino. Cuando esta especie no se encuentra confinada y manejada adecuadamente, constituye un problema que causa considerables pérdidas económicas, pues invade y devora cultivos. En su carrera, destruyen cultivos como el tabaco y se alimentan de otros cultivos como el tomate y otras hortalizas.

La Mangosta (*Herpestes auro punctatus auro punctatus*) es también conocida por los campesinos cubanos como hurón, introducida en Cuba durante la Primera Guerra Mundial con el propósito de controlar las ratas en las plantaciones cañeras. Se encuentra reportada entre las "10 especies exóticas invasoras más dañinas del mundo". Posee una marcada actividad diurna, generalmente se les observa activos y en colonias entre las 10:00 a.m. y las 4:00 p.m., especialmente durante el período lluvioso. Suelen alimentarse de una variedad de animales pequeños, jóvenes vertebrados más grandes que él como es el caso de la tortuga de mar, serpientes, y pueden alimentarse también de frutas y vegetación si las condiciones no le ofrecen otra alternativa.

Es uno de los principales reservorios silvestres de la rabia en Cuba. La saliva de animales enfermos infectados con la rabia constituye el vehículo fundamental en la transmisión que se introduce en el huésped por mordeduras o rasguños. Ocasiona grandes desastres al afectar plantaciones cañeras y maizales. Es responsable de la desaparición de algunas especies de lagartijas.

El Perro jíbaro (*Canis familiares*) resulta extremadamente peligroso para los animales de corral, así como también para la fauna silvestre, fundamentalmente de vertebrados, donde se destacan el almiquí, jufías, etc. Los perros jíbaros se han establecido con éxito, por lo que es poco probable de eliminar.

El Gato jíbaro (*Felis silvestres catus*) causa grandes estragos, tanto a animales domésticos como a la fauna silvestre de los ecosistemas naturales, fundamentalmente vertebrados.

Jabalí o puerco jíbaro (*Sus scrofa*) es un animal doméstico que fue liberado o se escapó. Introducido en muchas partes del mundo, provoca daños a cultivos, reservas y propiedades causantes de muchas enfermedades como la Leptospirosis y la Fiebre aftosa. Al hozar, arrancan grandes áreas de vegetación nativa y propagan malas

hierbas, perturbando el desarrollo de los procesos ecológicos como la composición y sucesión de especies. Son omnívoros y su dieta puede incluir juveniles tortugas terrestres, aves y reptiles endémicos.

Otros como la rata negra y la rata parda o gris constituyen especies dañinas por ser portadores de ectoparásitos en el caso de la primera y por vivir en los asentamientos humanos en el caso de la segunda, la cual tiene características de plaga no solo porque devora alimentos, sino especialmente porque transmite enfermedades graves.

Las acciones de control y manejo de todas estas Especies Exóticas Invasoras, depende en gran medida de la voluntad de los humanos y de las medidas higiénico-sanitarias que puedan aplicarse.

En este capítulo has estudiado a un reino de gran diversidad y que muestra aspectos evolutivos importantes y adaptaciones a diferentes formas de vida, por lo que es considerado, junto al de plantas, un reino de gran importancia biológica.

### **Preguntas de autocontrol**

1. ¿Por qué si las especies que integran estos grupos son tan diferentes todos pertenecen al mismo reino?
2. ¿Presentan las esponjas tejidos? Argumente.
3. ¿Cuáles fueron los primeros animales en presentar tejidos?
4. ¿Por qué las especies que pertenecen al phylum Platyhelminthes son triploblásticos?
5. Considera importante estudiar la vida de los nemátodos. Argumente.
6. ¿Cómo es el sistema digestivo de moluscos?
7. Se puede afirmar que los anélidos son animales muy pequeños. Argumente.
8. ¿Por qué opina que los artrópodos comprende el grupo más amplio en especies dentro del mundo viviente?
9. Haga mención de algún equinodermo que cause daño al hombre. ¿Por qué?
10. ¿Por qué se puede afirmar que los peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos son cordados?
11. ¿Qué diferencia existe entre el esqueleto del tiburón y el pargo criollo?
12. ¿Por qué se afirma que los anfibios tienen doble vida?
13. ¿Por qué se puede afirmar que los anfibios invaden la tierra y los reptiles la conquistan?
14. Argumente la importancia de los reptiles y de las aves en la naturaleza.
15. ¿Por qué los mamíferos constituyen el grupo más evolucionado del reino Animal?
16. Explique brevemente cómo se aplican en Cuba medidas para el cuidado y conservación de la fauna.
17. Indague qué especies exóticas invasoras de la fauna cubana afectan a Cuba y la comunidad donde vive. ¿Qué medidas se aplican para su control y manejo?

## Capítulo 5 El organismo humano

### Características generales

En el capítulo anterior estudiaste a los mamíferos, ahora conocerás que el hombre es el organismo más evolucionado en el reino Animalia por ser considerado un ser bio-psico-social. Para ello tiene que haber desarrollado sus sistemas de órganos de modo diferente al resto de los animales, aunque conservando las características del grupo al que pertenece.

El organismo humano representa un sistema unido. Las células y la sustancia intercelular constituyen tejidos, de los tejidos se forman los órganos y estas se agrupan en sistemas. Todos ellos están íntimamente relacionados unos con otros y de igual forma establecen una relación directa con el medio ambiente.

La actividad vital de las células, de los tejidos, de los órganos y del organismo en su conjunto, tiene su base en los cambios metabólicos. El metabolismo comprende el conjunto de reacciones mediante las cuales los nutrientes que ingresan al organismo son transformados e incorporados a este.

En este sentido el organismo humano es un sistema dinámico en el que se realiza una constante transformación de materia y energía mediante un ininterrumpido intercambio con el medio ambiente. Para garantizar estos procesos se establece una íntima relación e interdependencia entre los distintos órganos y sistemas de órganos. Por ejemplo: en los músculos, como en otros órganos, existe una intensa y continua actividad dadas las funciones que realizan, por lo que necesitan de energía suficiente para poderlas realizar.

Para su obtención es indispensable el ingreso constante de sustancias alimenticias y oxígeno, los cuales son transportados a las células por la sangre a través de los vasos sanguíneos. Las sustancias alimenticias transportadas por la sangre provienen del sistema digestivo, mientras que el oxígeno penetra al organismo a través del sistema respiratorio.

En los músculos y demás órganos del cuerpo se forman sustancias que el cuerpo no utiliza, estos pasan a la sangre y de ahí a los órganos de excreción, a través de ellos son eliminados al exterior.

El movimiento de la sangre por los vasos se realiza gracias a las contracciones del corazón, que como los demás órganos, está regulado por los sistemas nervio y endocrino.

La relación mutua entre los distintos sistemas de órganos se manifiesta acorde con su actividad. El reforzamiento de la actividad de un órgano o sistema de órganos se acompaña de cambios en los demás sistemas. Durante el trabajo físico aumenta bruscamente el metabolismo de los músculos, lo que conduce a un cambio adecuado en la actividad de los sistemas circulatorio, respiratorio, excretor y otros.

Para una mejor comprensión de lo expresado anteriormente se estudiará por separado cada sistema de órganos que forma al organismo humano (figura 5.1).

### Los sistemas de órganos en el cuerpo humano



Fig. 5.1 Los sistemas de órganos en el cuerpo humano

Los sistemas de órganos son conjuntos de órganos que tienen estructuras y funciones análogas cuyo trabajo se relaciona.

En este capítulo se describe cómo funciona cada sistema como una entidad separada, y cómo cada uno es dependiente de otros para el apoyo físico y bioquímico, como una verdadera actividad cooperativa en su funcionamiento.

Antes de comenzar el estudio de cada sistema de órganos, hay que detenerse en uno de los órganos más grandes de cuerpo humano y que por su ubicación en él y las funciones que realiza es de especial interés, **la piel**.

## La piel

La piel es el límite exterior y protector del cuerpo. Es capaz de regenerarse; es uno de los órganos más grandes y contiene una variedad de receptores sensoriales, por lo que muchas zonas son sensibles al más ligero efecto del medio. Desempeña un papel esencial en la regulación de la temperatura del cuerpo. Su aspecto suele alterarse con los estados emocionales y algunas afecciones de la salud de forma general, por lo que revela información de diversas enfermedades.

En la piel (figura 5.2), se distinguen dos capas principales: la exterior, y más superficial la **epidermis**, compuesta por tejido epitelial escamoso estratificado y capas de células que son más planas y escamosas cuanto más se acercan a la superficie. La interior, la **dermis**, comprende tejido fibroso y elástico atravesado por vasos sanguíneos, nervios, folículos pilosos y glándulas sudoríparas; la capa más profunda de la piel se fija a los tejidos subyacentes.

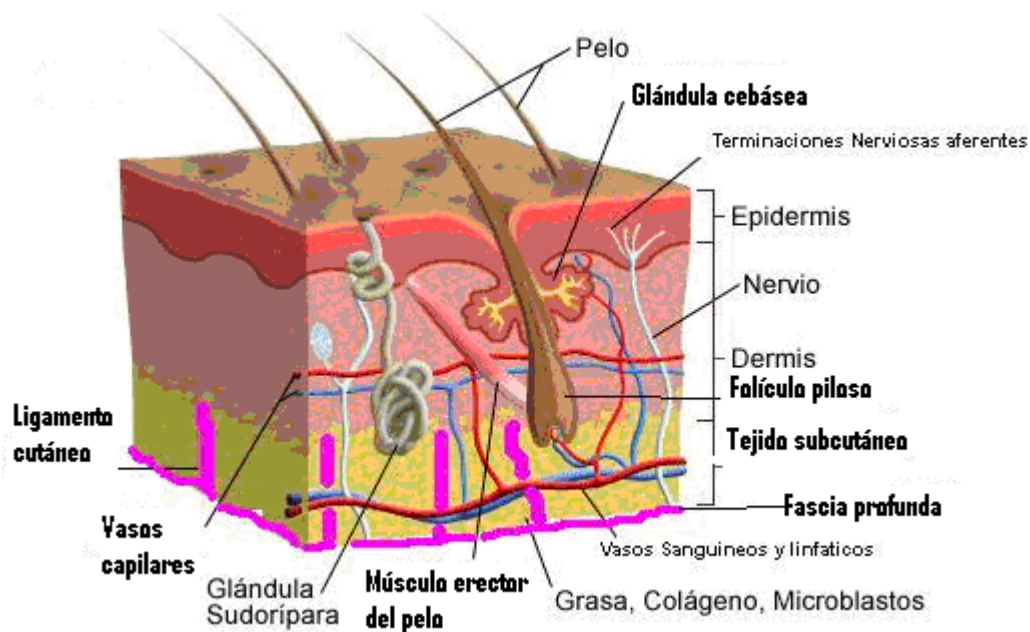


Fig. 5.2 Estructura de la piel

La superficie total de la piel en la persona adulta es aproximadamente equivalente a 1,5 m<sup>2</sup>. El espesor oscila entre los límites de 1 a 4 mm. En los párpados es donde se encuentra la piel más fina y en la planta de los pies y las palmas de las manos de mayor espesor por estar más expuestas a la fricción.

El color de la piel está condicionado por un pigmento contenido en la misma. De la cantidad de pigmentos dependen sus distintos matices en diferentes personas.

La piel contiene gran cantidad de glándulas sudoríparas y sebáceas. Las glándulas sudoríparas existen en toda la piel, pero son de mayor tamaño y más numerosas en las axilas, en las palmas de las manos, plantas de los pies y la frente.

Cada glándula presenta la forma de un pequeño tubo con su porción terminal arrollada sobre sí misma, formando una especie de ovillo. Su conducto excretor se abre en la superficie de la piel por un pequeño orificio denominado poro.

La secreción de estas glándulas, el sudor, contiene agua, cloruro de sodio, urea, ácido úrico, creatinina y otras sustancias. Normalmente, existen en cantidades pequeños.

La intensidad de la sudoración puede variar debido a varios factores: temperatura y humedad atmosféricas, trabajo físico, etc. La evaporación del sudor de la superficie cutánea es uno de los medios de desprendimiento de calor corporal constituyendo un mecanismo de defensa del organismo para contrarrestar la desecación de la piel por su exposición al medio y el sudor contribuye a disminuir la temperatura en la superficie de la piel.

La piel que reviste el conducto auditivo externo contiene glándulas sudoríparas modificadas que se denominan glándulas ceruminosas secretan unas sustancias pastosas, amarillentas, semejante a la cera, por lo que se ha dado el nombre de cerumen. La acumulación excesiva de cerumen en la profundidad del conducto auditivo puede ocasionar trastornos de la audición.

Las glándulas mamarias por su desarrollo representan una glándula sudorípara, pero por la función que realizan en el organismo se consideran parte de sistema reproductor.

Otras glándulas de la piel son las sebáceas. Están localizadas en la dermis en toda la extensión de la superficie del cuerpo, excepto en las palmas de las manos y las plantas de los pies.

Estas glándulas están conectadas con los folículos del cabello o mediante conductos diminutos. En ocasiones estos conductos se abren en la superficie de la piel, pero más a menudo lo hacen en el folículo piloso. En este último caso la secreción de la glándula sale a la piel por el conducto donde está situado el pelo.

El sebo es la secreción de estas glándulas, contiene grasas, colesterol, material albuminoso, restos de células epiteliales y sales inorgánicas. Protege a los pelos de que se vuelvan muy duros y quebradizos, así como de la humedad excesiva. Forma una delgada capa protectora en la superficie cutánea e impide la absorción o la evaporación excesivas de agua en la piel. Cuando disminuye la secreción de sebo cutáneo, lo cual ocurre en la vejez, la piel y los pelos se tornan secos y quebradizos.

Algunas glándulas sebáceas de mayor tamaño se encuentran en la cara y el cuero cabelludo.

A veces te habrás preguntado de dónde se originan el pelo y las uñas que crecen constantemente. Ellas también tienen un origen cutáneo.

Los apéndices cutáneos o faneras son el pelo y las uñas. Los pelos, recubren una zona considerable de la superficie cutánea. Faltan en las palmas de las manos y las plantas de los pies y en otras zonas del cuerpo. En el tronco y en extremidades el pelo es fino (vello). En la cabeza, fosas axilares, el pubis, en la barbilla y bigotes en los hombros crecen pelos largos. El color de los pelos está condicionado por la presencia de pigmento en los mismos.

Las uñas son unas láminas duras, córneas ligeramente encorvadas y desempeñan un papel protector. Durante toda la vida las uñas crecen ininterrumpidamente y su crecimiento tiene lugar en la zona de la raíz.

Algo curioso que debes saber, la parte del pelo y de las uñas que cortamos frecuentemente, es tejido muerto. Habrás observado que al realizar su corte no sientes dolor, ya que a esas zonas no llegan terminaciones nerviosas. Solamente existe tejido vivo en la base del pelo y las uñas que es su zona de crecimiento.

Por todo lo descrito anteriormente debes comprender que la piel realiza diferentes funciones. Tiene función protectora, pues defiende al organismo de influencias nocivas del medio exterior y de la entrada al cuerpo de microorganismos patógenos causantes de diversas enfermedades, de la pérdida excesiva de agua, y de las radiaciones ultravioletas.

Tiene función excretora pues a través de la piel se eliminan con el sudor diferentes sustancias nocivas para el organismos.

Participa en la regulación térmica, ya que a través de la piel se produce un desprendimiento de calor desde el organismo al medio exterior, en esta función juega un papel fundamental la evaporación del sudor excretado.

En la piel se encuentran gran cantidad de receptores que reciben estímulos del medio exterior entre ellos los dolorosos, térmicos (frío y calor) y táctiles. A este aspecto se dedicará su estudio más adelante en el sistema nervioso.

## **Sistema osteomuscular**

Este sistema lo constituyen los huesos con sus articulaciones y los músculos. Como comprenderás la relación de los huesos y músculos tiene una obligada necesidad. Los huesos son órganos pasivos, carecen de movimientos, mientras que los músculos que se contraen y relajan se sostienen de los huesos para poder realizar sus funciones, dar la forma del organismo y de ellos se sostienen en las cavidades del esqueleto los órganos de los restantes sistemas de órganos dando así una organización estructural y funcional más armónica y completa.

Aunque el sistema osteomuscular se estudia de manera íntegra, se hace necesario el estudio de los huesos y los músculos por separado.

Los **huesos** forman el esqueleto del organismo humano. Constituyen el principal órgano de sostén, lo bastante fuertes para soportar el peso, y lo tan ligeros para facilitar el movimiento, en ellos se insertan los músculos esqueléticos que al contraerse hacen que estos se desplacen como palancas. Ofrecen protección a los órganos internos y almacenan la mayor parte del calcio, fósforo y algunos de los minerales que necesita el cuerpo, como las sales de magnesio. En la médula ósea es donde se forman los glóbulos rojos o hematíes.

El esqueleto es la unión de todos los huesos del organismo, lo componen 206 huesos de diversos tamaños y formas. Está dividido en dos partes principales: el esqueleto axial que lo forman los huesos del cráneo, las costillas, la columna vertebral y el esternón y el esqueleto apendicular que lo forman huesos de brazos y piernas, la escápula, clavícula y la pelvis.

La mayor parte del hueso está formado por tejido óseo que constituye la sustancia ósea compacta y esponjosa. Están innervados y provistos de vasos sanguíneos y linfáticos, en su exterior la medula ósea. Por fuera está cubierto por el periostio. La medula ósea puede ser amarilla, compuesta principalmente de grasa, la roja pertenece a los órganos hematopoyéticos, en ella se forman los hematíes.

El periostio formado por tejido conjuntivo recubre el hueso, tiene función protectora; su capa más interna contiene fibras nerviosas y vasos sanguíneos que penetran en el espesor del hueso por orificios especiales, en ella también se encuentran los osteoblastos, que participan en la formación de tejido óseo durante el crecimiento del hueso y después de una fractura ósea. Un hueso sin periostio "fallece". A diferencia de los huesos, las superficies articulares se encuentran recubiertas por cartílagos.

Los huesos que forman el esqueleto no son de la misma forma. Observa la figura 5.3.

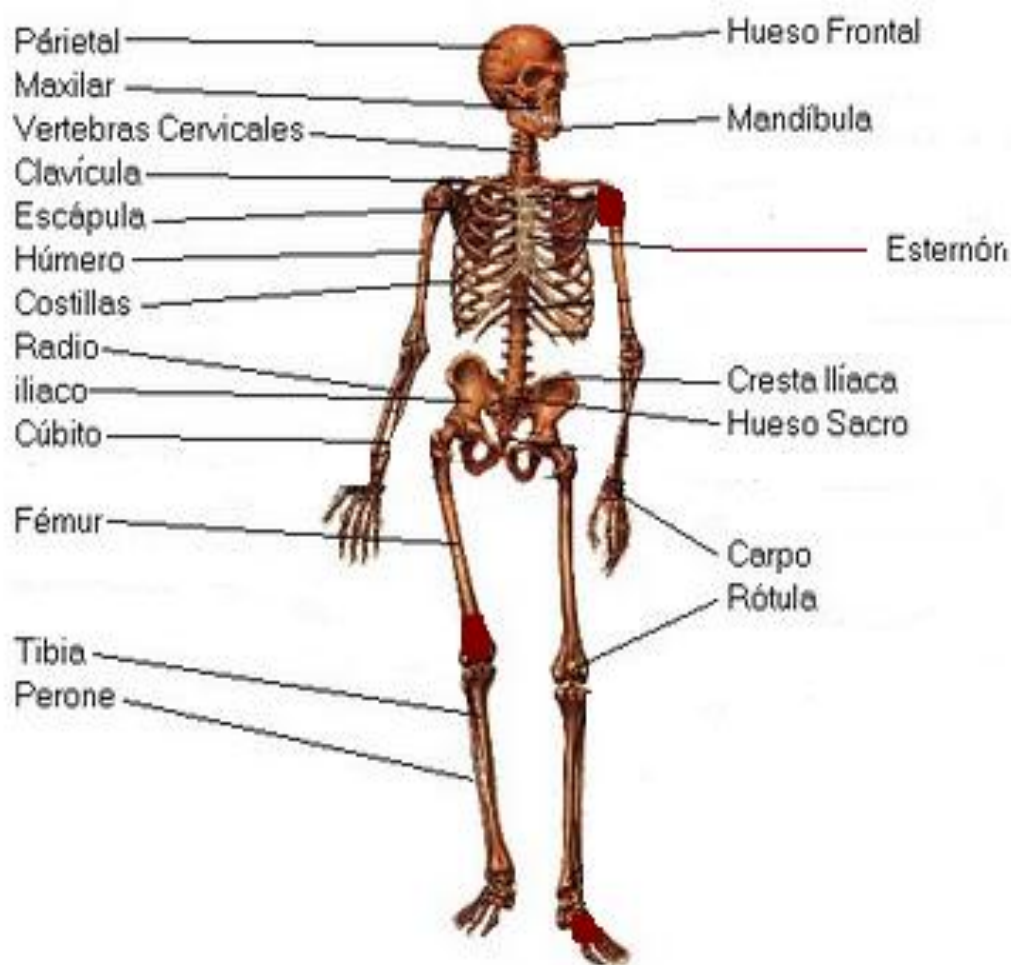


Fig. 5.3 Estructura del esqueleto

Las diversas formas de los huesos reflejan las diferentes funciones que tienen en el cuerpo. Se clasifican según la forma en: Largos, planos o anchos y cortos.

Los **huesos largos**, son aquellos cuya longitud predomina sobre el ancho y grosor (fémur, tibia, peroné y húmero, entre otros). En ellos se distinguen: una parte media que es el cuerpo o diáfisis constituida por tejido compacto dentro del cual se encuentran la médula ósea y los extremos, epífisis, compuestos fundamentalmente por tejido esponjoso. Estos huesos se elevan y descienden como palancas.

Los **huesos cortos**, tienen forma irregular, están formados por tejido esponjoso mayoritariamente, entre ellos podemos encontrar el carpo (en las manos) el tarso (en los pies) y las rótulas (en la articulación de la rodilla).

Los **huesos planos**, se encuentran en regiones del cuerpo donde se necesita una amplia protección o superficies anchas, son delgados y con curvaturas, presentan láminas de sustancia compacta intercalada de sustancia esponjosa ejemplos de estos huesos son: el occipital, parietal, los huesos de la pelvis, el esternón, las vértebras que aunque presentan una forma irregular se consideran planos, entre otros.

Un aspecto interesante en los huesos es su composición química. A veces te preguntarás por qué los niños se caen y pocas veces se fracturan los huesos, mientras que los ancianos sufren lesiones óseas con mucha facilidad.

En la composición de los huesos están presente sustancias orgánicas (osteína) cuya presencia le confiere su elasticidad y sustancias inorgánicas (sales de calcio) que le proporcionan dureza y fragilidad.

Para poder comprobar la existencia de estos componentes en el hueso utiliza un recipiente de cristal y viértelo un ácido fuerte (puede ser ácido clorhídrico o sulfúrico), coloca dentro de él un hueso largo de pollo, déjalo reposar un tiempo. Extrae con una pinza el hueso y apreciarás que se dobla con facilidad mientras que en el fondo del recipiente se deben haber asentado restos de sales debido a la acción del ácido, por lo cual en el hueso quedaron los compuestos orgánicos que le ofrecen la flexibilidad, por esa razón se dobla con facilidad sin fracturarse.

Si por el contrario utilizas un hueso largo de pollo y lo colocas sobre un mechero, observarás que sale un humo con un olor característico, esas son las sustancias orgánicas que se evaporan y queda una mayor concentración de sales en el hueso, por lo que podrás quebrarlo fácilmente. Con ello compruebas que las sales ofrecen dureza y fragilidad al hueso y al carecer de sustancias orgánicas se rompe con facilidad.

Con la edad tiene lugar una disminución relativa de la sustancia orgánica y un aumento de las sales minerales. A consecuencia de ello los huesos de las personas adultas poseen una elasticidad inferior a los huesos de los niños, por lo que son más propensas a las fracturas.

Atendiendo a los aspectos anteriormente planteados se realizará un análisis de las diferentes partes del esqueleto.

La **cabeza** está formada por el cráneo y la cara.

El **cráneo** lo constituyen dos conjuntos separados de huesos, los ocho huesos que encierran y protegen al cerebro (figura 5.4). Formando la bóveda craneal se distinguen los huesos **frontal**, **occipital**, **etmoides**, **esfenoides**, los **temporales** y los **parietales** y los otros catorce forman el esqueleto de la cara.

Las líneas móviles que aparecen en la superficie del cráneo son articulaciones conocidas como suturas, estas son muy flexibles en los niños pequeños para permitir el crecimiento y con la edad se hacen virtualmente fijas.

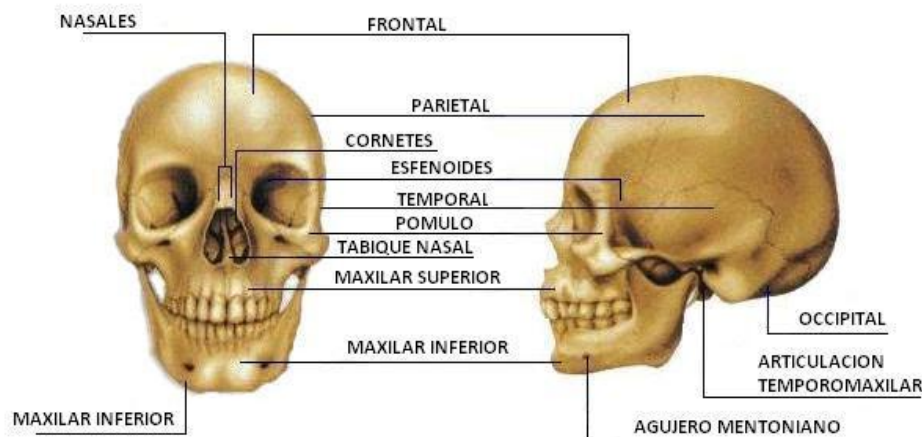


Fig. 5.4 Esqueleto de la cabeza

La **cara**, constituida por catorce huesos, seis son pares y dos impares (el maxilar inferior y el vómer). Los maxilares superiores ocupan la parte media y anterior de la cara, y su unión forma la mandíbula superior, contribuyen a formar las órbitas de los ojos, las fosas nasales y la bóveda palatina (paladar duro).

El maxilar inferior o mandíbula es el único hueso del cráneo asegurado por una articulación más móvil y está relacionado con la función de masticación. En los maxilares se insertan en cavidades alveolares las raíces de los dientes.

La porción media del cuerpo forma el **tronco** (figura 5.5), el que está constituido por la columna vertebral, el esternón y las costillas.

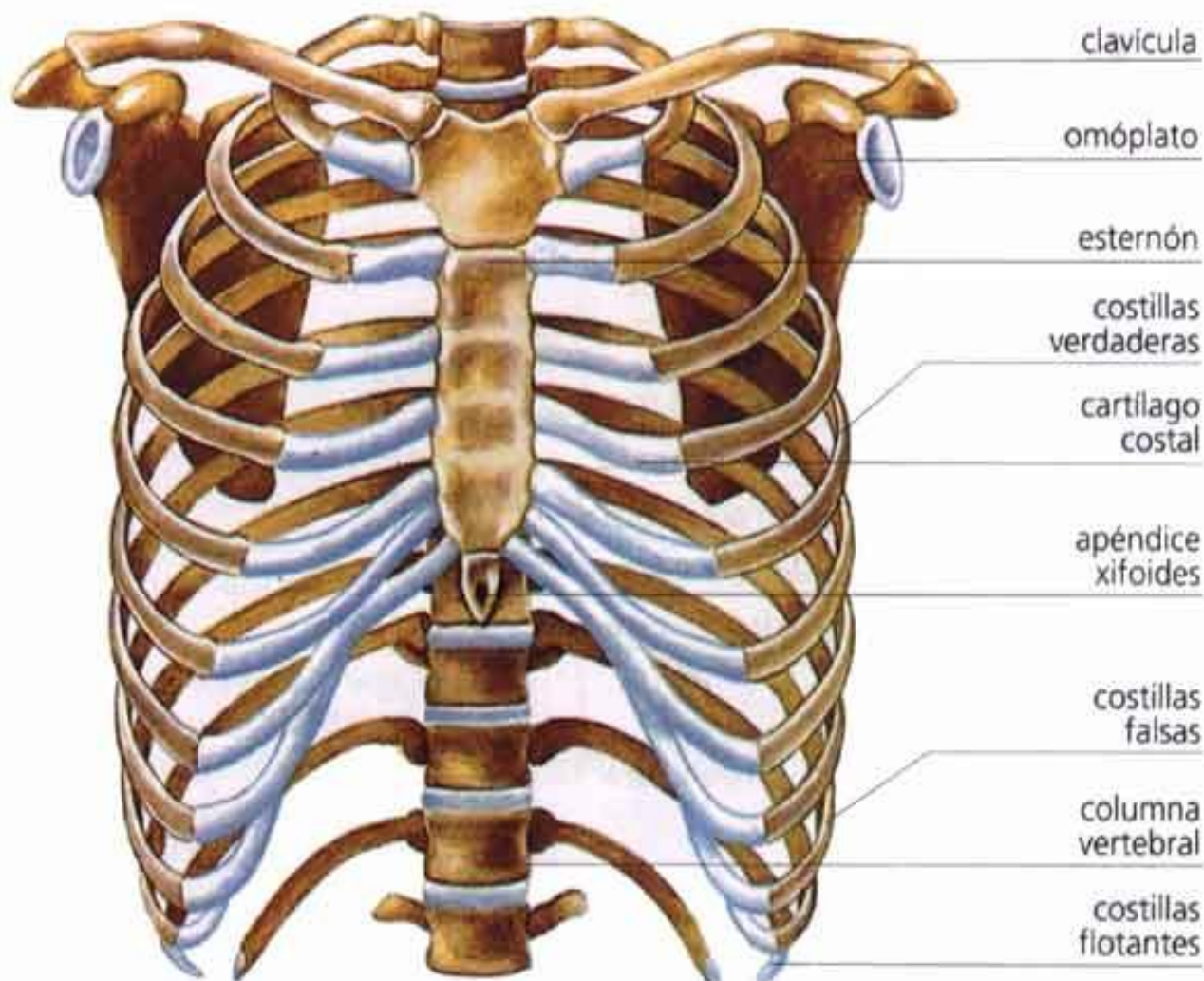


Fig. 5.5 Esqueleto del tronco

La columna vertebral es un apoyo fuerte, pero flexible que sostiene la cabeza y el cuerpo erguidos y permite a la parte superior del cuerpo doblarse y girar. La forman treinta huesos similares (las vértebras) unidos por articulaciones móviles. Entre las vértebras se encuentran discos de cartílago duro que se comprimen bajo presión para evitar los choques, en ocasiones, sometidos a enormes fuerzas durante movimientos esforzados. Los fuertes ligamentos y músculos que rodean la columna, establecen y controlan su movimiento.

En ella se distinguen, tres tipos principales de vértebras, las cervicales en el cuello, las torácicas, en la parte superior de la espalda y lumbares en la parte inferior. El sacro y el coxis, en la región terminal de la columna se componen de varias vértebras saldadas. Las vértebras están unidas entre sí por medio de cartílagos, articulaciones y ligamentos.

Una columna normal tiene 3 curvaturas suaves que ayudan a hacerla resistente y asegurar un centro de gravedad equilibrado. Las secciones cervical y lumbar se curvan ligeramente hacia adelante, mientras que la sección torácica se curva hacia atrás.

Las curvas exageradas o anormales pueden deberse a un defecto congénito, una postura incorrecta, débiles músculos abdominales o enfermedades en los huesos (figura 5.6).



Fig. 5.6 Esqueleto de la columna vertebral

En los escolares de edades tempranas suele ocurrir una desviación o anomalía de la columna vertebral por adoptar con frecuencia malas posturas al sentarse, labor que debe ser controlada por el maestro para contribuir a que no ocurran estos trastornos.

La columna vertebral protege la médula espinal que recorre todo su interior. La médula es un importante órgano del sistema nervioso que estudiarás más adelante.

El **esternón** es un hueso plano, situado en la parte anterior y media del tórax, con las costillas dispuestas a cada uno de sus lados y sus extremos posteriores articulados con las vértebras torácicas. En su conjunto forma el tórax.

El tórax es la manifestación más evidente de las funciones de protección y sostén del esqueleto. La caja torácica y sus músculos protegen el corazón, los pulmones y una gran parte de los principales vasos que salen y entran al corazón, otros órganos del sistema respiratorio y digestivo que coinciden en una zona situada en el centro del tórax, entre los pulmones denominada mediastino.

Las costillas forman parte del tórax. La mayoría de las personas tienen 12 pares de costillas. Siete pares superiores, las costillas verdaderas insertadas en el esternón por medio del cartílago costal. Las siguientes dos o tres pares son las costillas falsas, conectan indirectamente con el esternón mediante cartílagos unidos a las costillas superiores, y las costillas flotantes, no están unidas al esternón.

En algunos casos aparecen una o más costillas extras, mientras que otros, los afectados por el síndrome de Down tienen un par menos de lo normal.

El esqueleto apendicular está compuesto por los huesos de **las extremidades superiores e inferiores** y **las cinturas escapular y pélvica**.

Los miembros superiores (figura 5.7), están constituidos por el hombro, brazo, antebrazo y mano; mientras que el inferior lo forman la cadera, muslo, pierna y pie. En cada uno de ellos el esqueleto está formado por huesos largos, anchos y cortos.

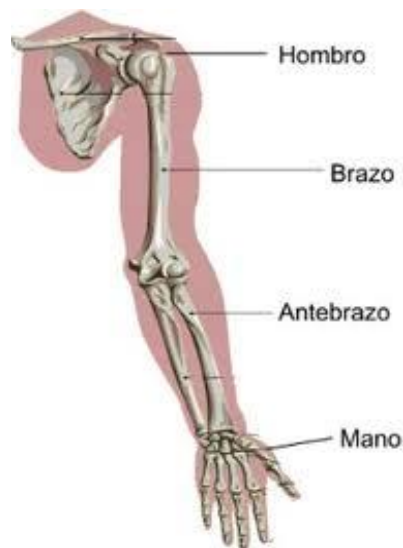


Fig. 5.7 Estructura del miembro superior

Los huesos que forman los miembros superiores son: La cintura escapular constituida por la clavícula y el omóplatos o escápula que forman el hombro; el húmero, formando el brazo; el cúbito y el radio que forman el antebrazo y los huesos de la mano: los del carpo, los del metacarpos y la falanges de los dedos (figura 5.8).

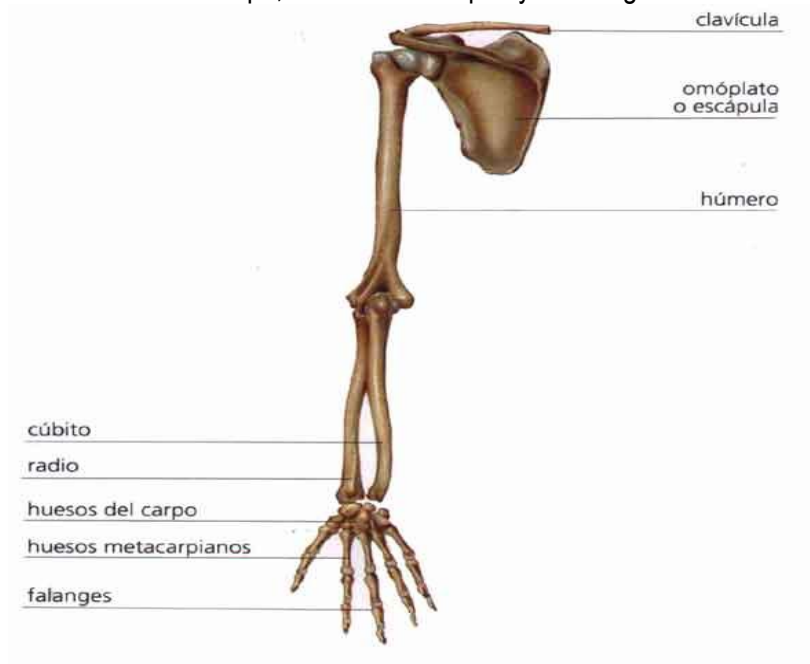


Fig. 5.8 Huesos del esqueleto del miembro superior

Por su parte los miembros inferiores (figura 5.9), están constituidos por la cintura pélvica que forman la cadera; el fémur en el muslo; la tibia y el peroné en la pierna y los tarsos, metatarsos y falanges de los dedos en el pie.

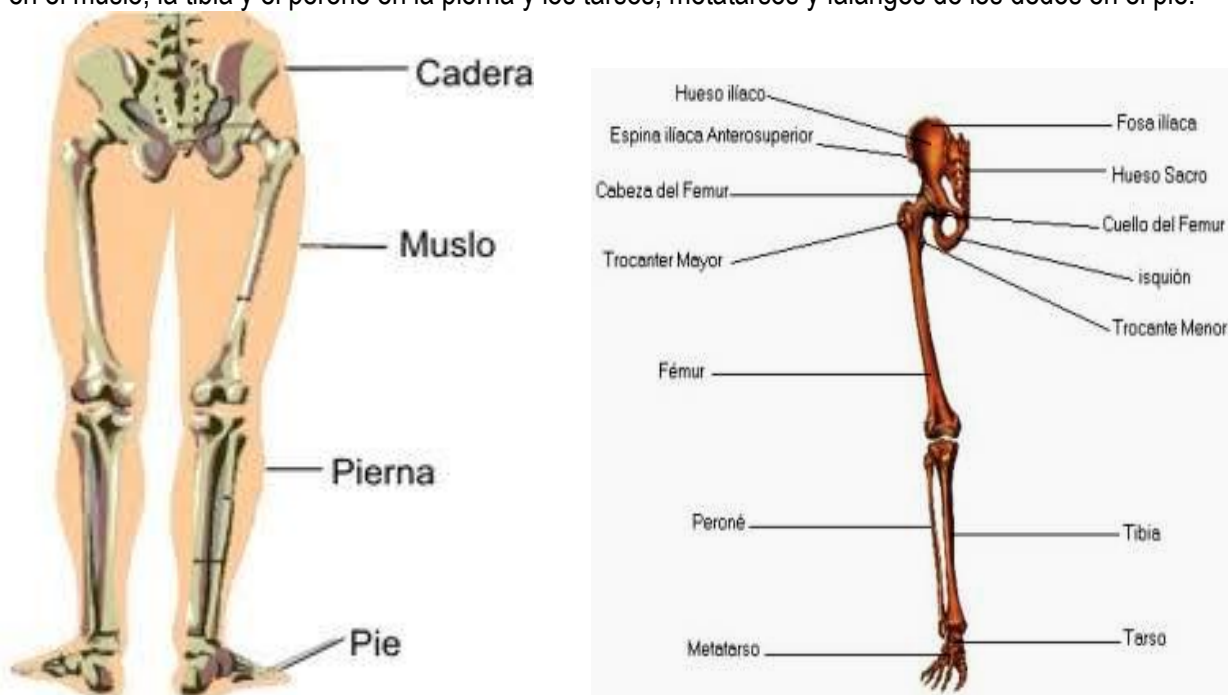


Fig. 5.9 Estructura y esqueleto del miembro inferior

La cintura pélvica está formada por un hueso par llamado ilíaco o coxal, en este, hasta aproximadamente los 19 años de edad se distinguen tres partes, el ilion, localizado en la parte superior que forma la cadera; el pubis, situado por delante y hacia abajo y el isquion que se encuentra por debajo y detrás.

En el adulto, estos huesos se osifican y constituyen un hueso único de gran solidez. Los dos huesos ilíacos se unen entre sí con el sacro y forman la pelvis, esta se une al tronco con las extremidades inferiores. La pelvis tiene un aspecto general en ambos sexos, pero la estructura es más superficial y ancha en las mujeres para permitir la función especializada del parto. Dispuestos para formar un anillo los fusionados huesos pélvicos constituyen un fuerte fundamento para la parte superior del cuerpo y protegen partes de los sistemas reproductor, digestivo y urinario.

Como ya sabes, los huesos son órganos inmóviles, por lo que su movimiento se debe a la acción de los músculos. Para que esto se produzca cada hueso se articula uno con otro formando las articulaciones (figura 5.10). Estas constituyen el lugar donde se unen los huesos.

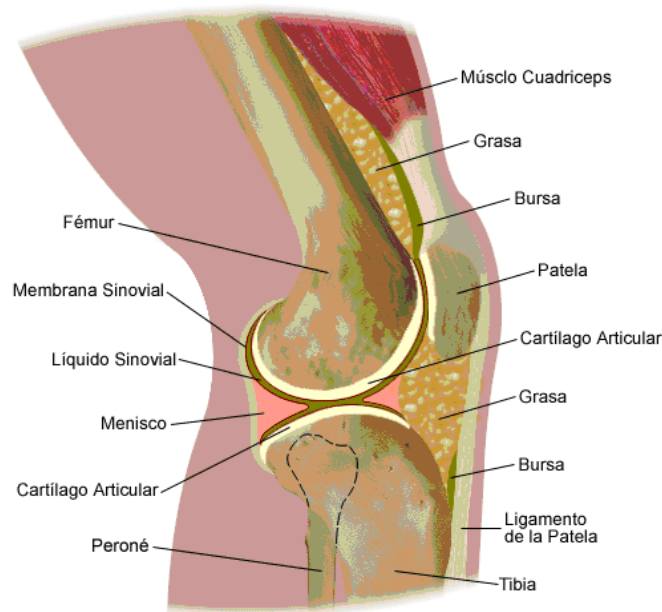


Fig. 5.10 Anatomía de la rodilla

Las articulaciones se clasifican por su estructura o por la forma en que se mueven. La mayoría de las articulaciones del cuerpo) se mueven libremente, es decir son móviles. Por tales razones contienen un líquido lubricante llamado fluido sinovial que junto al cartilago articular cubre y protege las extremidades del hueso y una cápsula fibrosa encierra la estructura articular. Estas son características de las extremidades. La rodilla es la articulación más grande del cuerpo, tiene todas estas características. La del hombro, la más móvil. No todas las articulaciones se mueven libremente, algunas son semimóviles como las de la columna vertebral donde muchos pequeños movimientos posibilitan uno.

### Los músculos

Representan la parte activa del aparato locomotor y como resultado de sus contracciones tienen lugar los movimientos. Constituyen el volumen más importante del cuerpo y aproximadamente la mitad de su peso.

Se clasifican en tres tipos: esqueléticos, involuntarios o lisos y cardíaco. Todos tienen la capacidad de extenderse, contraerse, ser excitados por un estímulo y recuperar su forma y tamaños originales además de estar formados por células alargadas llamadas fibras.

Los músculos involuntarios son aquellos que se ocupan de las funciones inconscientes del cuerpo, o sea, aquellos en que el organismo no puede controlar su contracción por su propia voluntad como, por ejemplo, las contracciones de las paredes del esófago para impulsar el alimento hacia el estómago, o cuando observamos y se produce la apertura o cierre del iris en los ojos, entre otras.

El músculo cardíaco solo se encuentra en el corazón y es único en cuanto a sus interconexiones. Su tejido muscular es estriado, ya que sus contracciones y relajaciones son continuas y no pueden detenerse. Está regulado por un mecanismo autónomo denominado automatismo cardíaco además de las conexiones y estímulos que recibe del sistema nervioso central. Aunque no es un músculo involuntario, por poseer ese mecanismo propio del corazón tampoco sus contracciones y relajaciones no pueden depender de la voluntad del organismo.

Los músculos esqueléticos o voluntarios pueden ser contraídos o relajados según la voluntad del individuo. Forman casi la mitad del cuerpo humano, se estima una cantidad aproximada a 6 000 o más. Al trabajar con los huesos del esqueleto, estos músculos aportan la energía vital para mover el cuerpo. Se produce así la armonía.

Los músculos esqueléticos se insertan en los huesos, se extiende sobre una articulación junto a ligamentos y tendones constituyendo una armazón que en su conjunto ofrecen la movilidad. Los tendones son cuerdas fibrosas de tejido conjuntivo que conectan los músculos esqueléticos con los huesos.

Los músculos más potentes son los que se insertan y distribuyen a lo largo de la columna vertebral, mantienen la postura y aportan fuerza para levantar objetos y empujar (figura 5.11).

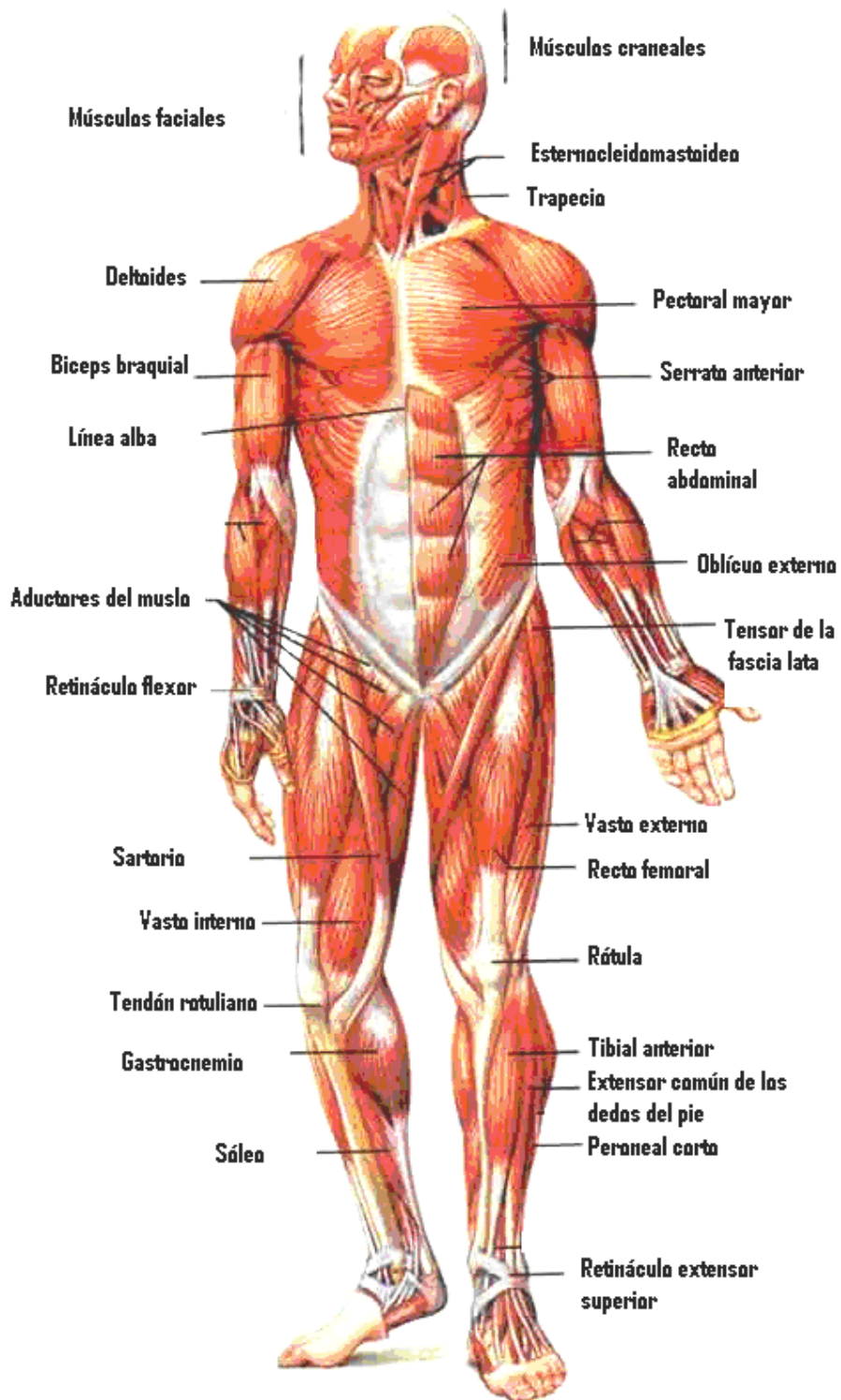


Fig. 5.11 Musculatura esquelética del organismo humano

El más pequeño de todos es el músculo del estribo, en el interior del oído. Por la posibilidad de contraerse y relajarse los músculos desarrollan importantes funciones, por ejemplo, los de las extremidades inferiores soportan el peso del cuerpo y participan en la locomoción. De igual forma los cutáneos y masticadores insertados en la cabeza, participan, unos en la masticación de los alimentos, los otros en los cambios de expresión del rostro, como la elevación de las cejas, arruga de la piel de la frente, la sonrisa, etcétera.

Los músculos necesitan oxígeno y compuestos orgánicos como la glucosa para contraerse. En presencia del oxígeno, el compuesto orgánico se degrada en las fibras musculares y se libera energía metabólicamente utilizable en este proceso además de sustancias de desecho como el ácido fosfórico y ácido láctico.

Los músculos con su contracción producen trabajo, este no puede ser continuo y prolongado, de ser así y además de no eliminarse adecuadamente las sustancias de desecho se produce la fatiga muscular, durante la cual la fuerza de contracción del músculo disminuye. Cuando se hace ejercicio moderado el organismo es capaz de eliminar los productos de desecho con relativa facilidad.

Después de contracciones prolongadas, es necesario reposar para que la sangre pueda llevar las sustancias nocivas a los órganos excretores y transportar materiales nutrientes y oxígeno al músculo.

Para que los músculos y huesos funcionen adecuadamente, así como el resto de los sistemas de órganos, se necesitan fuentes de energía que el organismo humano adquiere y transforma en sustancias asimilables a través del sistema digestivo.

### **Sistema digestivo**

Las funciones que realiza el organismo humano dependen de algún tipo de energía que incorporan a través de diferentes tipos de alimentos y con ellos los nutrientes necesarios, ya que a diferencia de las plantas son organismos heterótrofos. En su forma natural no pueden llegar a las células donde son procesadas a través del metabolismo y liberar de ellos la energía que poseen. Se requiere entonces de procesarlos y transformarlos en sustancias simples asimilables de lo que se encarga el sistema digestivo.

En el hombre el sistema digestivo desempeña la importante función de proporcionar agua, electrolitos y sustancias alimenticias de forma continua, lo que se logra mediante la transformación mecánica y química de los alimentos ingeridos en sustancias más simples, las cuales son absorbidas y conducidas a todas las células. Al mismo tiempo, los residuos alimenticios no digeridos son expulsados al exterior.

El sistema digestivo (figura 5.12), está constituido por una estructura tubular en comunicación con el medio externo, por lo que se considera un sistema abierto, en el que se distinguen la cavidad bucal, la faringe, el esófago, el estómago el intestino delgado, el intestino grueso que termina en el ano. Además un conjunto de glándulas anexas, cuyas secreciones son vertidas en el mismo y participan en las transformaciones químicas de los diferentes grupos de alimentos ingeridos.

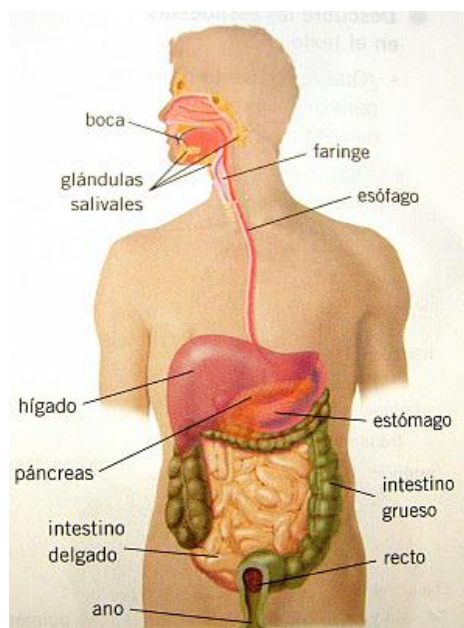


Fig. 5.12 Estructura del sistema digestivo

El proceso de digestión comienza en la boca, donde se mastican y trituran los alimentos, son envueltos en la saliva y mezclados con la ayuda de la lengua. En poco tiempo se convierte en una mezcla blanda, húmeda y redondeada llamada bolo alimenticio. Cada bolo es deglutido, pasa por la faringe, de ahí al esófago, tubo muscular que conduce la comida hasta el estómago; en él los bolos se mezclan con los jugos o fermentos estomacales formándose el quimo; a continuación, el intestino delgado recibe gradualmente esta masa que completa su descomposición por la acción de los enzimas. Los productos de la digestión se absorben y pasan a la sangre a través del revestimiento intestinal para su transportación hasta todo el organismo.

Los productos digestivos de desecho son excretados como heces por el ano. En este momento final ya han sido absorbidos los nutrientes esenciales para las funciones del cuerpo.

Este proceso de digestión, aparentemente tan simple, transcurre por complejos procesos mecánicos y químicos. Los procesos mecánicos son los que realizan las estructuras de diferentes órganos para reducir a porciones más pequeñas los alimentos que hemos ingeridos, por ejemplo, en la boca ocurren bajo la acción de los dientes. Estos trituran los alimentos por el efecto de la masticación, o sea, el movimiento del maxilar inferior sobre el superior. Los músculos de las paredes del estómago y los intestinos, también a través de sus contracciones y relajaciones disminuyen el tamaño de las porciones de alimento. Toda esta reducción a pequeñas porciones facilita una mayor superficie de contacto con los jugos y fermentos y de este modo un mejor proceso digestivo.

A continuación podrás comprender mejor cómo en cada órgano se produce la digestión.

La **cavidad bucal**, porción inicial del sistema digestivo comprende el vestíbulo de la boca y la cavidad bucal propiamente dicha (figura 5.13).

El vestíbulo, espacio limitado por delante con los labios y las mejillas y por detrás con los arcos alveolo dentales.

La cavidad bucal está compuesta por el paladar, la lengua y los dientes.

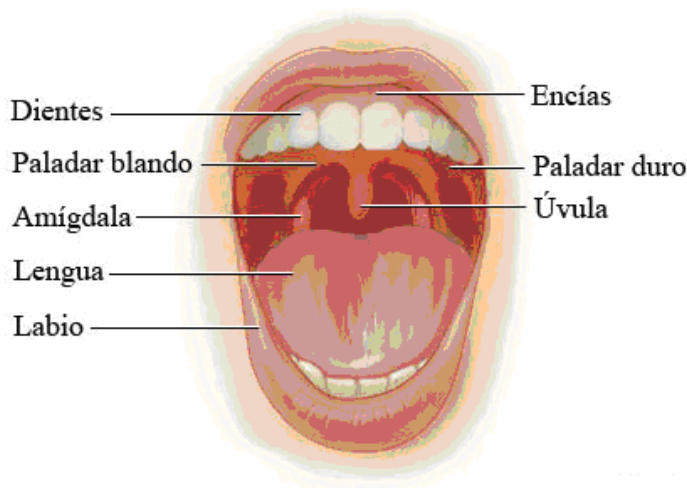


Fig. 5.13 Estructura de la boca

El paladar o techo de la boca está formado por el paladar duro al que le continúa el paladar blando, el primero separa la cavidad nasal de la bucal, y el segundo presenta una lámina muscular cubierta por mucosa, el extremo posterior libre formando el velo del paladar y su culminación en la úvula.

La lengua es un órgano muscular cubierto por mucosa, aplanado en estado de reposo dentro de la cavidad bucal, muy activo en los procesos de masticación deglución y articulación del lenguaje. La mucosa de la cara superior o dorsal tiene aspecto aterciopelado debido a la presencia de abundantes excrescencias denominados papilas. De ellas algunas con sensibilidad táctil y otras las gustativas en las que se encuentran los receptores del gusto.

Los dientes estructuralmente están formados por un material duro, la dentina, el esmalte y cemento. Se encuentran insertados en los alvéolos dentarios de los maxilares y la mandíbula.

Cada diente consta de tres partes: la corona, que sobresale de la encía, el cuello, que forma la zona ligeramente estrecha del diente, es abarcado por la encía y la raíz que se hunde en el alvéolo dentario y termina en el ápice, por el cual pasan los vasos sanguíneos y nervios del diente.

A través del proceso de crecimiento y desarrollo del individuo se observan generaciones dentarias o denticiones. Una temporal, conocido como dientes deciduales o de leche formado por un total de 20 piezas, 10 en cada arco, que aparecen entre los seis meses y los dos y medio o tres años de edad. La otra, dentición permanente, sustituye a la anterior en el período comprendido entre los 7 y 14 años de edad. Son de mayor tamaño y aparecen en número de 32.

En la cavidad bucal como ya se ha explicado los alimentos son fragmentados en partículas más pequeños mediante la masticación y trituración por el efecto de los dientes. En esta cavidad vierten su secreciones las glándulas salivales (parótidas, submandibular y sublingual). La saliva es un líquido transparente de reacción alcalina, compuesto en su mayor parte por agua (alrededor del 98 %), sustancias orgánicas e inorgánicas y una enzima denominada ptialina o amilasa salival que actúa sobre los carbohidratos (almidones) y los transforma en disacáridos o también participa en la destrucción de bacterias ingeridas con los alimentos, humedece la mucosa bucal y la lengua, lo que facilita la articulación de sonidos y el lenguaje.

Como resultado de estos procesos mecánicos en la boca se forma el bolo alimenticio que es deglutido y pasa a la faringe. Puede concluirse entonces que en la boca ocurren las transformaciones mecánicas de todos los alimentos, pero solamente inician su transformación química los carbohidratos.

La faringe es un órgano tubular, corto, limitado en su parte superior por las cavidades bucal y nasal y en su parte superior con la laringe y el esófago, se extiende hasta el nivel de la VI o VII vértebra cervical.

La mucosa faríngea presenta glándulas que secretan mucus que ayuda al acondicionamiento del aire y facilita el tránsito de los alimentos.

La faringe es una vía de paso de los alimentos desde la cavidad bucal hasta el esófago. Tiene un papel activo en la deglución.

El esófago es una estructura tubular localizada entre la faringe y el estómago de aproximadamente 23 a 25 cm de longitud. Se inicia en la región cervical pero su mayor parte se encuentra en la cavidad torácica y penetra 3 cm en la cavidad abdominal. Posee gran cantidad de glándulas mucosas que lubrican al bolo alimenticio que junto a los movimientos peristálticos de la capa muscular, facilitan su paso hacia el estómago.

El estómago es un órgano muscular, hueco, dilatado, en forma de saco. Se encuentra entre el esófago y el intestino delgado, situado en la porción superior izquierda de la cavidad abdominal por debajo de las últimas costillas.

Presenta un orificio de entrada, el cardias, a través del cual se comunica con el esófago y otro de salida denominado píloro que permite su comunicación con el duodeno. Ambos orificios están rodeados por fibras musculares lisas dispuestos circularmente en forma de esfínteres, lo que garantiza su función reguladora, o sea, enviar pequeñas porciones de alimento al estómago.

La pared del estómago está formado por cuatro capas: mucosa, muscular y serosa.

La capa mucosa presenta pliegues los cuales se distienden al llenarse el estómago, presenta también numerosas glándulas gástricas que secretan los componentes del jugo gástrico (agua, ácido clorhídrico, moco y enzimas, entre otros).

La capa muscular asegura la movilidad del estómago, que se manifiesta por movimientos de mezcla y propulsión que aseguran el contacto de los alimentos con el jugo gástrico, lo que trae como consecuencia la formación del quimo. Las contracciones peristálticas se hacen intensas a nivel del píloro garantizando el vaciamiento hacia la primera porción del duodeno. La capa serosa tapiza internamente al órgano.

En el estómago los alimentos son sometidos a procesos químicos y mecánicos. Por acción del jugo gástrico, las proteínas y las grasas emulsionadas (por ejemplo la mantequilla y mayonesa) son transformadas en sustancias más simples, las proteínas se degradan hasta polipéptidos de menor peso, molecular y las grasas emulsionadas hasta ácidos grasos y glicerol. Los carbohidratos no son desintegrados por el jugo gástrico.

Los movimientos de mezcla, como vimos en la capa muscular, son garantizados por esta.

Los alimentos en el estómago pueden permanecer de 2 a 8 horas, depende en gran medida de su composición. Los líquidos se evacúan más rápido que los sólidos al igual que los que son ricos en carbohidratos. Los que contienen grasas y proteínas demoran más en pasar al intestino delgado.

El quimo pasa al intestino delgado. Aquí culmina la transformación de los alimentos.

El intestino delgado con una longitud de 5 a 7 metros comienza en el píloro y termina en la válvula ileocecal donde comienza el intestino grueso. Está formado por el duodeno, el yeyuno y el íleon. El duodeno corto y curvado, recibe las secreciones del hígado y el páncreas. El yeyuno y el íleon son largos y enroscados.

La capa mucosa tiene millones de proyecciones llamadas vellosidades, cada una cubierta por un epitelio que absorbe nutrientes. Las células epiteliales tienen proyecciones llamadas microvellosidades; las dos aumentan la superficie del intestino delgado para una absorción más eficiente, a través de sus membranas pasan las sustancias degradadas hacia la sangre y la linfa.

La capa muscular asegura la contracción y dilatación del intestino delgado a través de los movimientos peristálticos que, hacen posible el tránsito del contenido intestinal.

La capa serosa cubre el intestino delgado en casi toda su extensión y tiene función protectora.

Antes de hacer referencia a las transformaciones que sufren los alimentos en el intestino delgado, haremos un aparte para el estudio de las glándulas del sistema digestivo que vierten sus secreciones en el intestino delgado, el hígado y el páncreas, por la participación de sus secreciones en la degradación final de los alimentos.

El hígado: es un órgano voluminoso que puede alcanzar un peso aproximado a 1 500g, de superficie lisa, color pardo y consistencia firme. Se encuentra situado debajo del diafragma, en la zona superior derecha de la cavidad abdominal.

Tiene numerosas funciones, entre estas se encuentra la formación y secreción de la bilis.

El páncreas: es una glándula mixta formada por dos tipos de tejidos diferentes, uno de función endocrina, y otro con función exocrina que producen sustancias con función digestiva. Está situado por detrás del estómago, en la pared abdominal posterior. En él se distinguen tres partes: cabeza, cuello y cola.

Las secreciones enzimáticas elaboradas en el páncreas salen de él por el conducto pancreático que desemboca en el duodeno. Estas secreciones junto con otros componentes forman el jugo pancreático, con propiedades para degradar los sacáridos, lípidos y proteínas.

La vesícula biliar situada en la cara enfrente del hígado, almacena temporalmente la bilis, a través del conducto biliar esta es depositada en el duodeno. La bilis se acumula en la vesícula durante los periodos que no hay digestión, cuando los alimentos penetran en el duodeno se provoca una contracción refleja de la vesícula y se vierte bilis, rica en sales biliares que emulsionan las grasas y así favorecen la acción enzimática y, por tanto, la absorción de estas. La bilis es almacenada temporalmente en la vesícula biliar.

Después de analizar algunos detalles significativos de las glándulas anexas, hígado y páncreas, podemos estudiar las transformaciones finales que sufren los alimentos en el intestino delgado.

La mucosa del intestino delgado secreta el jugo intestinal que junto al jugo pancreático contienen enzimas que participan en la digestión intestinal. La bilis no contiene enzimas, su función es la de emulsionar las grasas, de modo que posean mayor superficie para la mejor acción del jugo intestinal y el pancreático.

Bajo la acción de estos jugos o fermentos, es que concluyen las transformaciones químicas todos los grupos de alimentos, transformándose en sustancias simples asimilables que perfectamente pueden ser enviadas a las células como fuente de energía química orgánica.

Los polisacáridos se transforman en monosacáridos, principalmente glucosa, las proteínas lo hacen hasta sus componentes primarios, los aminoácidos, y los lípidos, ya emulsionados por la bilis, hasta ácidos grasos y glicerina que son los productos finales de la digestión necesarios al organismo junto con el agua las vitaminas y los minerales.

Una vez ocurrida la total transformación de los alimentos se produce la absorción a través de las vellosidades intestinales, las sustancias pasan ahora a la sangre y otros a la linfa.

La absorción aunque se produce en mayor cuantía en el intestino delgado, también tiene lugar en el estómago (donde se absorbe el alcohol y algunos fármacos) y el intestino grueso donde se absorbe agua, vitaminas y algunos iones.

Los restos de los alimentos que no son absorbidos continúan su recorrido hasta la última porción del sistema digestivo, el intestino grueso.

Este órgano está a continuación del intestino delgado, se extiende desde su unión con el íleon hasta el ano, con una longitud aproximada de 1,5 metros. En él se distinguen varias partes: el ciego con el apéndice vermiforme, el colon (ascendente, transversal, descendente y sigmoideo) y el recto.

La capa mucosa carece de vellosidades, por lo que la absorción de nutrientes no es significativa, con exclusión del agua; presenta glándulas secretoras de mucus que garantizan la lubricación de la mucosa y, por tanto, el tránsito del contenido del intestino grueso. La capa muscular de fibras musculares lisas asegura el peristaltismo y los movimientos de mezcla. La capa serosa cubre totalmente el órgano.

La absorción del agua es mayor en el intestino grueso, pueden ser absorbidos en un día 4 litros del líquido, además de esta función en este órgano ocurre también la fermentación de los residuos alimenticios y la formación de los heces fecales.

Los heces fecales son el resultado de un conglomerado de residuos alimenticios no digeridos, mucus, células epiteliales muertas y otras sustancias que pasan por un proceso de desecación (por la gran absorción de agua) y endurecimiento hasta tomar su consistencia característica. El color depende de los pigmentos biliares desintegrados y la cantidad se corresponde con la cantidad de alimento ingerido.

En el intestino grueso existen bacterias (flora bacteriana del intestino) que se encargan de llevar a cabo los procesos de fermentación de carbohidratos y proteínas que no fueron absorbidos y se forman gases. Estas bacterias intervienen también en la formación de pequeñas cantidades de vitamina K, B-12 y otras.

Los heces fecales, gracias a los movimientos peristálticos van hacia el recto, donde se acumulan en espera de su salida al exterior a través del ano con la defecación.

Como comprenderás, las sustancias asimilables que se originaron como consecuencia de las transformaciones realizadas a lo largo del sistema digestivo, deben ser repartidas a todo el organismo como fuente de energía química. En este proceso interviene directamente la sangre contenida en los vasos del sistema circulatorio.

### **Sistema circulatorio**

Este sistema (figura 5.14), está constituido por el corazón y los vasos sanguíneos, en cuyo interior se mueve la sangre impulsada por el corazón.

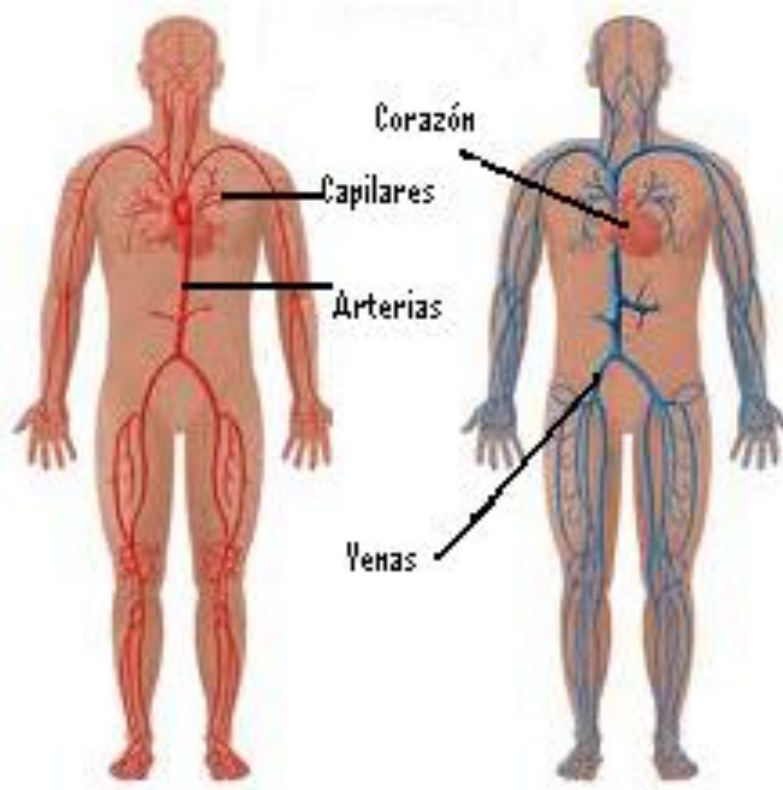


Fig. 5.14 Estructura del sistema circulatorio

Cada célula del cuerpo humano recibe materiales que le permiten realizar los diferentes procesos metabólicos, como resultados de ellos, se producen desechos que necesitan ser eliminados. La mayor parte de ellas está muy alejada de las fuentes de suministro y de los órganos de eliminación, por lo que es necesaria la existencia de un medio que distribuya y recoja esos materiales.

Dicha función es realizada por la sangre y la linfa, que están formados por células y un líquido intercelular.

Se comenzará por el estudio de los componentes y características de la sangre (figura 5.15):

La **sangre**, es un tipo de tejido conjuntivo, cuya sustancia intercelular es líquida y abundante. De color rojo, con olor peculiar, sabor salado y temperatura aproximada a los 38°C. La cantidad de sangre en el hombre es de aproximadamente 5 litros, lo que puede variar en dependencia de algunos factores.

Está compuesta por elementos sólidos, células o también llamados glóbulos:

- Glóbulos rojos o eritrócitos.
- Glóbulos blancos o leucócitos.
- Plaquetas o trombocitos.

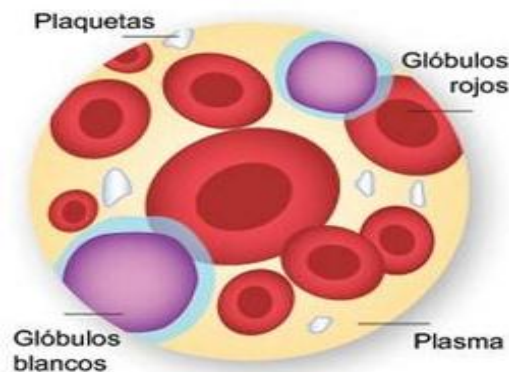


Fig. 5.15 Composición de la sangre

El componente líquido de la sangre es el plasma, constituido por agua (90 %) y sólidos (10 %), en él se encuentran disueltos gran cantidad de compuestos orgánicos (proteínas, glucosa, grasas, enzimas, vitaminas, hormonas, gases, entre otros) e inorgánicos (calcio, cloro, cobre, zinc, potasio, etcétera).

Su función esencial es el transporte de sustancias.

Glóbulos rojos, hematíes o eritrocitos son células desprovistas de núcleo, parecidas por su forma a un disco biconcavo. Deben su color a la presencia de una sustancia llamada hemoglobina, compuesto de hierro que tiene gran afinidad por el oxígeno.

Su función principal es el transporte de oxígeno y en menor cuantía de CO<sub>2</sub>.

Glóbulos blancos o leucocitos se encuentran en menor cantidad que es eritrocitos, son incoloros. Su función más importante es la defensa de gérmenes patógenos. Son producidos en órganos linfáticos, por ejemplo, el bazo, ganglios linfáticos, entre otros.

Plaquetas o trombocitos constituyen fragmentos de células muy voluminosos formadas en la medula ósea, donde se desintegran y llegan a la sangre. Son un elemento vital en la coagulación sanguínea.

En resumen, la sangre tiene como funciones:

- Transportar los gases de la respiración (CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub>)
- Transportar hacia los tejidos sustancias alimenticios, hormonas, enzimas, medicamentos, vitaminas, minerales, agua, entre otros.
- Elimina de los tejidos los productos finales del metabolismo que resultan dañinos al organismo, transportándolos a los órganos que se encargan de su excreción (pulmones, riñones, piel, etcétera).
- Defiende al organismo contra agentes externos, principalmente mediante los leucocitos.
- Participa en el equilibrio ácido básico debido a la presencia de sustancias (bicarbonato, fosfato y proteínas) que evitan los cambios bruscos de pH.
- Por medio de la coagulación se impide la pérdida de sangre después de un traumatismo.

En ocasiones algunas personas poseen índices de hemoglobina por debajo de lo normal y en la práctica médica se emplean con frecuencia las transfusiones de sangre para mejorar ese estado. Las personas que entregan su sangre son los **donantes** y los que la reciben los **receptores**.

La sangre tiene cualidades diferentes en cada persona, de forma tal que los componentes del plasma reaccionan con los antígenos de la membrana celular de las células sanguíneas. Hay sistemas de antígenos que son importantes en las transfusiones, uno es el sistema O-A-B y el otro es el Rh. Son los antígenos los que determinan la clasificación de la sangre en grupos y tipos.

De acuerdo con la presencia o no, de los antígenos **A** y **B**, en los eritrocitos, se determinan los grupos sanguíneos. Cuando está presente el **antígeno A**, el **grupo sanguíneo es A**; cuando contiene el **B** el **grupo**

**sanguíneo es B**; si están presentes ambos **A y B** se dice entonces que el grupo **sanguíneo es AB**; pero si no aparece ninguno de los dos es **O**. Estos antígenos se heredan y una persona puede tener uno o los dos a la vez.

Como estos antígenos, al reaccionar con determinados anticuerpos, provocan aglutinación de los glóbulos rojos, se les denomina aglutinógenos. Por lo que en la sangre no pueden estar presentes el mismo tipo de antígeno y anticuerpo. Cuando hay aglutinógeno A en el plasma existe entonces anticuerpo anti B, al cual se le denomina aglutina anti B y así sucesivamente como podrás observar en la tabla siguiente:

Tabla 5.1

Grupo Sanguíneo	Aglutinógenos (antígeno)	Aglutininas (anticuerpos)	Donante para	Receptor de
A	A	Anti B	A y AB	O, A
B	B	Anti A	B y AB	O, B
AB	A y b	-	AB	O, A, B, AB (receptor universal)
O	-	Anti A Anti B	O, A, B, AB (donante universal)	O

En la sangre pueden existir otros aglutinógenos (aparte de los A y B). En la mayoría de las personas los eritrocitos contienen un aglutinógeno denominado factor Rhesus (investigaciones hechas en un mono macacu Rhesus).

Las personas poseedoras de dicho aglutinógeno se les denomina Rh positivas. Algunas personas (la minoría) carecen de él, son entonces Rh negativos. En algunos casos, la sangre del donante resulta incompatible con la del receptor a causa de este factor, a pesar de ser compatibles con los grupos descritos anteriormente.

Para determinar entonces el tipo de sangre apropiado del donante en una transfusión, hay que tener en cuenta lo antes expresado, para evitar así una incompatibilidad sanguínea que dificultaría la circulación de la sangre por un proceso de aglutinación de los glóbulos rojos, que harían la función de tapones en los vasos sanguíneos, pudiendo esto llegar a provocar la muerte del individuo.

Ante toda transfusión sanguínea se debe determinar, obligatoriamente, el grupo sanguíneo del enfermo o receptor, que lo acompañará invariablemente por el resto de su vida.

El **corazón** (figura 5.16) es el órgano central del sistema cardiovascular, impulsor de la sangre. Está situado en el centro de la cavidad torácica, entre los dos pulmones y por encima del diafragma, en la cavidad pericárdica.

Posee las dimensiones del puño cerrado de la persona. Está dividido en cuatro cavidades: dos superiores, de paredes delgadas y flácidas, receptoras de sangre; las aurículas (derecha e izquierda) y dos inferiores, de paredes gruesas, que son impulsoras de sangre, los ventrículos, (derecho e izquierdo). Ambas cavidades están separadas entre sí mediante una pared muscular, el tabique interauricular y el tabique interventricular.

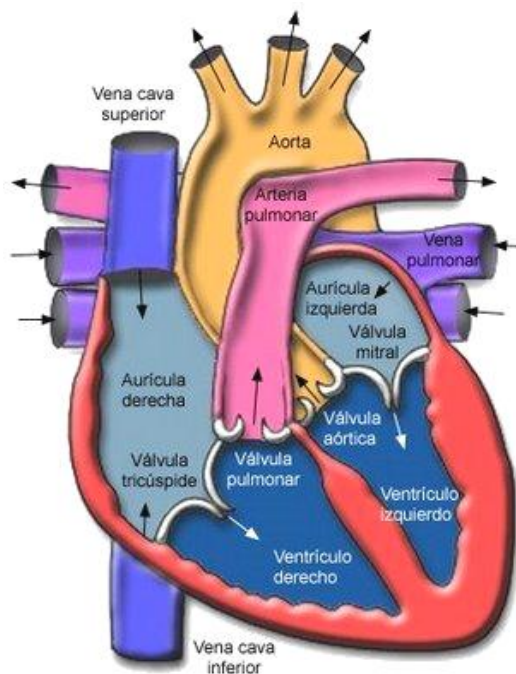


Fig. 5. 16 Estructura del corazón

Cada aurícula se comunica con su ventrículo correspondiente. La aurícula derecha se comunica con el ventrículo derecho a través de la válvula tricúspide y la aurícula izquierda lo hace con el ventrículo correspondiente mediante la válvula bicúspide o mitral.

Tiene una pared que consta de tres capas: interna o endocardio, media o miocardio y externa o epicardio. El endocardio reviste las cavidades o cámaras del corazón y a los vasos que salen de este. Por su parte el miocardio es la capa más gruesa, está constituido por el tejido muscular estriado cardiaco. El epicardio es la capa más externa, una capa serosa lo cubre, protege y fija al corazón a algunas estructuras vecinas, el pericardio.

La acción del músculo cardiaco se caracteriza por una sucesión ordenada en la que alternan períodos de contracción (sístole) y de relajación (diástole). La sangre impulsada por el corazón viaja a través de los vasos sanguíneos. Observa la figura 5.17.

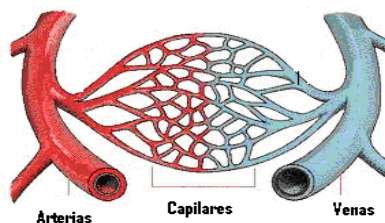


Fig. 5.17 Los vasos sanguíneos

**Arterias:** Parten del corazón y transportan sangre a gran presión hacia los tejidos. Sus paredes resistentes están formadas por tres capas que pueden ensancharse al paso del flujo sanguíneo y contraerse para impulsar este. Ellas se ramifican dando lugar a otras más finas, las arteriolas. Mediante estas llega la sangre a los capilares. Las arterias que salen del corazón (pulmonar y aorta) poseen válvulas que impiden el reflujo sanguíneo.

**Capilares:** Vasos delgados, dispuestos en forma de una red que se distribuyen por todos los órganos corporales. Sus paredes son delgadas y permeables lo que facilita su función: el intercambio de gases, líquidos y diferentes sustancias entre la sangre y los espacios intersticiales de los distintos tejidos del cuerpo.

**Venas:** Constituyen las vénulas que se van engrosando y conforman las venas. Su función es transportar sangre de retorno de los tejidos hacia el corazón. Las venas comúnmente acompañan a las arterias en su recorrido, por eso reciben igual nombre que estas. Ejemplos: arteria pulmonar y vena pulmonar, arteria renal y venas renales, etcétera.

Con todos estos elementos podrás comprender cómo ocurre la circulación sanguínea a través de los vasos.

A la aurícula derecha llega la sangre de retorno, cargada de  $\text{CO}_2$ , a través de la vena cava superior y vena cava inferior, esta sangre pasa al ventrículo derecho y sale de este mediante la arteria pulmonar a oxigenarse a los pulmones, la cual regresa al corazón a través de las cuatro venas pulmonares que desembocan en la aurícula izquierda, al recorrido de esta sangre que fue a oxigenarse y salió del ventrículo derecho hasta el atrio izquierdo se le denomina *circulación menor*, por la brevedad del recorrido. De la aurícula izquierda la sangre baja al ventrículo izquierdo, por el cual sale transportada por la arteria aorta que la lleva a todos los tejidos del cuerpo y de estos regresa cargada de desechos, lo que constituye la *circulación mayor*.

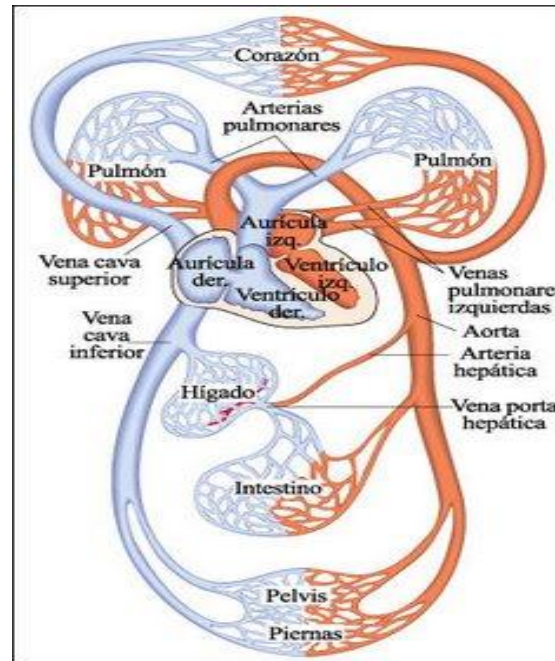


Fig. 5.18 Principales vasos del sistema circulatorio

La fuerza que ejerce un volumen de sangre por unidad de área en la pared del vaso sanguíneo que la contiene, se conoce con el nombre de presión o tensión sanguínea. Esta varía en los diferentes vasos, siendo mayor en las arterias que en las venas. En los capilares esta presión es alta, lo que posibilita la difusión de parte del plasma desde su interior, hacia el medio extracelular. A consecuencia de la salida del oxígeno y de las sustancias desde los vasos capilares, va disminuyendo gradualmente la presión en su interior, por lo que la presión en el medio extracelular resulta mayor y, por consiguiente, los productos de desecho que se producen continuamente por la actividad de las células, difunden desde el medio extracelular hacia el interior de los capilares.

La circulación sanguínea está íntimamente relacionada con la circulación de la linfa a través de los vasos linfáticos.

La vía del sistema linfático permite que los líquidos de los espacios intersticiales puedan regresar hasta el torrente circulatorio, por lo que el sistema linfático mantiene el control del líquido tisular e impide la formación de edemas en los tejidos.

En el trayecto de los vasos linfáticos, se presentan los ganglios linfáticos, que generalmente se encuentran agrupados o formando cadenas e intervienen en la formación de los leucocitos, por lo que cuando hay una infección, estos ganglios aumentan de tamaño, se hacen más compactos y pueden ser palpados con facilidad.

A todo lo anterior debe agregarse, que precisamente por estar expuestos al constante intercambio e interacción con el medio, el organismo es invadido por microorganismos, virus y todo tipo de agente infeccioso, por lo que tiene que luchar por contrarrestar su acción.

Te habrás preguntado cómo el organismo humano puede defenderse de agentes invasores que pueden romper su equilibrio interno y, a su vez, con el medio circundante, afectándose así su salud.

Un cuerpo sano puede defenderse a sí mismo contra la mayoría de los organismos invasores que le pueden provocar una infección o enfermedad.

Existen dos tipos de defensa: la innata y la adoptiva. La primera incluye barreras mecánicas como la piel y defensas químicas como la enzima antibacteriana de las lágrimas. La segunda está relacionada con la acción rápida de los leucocitos ante la invasión de los microorganismos. Existen células que producen sustancias químicas llamadas anticuerpos, que circulan por la sangre y atacan organismos específicos causantes de enfermedades; otras células atacan directamente a los organismos. Ambas conservan la acción (“recuerdo”) de las infecciones anteriores y responden con rapidez a las posteriores.

Existen gran cantidad de leucocitos (macrófagos) en los ganglios linfáticos, estos ingieren bacterias y otros agentes patológicos.

Si los organismos invasores infecciosos penetran la piel o no son exterminados por sustancias químicas especiales como las que se encuentran en las lágrimas o la saliva, entran en acción las respuestas inflamatorias e inmunológicas del cuerpo. El dolor, la hinchazón y la fiebre pueden ser signos de la batalla contra esa infección a medida que diversos tipos de leucocitos tratan de impedir que esta se extienda.

Todo el recorrido de la sangre y la linfa por el organismo han hecho posible la comunicación con todas las células del cuerpo, entonces están creadas las condiciones para que ocurra el metabolismo celular y, con él, la liberación de la energía contenida en ellas para ser utilizada en todos los procesos vitales del organismo.

En el metabolismo inciden diferentes factores, pero la liberación de la energía requiere de la presencia de oxígeno, el cual llega a través de la sangre a todo el organismo procedente del sistema respiratorio.

## Sistema respiratorio

Entre el organismo y el medio ambiente tiene lugar un intercambio gaseoso continuo que garantiza el suministro de oxígeno para la realización de los diferentes procesos metabólicos a nivel celular y la salida del dióxido de carbono, producto residual y desecho de estos procesos, función que garantiza el sistema respiratorio, este además, suministra el aire necesario para la producción de la voz y el habla.

Este sistema está constituido por las vías respiratorias altas, cavidad nasal o fosas nasales y faringe, y las vías respiratorias bajas están constituidas por la laringe, la tráquea y los bronquios, además por los órganos ventilatorios, los pulmones.

A continuación en la figura 5.19 se presentan algunos detalles anatómicos y fisiológicos de estas estructuras.

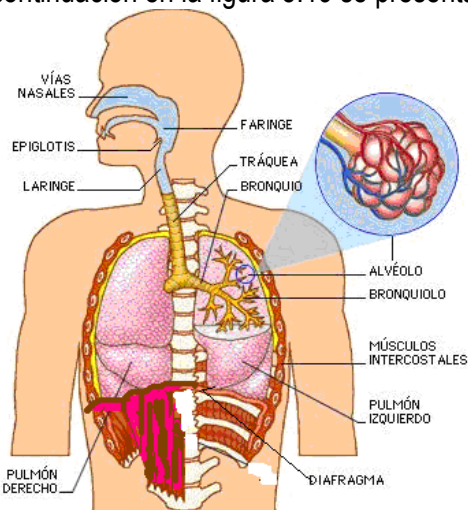


Fig. 5.19 Estructura del sistema respiratorio

La **cavidad nasal** está protegida por la nariz, prominencia impar compuesta por esqueleto osteocartilaginoso. En la base de la nariz hay dos orificios: las ventanas nasales, que dan paso a la cavidad nasal y comunican a esta con el exterior, y en la porción posterior hay otros orificios, las coanas, que la comunican con la nasofaringe. Alrededor de la cavidad nasal se localizan múltiples espacios llenos de aire denominados senos perinasales, los cuales mantienen comunicación directa.

El aire al ser inhalado y pasar por las fosas nasales es filtrado, calentado y humedecido gracias a la presencia en ellos de una mucosa compuesta por un epitelio ciliado vibrátil, donde se sedimenta el polvo y debido a la

vibración de dichos cilios este es expulsado hacia las coanas, en este proceso de filtrado participan los pelos o vibras y la secreción de las glándulas mucosas nasales que envuelven las partículas de polvo facilitando su expulsión. Este mucus contribuye a humedecer el aire, y la presencia de capilares venosos en él permite el calentamiento del mismo.

Se puede respirar no solo a través de la nariz, sino también por la boca, en este último caso el aire no se purifica ni se calienta lo suficiente. Como resultado de ello pueden presentarse trastornos en los órganos de la respiración y en el desarrollo físico (defectuoso desarrollo del tórax).

La cavidad nasal se comunica a través de las coanas con la faringe bucal, ya estudiado en los órganos del sistema digestivo, de ahí el aire continúa su recorrido hasta la laringe.

La laringe se encuentra situada en la porción anterosuperior del cuello, por delante de la faringe, que constituye su límite superior, ellos se comunican a través de una amplia abertura. En su parte inferior limita y se comunica con la tráquea.

Es un órgano impar, ancho en su parte superior. Formado por un conjunto de cartílagos unidos entre sí por ligamentos y articulaciones que se mueven con la participación de los músculos laríngeos; la epiglotis cierra el orificio de la laringe durante la deglución de los alimentos.

De los músculos que conforman la laringe, unos permiten su movimiento general en correspondencia con las estructuras que lo rodean, otros ponen en movimiento los cartílagos, las cuerdas vocales participan en la emisión de los sonidos y varían la anchura de la cavidad.

La cavidad de la laringe está tapizada por una mucosa lisa extraordinariamente sensible, la presencia allí de cualquier cuerpo o partícula extraña desencadena el reflejo tusígeno (de la tos), este mecanismo desempeña una función importante en la defensa del organismo.

Resumiendo, la laringe tiene varias funciones entre ellas: respiratoria, protectora, fonatoria, participa en la deglución.

Continúa su recorrido el aire inspirado por la tráquea, situada a continuación de la laringe y por delante del esófago. Tiene una longitud aproximada de 11 cm.

En su estructura aparecen anillos cartilagosos unidos entre sí por ligamentos fibrosos una pared (donde no se cierran los anillos) aplanada, de tejido muscular que garantiza los movimientos de la tráquea durante la ventilación y la tos, además permite que se ensanche el esófago durante la deglución.

Tiene un epitelio ciliado con numerosas glándulas secretoras de mucus; el movimiento de los cilios ayuda a expulsar las partículas de polvo, microorganismos u otras partículas que puedan llegar hasta este órgano.

Los bronquios se forman por la bifurcación de la tráquea, son dos, el derecho más largo y estrecho, y el izquierdo, más corto y ancho, lo que está en correspondencia con las características de los pulmones. En ellos el aire continúa purificándose, calentándose, y humedeciéndose para llegar a los pulmones.

Los pulmones son los órganos ventilatorios, están situados en las porciones laterales de la cavidad torácica. Llenan la mayor parte de esta cavidad, están protegidos por ella y recubiertos completamente por una membrana serosa llamada pleura.

Cada pulmón tiene forma cónica, con una base ligeramente cóncava que descansa sobre el diafragma. El pulmón derecho es más voluminoso y, a su vez, más corto y ancho que el izquierdo, que es, más largo y estrecho, esto se debe a la situación del corazón (dirigido hacia la izquierda) y a la elevación de la cúpula diafragmática (el voluminoso lóbulo derecho del hígado se encuentra debajo de este). El tejido del pulmón es de consistencia esponjosa.

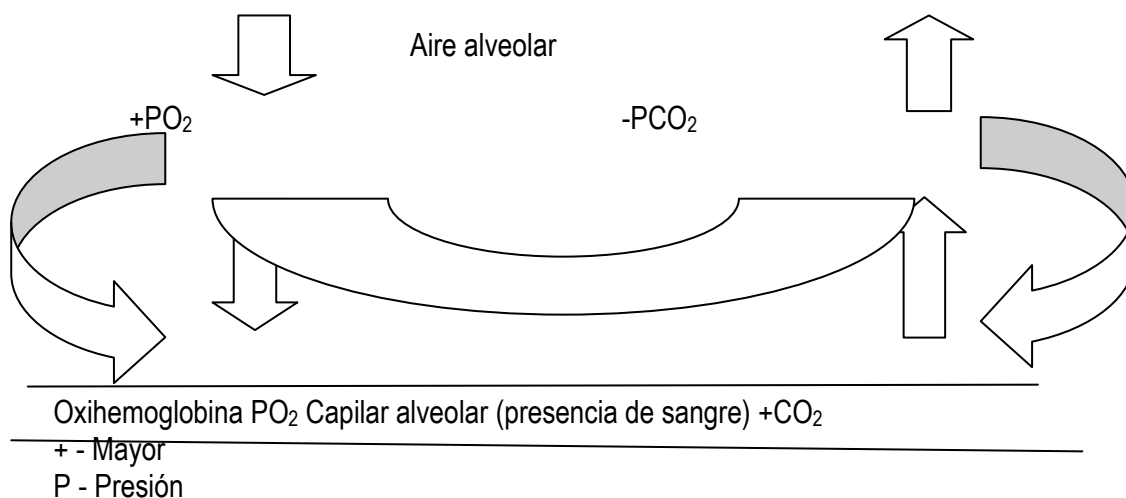
El aire entra a los pulmones a través de la tráquea, esta se bifurca para formar los bronquios primarios, que entran en cada pulmón por el hilio y continúan subdividiéndose en ramificaciones más finas hasta que distribuye el aire a los alvéolos, estructuras en forma de sacos, elásticos y de paredes muy finas.

En ellos ocurre el intercambio de gases. El oxígeno pasa a la sangre difundiendo a través de las paredes alveolares en la red capilar que los rodea. El dióxido de carbono, un producto de desecho se difunde desde la sangre a los alvéolos, desde donde es exhalado.

Este proceso de intercambio a nivel alveolar se explica de la manera siguiente: al existir una mayor concentración de oxígeno en el aire alveolar con respecto a la sangre de los capilares alveolares, la presión parcial de este gas se hace mayor en los alvéolos, por lo que difunde mediante la membrana del capilar a la sangre.

En la sangre de los capilares que rodean a los alvéolos, hay una mayor concentración de dióxido de carbono que el interior de estos, por lo que este gas atraviesa la membrana respiratoria hacia los alvéolos a favor de su gradiente de presión.

Esquema 5.1  
Intercambio de gases a nivel pulmonar



Al penetrar en la sangre el oxígeno, la mayor parte de él se combina rápidamente con la hemoglobina contenida en los glóbulos rojos de la sangre, formando un compuesto llamado oxihemoglobina. De esta forma es transportado el oxígeno por la sangre hacia todas las células del cuerpo, de igual forma se recoge el dióxido de carbono que constituye un desecho de la actividad metabólica de las células, expulsándose al exterior a través de los pulmones.

Los mecanismos de ventilación pulmonar a través de los cuales se incorpora aire puro a los pulmones, o la salida de este al exterior son la inspiración (entrada del aire) y la espiración, (salida del aire).

Durante la inspiración el diafragma y otros músculos (intercostales externos) se contraen y aumenta la capacidad torácica. Las pleuras hacen posible que los pulmones sigan estos movimientos y se distiendan, al aumentar su volumen disminuye la presión intrapulmonar que se hace menor que la atmosférica penetrando de esta forma el aire en ellos.

Al cesar la acción de los músculos que han distendido el tórax, los pulmones recuperan su volumen inicial, por consiguiente, aumenta la presión de aire contenida en ellos con respecto a la presión atmosférica y el aire es exhalado, es decir, sale al exterior. Ha ocurrido entonces la espiración.

## Sistema renal

Como resultado de los diferentes procesos metabólicos que ocurren a nivel celular se producen sustancias de desecho (toxinas) que de permanecer en el organismo pudieran llegar a ocasionar su muerte, por lo que es imprescindible su eliminación. Ya conoces que desde los tejidos de los distintos órganos, ellas pasan a la sangre y junto con esta llegan a los órganos que lo pueden excretar, entre ellos los pulmones, la piel, los intestinos y el sistema renal.

El sistema renal o también llamado urinario (figura 5.20), está constituido por los órganos que elaboran, almacenan y eliminan la orina: los riñones, los uréteres, la vejiga y la uretra.

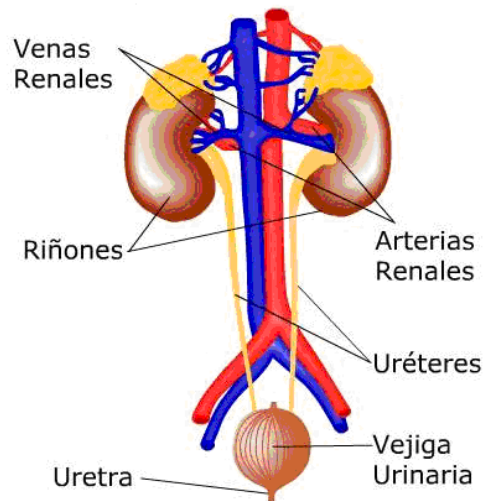


Fig. 5.20 Estructura del sistema renal

Los **riñones** son órganos pares, situados en la porción posterior de la cavidad abdominal a ambos lados de la columna vertebral, a nivel de la última vértebra torácica y de las primeras lumbares. La fijación de cada uno es asegurada por tejido adiposo, fibroso y muscular. Tienen forma de frijol, color rojo oscuro y superficie lisa. Poseen un borde lateral convexo y uno medial cóncavo, donde se encuentra el hilio renal, por este lugar pasan los uréteres, los nervios, la arteria y la vena renal, y los vasos linfáticos. Ya sabes que en su borde superior se encuentran las glándulas suprarrenales.

Cada riñón, externamente, está protegido por una membrana fibrosa; internamente está formado por una porción externa, la corteza renal y una interna, la médula renal (figura 5.21).

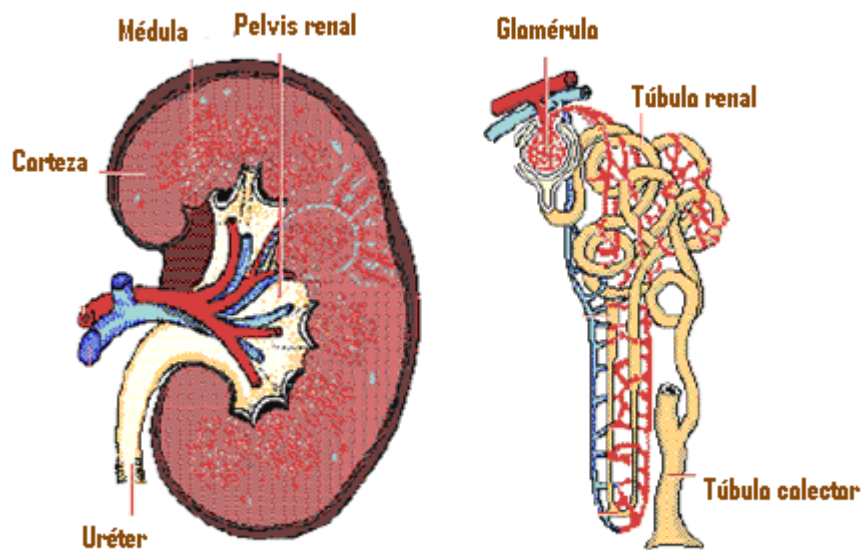


Fig. 5.21 Estructura del riñón y de una nefrona

El riñón contiene más de un millón de nefronas, formadas por un glomérulo (masa redondeada de vasos capilares) y un largo y delgado túbulo renal.

Un extremo del túbulo renal es una membrana en forma de copa, la cápsula de Bowman, que envuelve el glomérulo. El otro extremo se une al túbulo colector de orina.

Los glomérulos están situados en la corteza renal y los túbulos en la médula.

La sangre que pasa por los capilares glomerulares es filtrada en la cápsula de Bowman excepto las células sanguíneas y las proteínas del plasma. De esta forma el riñón filtra constantemente la sangre que por él circula.

Todas las sustancias del filtrado glomerular forman la orina primaria, en la que se encuentra abundante agua, desechos del metabolismo (potasio, sodio, urea, ácido úrico, etc.), y sustancias útiles al organismo como la glucosa y las vitaminas que se hallaban en el plasma sanguíneo. Esta orina capsular pasa a los túbulos y comienza un recorrido, durante el cual se reabsorbe agua, glucosa, aminoácidos y las vitaminas que pasan de nuevo a la sangre contenida en los capilares que rodean al túbulo, al resultar necesarias al organismo.

En determinados sitios del túbulo ocurre un proceso de secreción activa de iones de potasio, hidrógeno y otras sustancias que se incorporan a la orina primaria.

Estos procesos de reabsorción y secreción permiten al organismo recuperar sustancias útiles que se encontraban en esta orina, así como eliminar otras que no son necesarias, formándose así una orina secundaria definitiva que pasa de los túbulos colectores a la pelvis renal y de esta al uréter, la vejiga y, por último, se produce su salida por la uretra.

La función de los riñones está regulada por el sistema nervioso y el endocrino.

Los **uréteres** son estructuras tubulares que salen del riñón por el hilio renal y terminan en las paredes de la vejiga urinaria.

La **vejiga urinaria**, es un órgano impar, cavitario, localizada en la región pélvica, en ella se almacena la orina y sus dimensiones varían de acuerdo con la cantidad que reserve. En las personas adultas tiene capacidad para más de 500 a 700 ml aproximadamente. Las fibras musculares lisas que la forman garantizan su contracción, lo que permite que la orina salga al exterior por la uretra.

El vaciamiento de la vejiga (micción de orina) está regulado por el sistema nervioso y es un acto reflejo.

La **uretra** es un conducto que se inicia en la vejiga urinaria y termina en el orificio uretral externo en las mujeres y en el orificio urogenital en los hombres, en estos alcanza mayor longitud (15 a 20 cm), ya que se extiende desde la próstata hasta el glande del pene.

Gracias a la existencia del sistema renal en correcto funcionamiento, el organismo humano se mantiene libre de impurezas y garantiza así un estado óptimo de salud.

## **Sistema nervioso**

Es el sistema nervioso el más complejo del cuerpo humano desde el punto de vista estructural y funcional. Está formado por un conjunto de estructuras altamente especializadas, que funcionan con una armonía perfecta, lo que hace posible que el organismo se relacione con el medio ambiente y se adapte a él.

Las principales actividades de este sistema son regular y coordinar las funciones y enlaces entre los diferentes órganos y sistemas, condicionando así la integridad del organismo y el mantenimiento de su medio interno, además este sistema constituye la base anatomofuncional de todas las manifestaciones de la conducta, el pensamiento y del lenguaje inherente al mismo.

Las unidades estructurales y funcionales de los órganos que componen el sistema nervioso son las neuronas, células altamente especializadas en la excitabilidad y la conducción de los estímulos, aspecto que ya estudiaste al caracterizar los tejidos animales.

Para que puedas comprender con exactitud la estructura y funcionamiento de este importante sistema, se realizará un análisis de algunos de los órganos que forman el sistema nervioso; entre ellos: el encéfalo, la médula espinal, los ganglios y nervios (figura 5.22).

El encéfalo y la médula espinal constituyen el denominado sistema nervioso central (SNC).

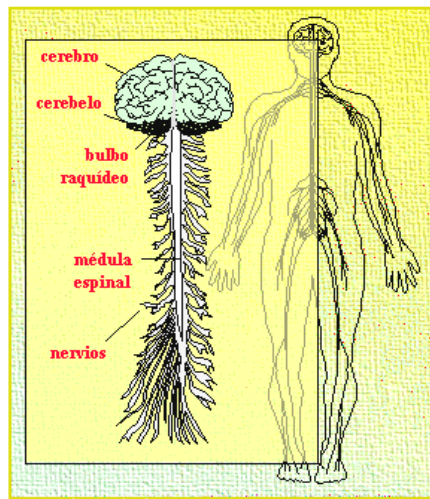


Fig. 5.22 Estructura del sistema nervioso (vista posterior)

El encéfalo está situado en la cavidad craneana; la médula espinal recorre el canal medular, protegido por los segmentos óseos de la columna vertebral y sus ligamentos de apoyo. Estos órganos están cubiertos y protegidos por tres membranas, las meninges, entre la meninge intermedia y la interna circula el líquido cefalorraquídeo, que asegura la protección y defensa de ellos. Poseen además, una red abundante de vasos sanguíneos que garantizan el suministro permanente de sustancias nutritivas y oxígeno (elementos esenciales sin los que el cerebro se deterioraría rápidamente y cuya falta produce mareos, confusión y pérdida de la conciencia, después de 4 a 8 minutos de privación de oxígeno se produce daño cerebral o la muerte), y están provistos de una red nerviosa que llega a todos los órganos y tejidos del cuerpo controlando así el funcionamiento de los mismos.

El encéfalo presenta en su parte anterior el cerebro que es muy voluminoso; en su parte posterior presenta la forma de un segmento de cono invertido, el bulbo raquídeo, y en su porción posterior presenta el cerebelo.

El cerebro (figura 5.23) es la parte más grande del encéfalo; ha alcanzado en el ser humano su mayor desarrollo, lo que determina que este se diferencie del resto de los animales, es el responsable de funciones típicamente humanas como el lenguaje, las comparaciones, el análisis, las abstracciones, entre otras.

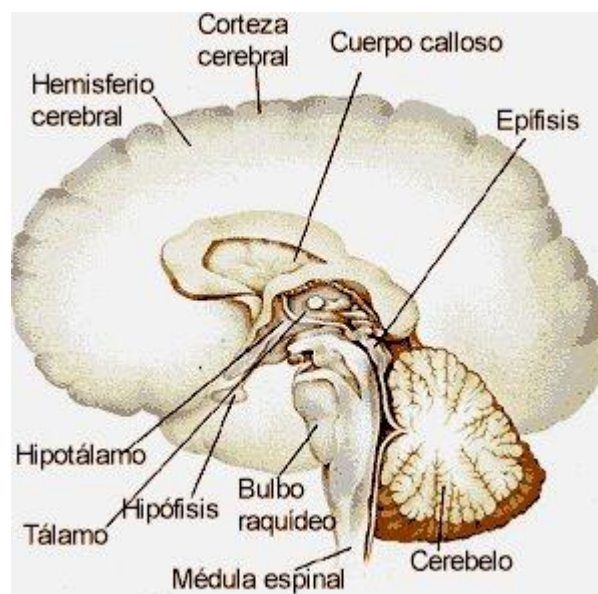


Fig. 5.23 Estructura del cerebro

El cerebro está constituido por los dos hemisferios cerebrales, separados por un surco profundo que es la cisura interhemisférica, pero unidos en su porción inferior por el cuerpo caloso.

Su superficie es de color gris rosado, fuertemente plegada (diferente en cada ser humano) y presenta un gran número de surcos de diferente profundidad. Los surcos más profundos son las cisuras, las cuales dividen a cada hemisferio cerebral en lóbulos; los surcos menos profundos, están determinados por la presencia de pliegues o circunvoluciones. Las cisuras o algunos surcos grandes delimitan áreas funcionales específicas llamadas lóbulos, ellos son: frontal, parietal, temporal y occipital, su localización está en correspondencia con esas regiones de los huesos del cráneo estudiadas anteriormente.

Las neuronas situadas en el lóbulo frontal se encargan de funciones como la del habla, la elaboración del pensamiento, las emociones y la habilidad en los movimientos.

En el lóbulo temporal, las neuronas que lo forman realizan funciones como el reconocimiento de tonos específicos, del ruido, olores y sabores. Esta zona también juega un papel importante en el almacenamiento de la memoria.

En el lóbulo parietal se perciben e interpretan sensaciones físicas como el tacto, la temperatura, la presión y el dolor. En el lóbulo occipital se detectan e interpretan las imágenes visuales.

Hay autores que consideran que existen otras áreas (además de la frontal) relacionadas con el lenguaje. El centro del lenguaje está formado por una serie de imágenes de la memoria. La mente debe conocer y recordar los nombres de los objetos para poder mencionarlos y describirlos, el individuo deberá verlos, tocarlos y aprender las palabras que expresan el conocimiento de estas ideas. Todo esto no es suficiente, estos factores deben integrarse coordinadamente bajo el dominio del centro del lenguaje articulado, que mantiene estrecha relación con los centros motores de la laringe, la lengua y los músculos de la cara; este es un ejemplo además, donde se evidencia la integridad del organismo, bajo la dirección y control del sistema nervioso.

Se destacarán algunos elementos relacionados con el sueño, dada la importancia que tiene su conocimiento para el maestro primario.

El **sueño** es una función fisiológica normal del hombre (y de los animales). Los adultos necesitan dormir cada día entre 7 y 8 horas, el recién nacido, un promedio de 20 horas y el niño de edad escolar unas 10 u 11 horas (a partir de los 7 u 8 años).

“El sueño es un proceso activo, ya que está regido por mecanismos neurofisiológicos, neuroendocrinos e inmunológicos (diferentes a cuando estamos despiertos), que originan importantes actividades metabólicas e inmunológicas de las células de todo nuestro organismo, por lo que tiene un efecto valioso sobre las funciones físicas y psíquicas del cuerpo a lo largo de la vida del hombre.

Participa en el crecimiento y desarrollo físico y mental, favoreciendo el estado de alerta, el aprendizaje y la memoria, y el comportamiento adecuado en el hogar, la escuela, el trabajo y favorece el desarrollo del cuerpo y la psiquis en cada una de las diferentes etapas de la vida.

El sueño, como acto de dormir, es un estado funcional que ocupa la tercera parte del día manifestándose conductualmente como una pérdida o reducción reversible de la conciencia. Asociadas con él, se manifiestan las imágenes oníricas. Las ideas sobre esto, se fueron ligando a los conceptos de la mente y conciencia. Sobre esta base, surgieron en la historia, criterios al respecto que fueron aportados por grandes literatos y científicos.

Existe historia acerca del dormir y las ensoñaciones, en la que los conocimientos de los hombres, desde hace más de 2 000 años, se fundamentaron en aspectos místicos. Muchas investigaciones realizadas, a partir de mediados del siglo xx, indican que durante el sueño hay una restauración psíquica y física, todo ello sobre la base de procesos bioquímicos, inmunológicos y fisiológicos, los que son modificados, alterados o degradados progresivamente durante la vigilia. El sueño de movimiento ocular rápido (SREM), en el hombre, ocupa un porcentaje importante del ciclo circadiano durante el proceso ontogénico postnatal, y se plantea que tiene un efecto protector durante etapas tempranas de la vida. Los estudios de privación prolongada del sueño en animales han reportado efectos inmunosupresores. El sueño participa en el crecimiento y desarrollo físico, mental, favoreciendo el estado de alerta, el desarrollo del cuerpo y la psiquis en cada una de las diferentes etapas de la vida”.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> Dr. José Aquino Cías. Doctor en Ciencias Médicas. Especialista Segundo Grado Fisiología y Patológica. Profesor Titular. Dra. Cristina Alonso López Normal. Especialista en MGI. Diplomada en Farmacoepidemiología.

Durante el sueño se observan diferentes cambios en el organismo, la respiración se vuelve más profunda, las contracciones del corazón más retardadas, los cambios del metabolismo disminuyen, desciende la temperatura del cuerpo, etcétera.

El sueño es sustituido por un estado de vigilia o también llamado de vela, en el que el organismo estará en mejores condiciones para iniciar y realizar las nuevas actividades.

Es una función controlada por el tallo encefálico y por el hipotálamo. La porción del tallo encefálico que se continúa con la medula espinal se denomina **bulbo raquídeo**.

En el bulbo raquídeo se localizan centros de importancia vital, entre ellos se encuentran los de la actividad cardíaca y respiratoria, otros como el centro vasomotor, cuya excitación provoca cambios en el diámetro de los vasos sanguíneos, el de los reflejos digestivos (secreción de saliva, jugo gástrico, pancreático y deglución, entre otros) y de defensa (tos, vómito, y otros no menos importantes).

El **cerebelo** está situado en la fosa posterior del cráneo. Tiene más o menos forma ovoide muy irregular debido a la presencia de gran cantidad de surcos. Es la segunda parte más grande del encéfalo.

Participa en el control de los movimientos conjuntamente con otras estructuras del sistema nervioso. Hace posible que cada movimiento tenga la medida y la intensidad necesarias que requiere el fin buscado (coordinación, precisión y regularidad), desempeña un importante papel en el mantenimiento del equilibrio y la postura del cuerpo en el espacio, y ejerce influencia en el tono muscular. Influye además en las funciones vegetativas del organismo.

La **médula espinal** (figura 5.24), tiene la apariencia de un cable de unos 43 cm de longitud, que desciende desde el tallo cerebral (se continúa con el bulbo raquídeo en su porción superior) hasta la región lumbosacra de la espalda. Su porción inferior termina en una punta cónica, donde sigue hasta abajo su porción atrofiada que es el hilo terminal.

Tiene forma cilíndrica, algo aplanada desde delante hacia atrás, presenta dos engrosamientos uno superior y otro inferior desde donde parte la inervación para las extremidades superiores e inferiores respectivamente (figura 5.25).

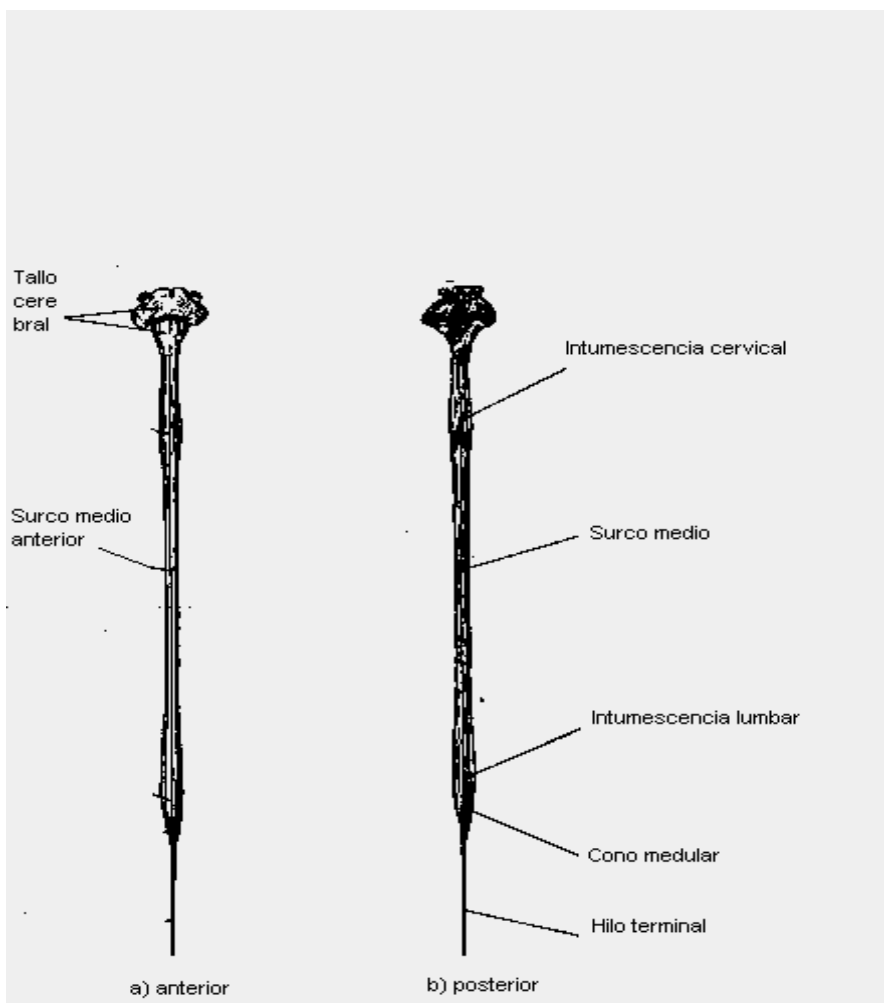


Fig. 5.24 La médula espinal

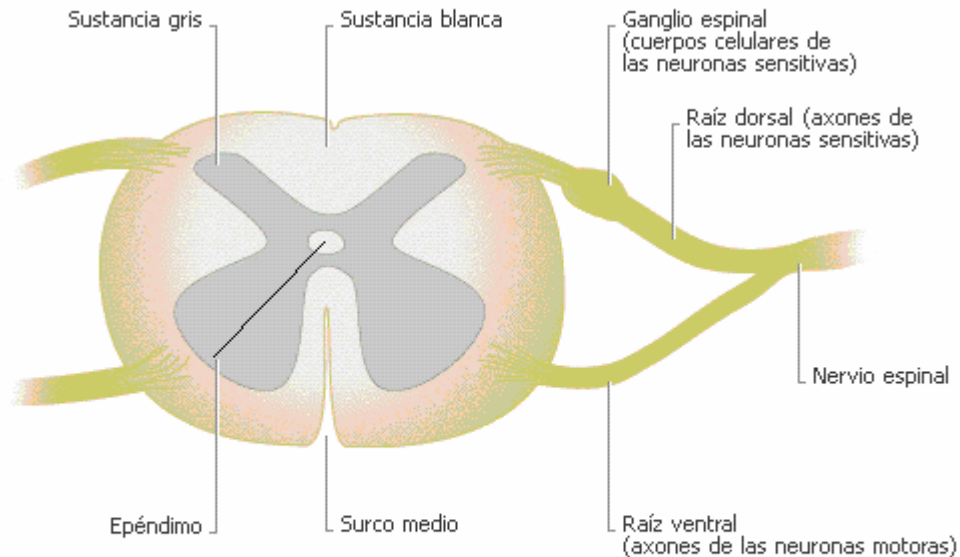


Fig. 5.25 Corte transversal de la médula espinal

Está protegida principalmente por los segmentos óseos de la columna vertebral y sus ligamentos de apoyo, además por el líquido cefalorraquídeo que actúa como amortiguador de choques, una capa de grasa y tejido conjuntivo, situada entre el periostio (membrana que recubre el hueso vertebral) y la duramadre, capa exterior de las meninges.

La médula espinal está enlazada con la ayuda de las fibras nerviosas que constituyen sus vías conductoras, con las diferentes secciones del cerebro y a través de los nervios espinales con los órganos (músculos, piel, vasos sanguíneos, etcétera).

Por las vías conductoras ascendentes son transmitidos al cerebro los impulsos nerviosos que llegan a la médula espinal desde la periferia (piel, músculos, etc.), estos impulsos son percibidos por las diferentes secciones del cerebro, como resultado de esto en la corteza se perciben diferentes sensaciones como calor, frío, el dolor y otras.

Por las vías descendentes los impulsos nerviosos son transmitidos desde el cerebro a la médula y de ella por las fibras motoras hacia los órganos. Bajo el efecto de estos impulsos (excitación) varía el estado de los diferentes órganos, por ejemplo, tiene lugar la contracción de los músculos esqueléticos, la detención voluntaria de la salida de la orina, la defecación, etcétera.

En la médula se encuentran localizados centros reflejos de numerosas funciones, por ejemplo de la actividad muscular, de los movimientos del diafragma, los músculos cervicales, torácicos, de las extremidades superiores, los centros de los músculos de la pelvis, de las extremidades inferiores, entre otros. La actividad de la médula se halla bajo la influencia reguladora del cerebro.

Otras estructuras que forman parte del sistema nervioso son los **nervios**. Los nervios periféricos conducen impulsos nerviosos desde el cerebro y la médula espinal. Las fibras sensitivas de los nervios periféricos reciben información del medio exterior y la envían al sistema nervioso central en este caso se denominan nervios sensitivos. Las fibras de un nervio pueden tener la función de conducir el impulso nervioso desde el sistema nervioso central hacia los efectores, estos son los nervios motores.

Existen 12 pares de nervios craneales que surgen de la superficie inferior del cerebro, realizan funciones sensoriales y/o motoras principalmente en la cabeza y región del cuello.

De la médula espinal surgen 31 pares de nervios que se extienden a través de los espacios entre las vértebras. Cada nervio se ramifica ocupando unos la parte delantera y otros la parte posterior del cuerpo. Las ramas de un nervio espinal pueden unirse en otros nervios para formar plexos que inervan zonas de función o movimiento complejo como el hombro y el cuello.

El sistema somático sensorial está constituido por los nervios y ganglios que relacionan al sistema nervioso central con el exterior.

Los ganglios espinales están formados por células con una única prolongación, bifurcada, una rama se dirige al órgano sensitivo de la piel o el músculo y la otra a la médula espinal para formar parte del nervio raquídeo.

El sistema **nervioso vegetativo** inerva los órganos internos, las glándulas y los vasos sanguíneos. Se compone, al igual que todo el sistema nervioso por neuronas y fibras nerviosas con sus ramificaciones.

Las células nerviosas vegetativas agrupadas forman los núcleos vegetativos en el cerebro y la médula espinal. Además este sistema posee gran cantidad de ganglios nerviosos situados cerca de la columna vertebral, cerca de los órganos internos o en las paredes de los mismos.

Este sistema regula todos los procesos que se realizan en los órganos internos: la secreción de las glándulas, la contracción de la musculatura lisa, el grado de contracción de los vasos sanguíneos la actividad del corazón, los cambios en el metabolismo, etcétera.

Las sensaciones que recibe el organismo del medio son captadas por los órganos de los sentidos a través de diferentes receptores (figura 5.26). Entre ellos se tienen los receptores visuales y los auditivos, que perciben estímulos que se encuentran a cierta distancia, (radiaciones luminosas y ondas sonoras) por lo que se conoce como telerreceptores. Los del gusto y el olfato responden a estímulos muy específicos, en lugares muy localizados (los sabores y los olores) son los llamados quimiorreceptores. Los receptores del tacto permiten conocer las diversas cualidades de los objetos, (tamaño, dureza, etc.). Atendiendo a ello son considerados una modalidad del sistema sensorial y del sistema somático (sistema somatosensorial), el cual además incluye a la presión, nociocepción (dolor), termocepción y propiocepción.

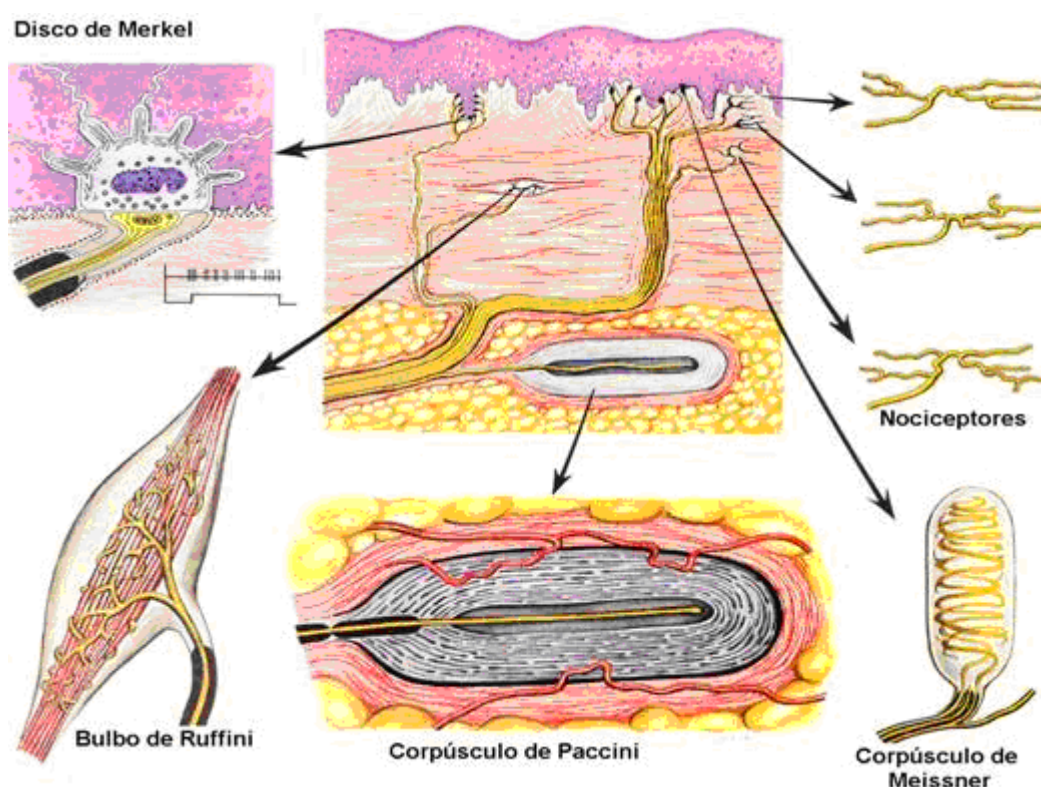


Fig. 5.26 Principales receptores de la estimulación

Ahora conocerás algunos datos más precisos relacionados con estos receptores.

Los estímulos que llegan al organismo son percibidos por terminaciones nerviosas sensitivas (receptores) localizadas en los órganos especiales de los sentidos (ojo, oído) y en los demás órganos del cuerpo (piel, músculo,

órganos internos, etc.). A través de ellas llega a la corteza cerebral la información y es ahí donde se originan las diversas sensaciones: de dolor, de calor, sensaciones visuales, auditivas, entre otros. La respuesta elaborada en el centro nervioso, llega por vía motora hasta los efectores, que son las estructuras que se encuentran en la región que fue estimulada.

El **tacto** (sensibilidad cutánea): en la piel o en los tejidos profundos se encuentran gran cantidad de receptores sensoriales. Estos emiten señales al tallo cerebral o a la médula espinal desde donde viajan a las zonas cerebrales superiores. Unos están encapsulados y otros descubiertos. Ellos son:

Terminaciones libres: están ampliamente distribuidos, detectan el tacto ligero, la presión, el dolor y la temperatura, se encuentran repartidos por toda la piel y en todo tipo del tejido conjuntivo.

Discos de Merkel: estos receptores (descubiertos) del tacto y la presión ligera se hallan situados en la epidermis de la piel, sobre todo, en las zonas donde no hay pelos.

Corpúsculos de Meissner: son sensibles al tacto ligero, estas terminaciones nerviosas encapsuladas se encuentran en la dermis de las palmas de las manos, las plantas de los pies, los labios, pestañas, genitales externos y pezones.

Corpúsculo de Ruffini: receptores encapsulados que responden al tacto cutáneo y a la fuerte presión en la piel y los tejidos profundos. También se encuentran en las cápsulas de las articulaciones, donde responden al movimiento de rotación.

Corpúsculos de Paccini: situados en lo más profundo de la piel, en la pared de la vejiga y cerca de las articulaciones y músculos, son de gran tamaño y están cubiertos, responden a la vibración y a los cambios de presión.

Receptor sensorial del tallo del cabello: las terminaciones nerviosas libres que rodean al folículo piloso, responden al tacto y al movimiento ligero.

Los receptores del **gusto**, conocidos como papilas gustativas, se encuentran situados, sobre todo, en las protuberancias o papilas de la superficie de la lengua, aunque también hay algunos en el paladar, la garganta y la epiglotis. Las papilas gustativas de diferentes partes de la lengua responden con mayor fuerza a uno y otro de los sabores básicos: dulce, amargo, agrio y salado. Son posibles muchas más sensaciones mediante la combinación de estos sabores, junto con otros estímulos asociados como los olores.

Las regiones del gusto se encuentran distribuidas en la lengua, los sabores amargos se perciben con papilas situadas al fondo del órgano, los dulces y salados en la punta y los agrios en los lados.

Otros estímulos recibidos por el organismo son los relacionados con el **olfato**. Las células receptoras olfativas están situadas en lo alto de la cavidad nasal en una zona especializada de la membrana mucosa llamada epitelio olfativo. Las fibras de estas células se extienden hacia el bulbo olfativo donde conectan con las zonas olfativas del cerebro.

Las moléculas de olor que entran en la nariz, se disuelven en el moco nasal y estimulan las terminaciones de los cilios de las células receptoras generando un impulso nervioso. El impulso viaja a través de las fibras de las células que pasan por agujeros existentes en una placa del hueso etmoides, en el bulbo olfativo, donde se conectan con los nervios olfativos.

El sentido humano del olfato es mucho más sensible que el del gusto, se pueden detectar miles de olores. Las estructuras olfativas tienden a deteriorarse con la edad, por lo que los niños distinguen más olores que los adultos. Además de advertir de peligros como el humo o gases venenosos, el olfato hace una contribución importante al sentido del gusto.

Por el olor se puede determinar la calidad de los alimentos. Durante la ingestión de ellos, las sensaciones olfatorias complementan las gustativas. En aquellos casos en que el olfato está afectado (coriza), disminuye la capacidad de determinación del sabor, los alimentos parecen insípidos.

De los cinco sentidos, la visión es el más especializado y complejo. De ello se ocupa **el sentido de la vista**.

El globo ocular (ojo) (figura 5.27), tiene tres capas llamadas túnicas. La túnica exterior es fibrosa y la comprenden: la córnea, transparente y curvada; y la esclerótica, que es opaca, blanca y ayuda a mantener la forma del ojo. La túnica media, es la vascular, contiene el iris, el cuerpo ciliar y la membrana coroides. La tercera capa, la del fondo, es la retina, donde converge la luz y se forman las imágenes.

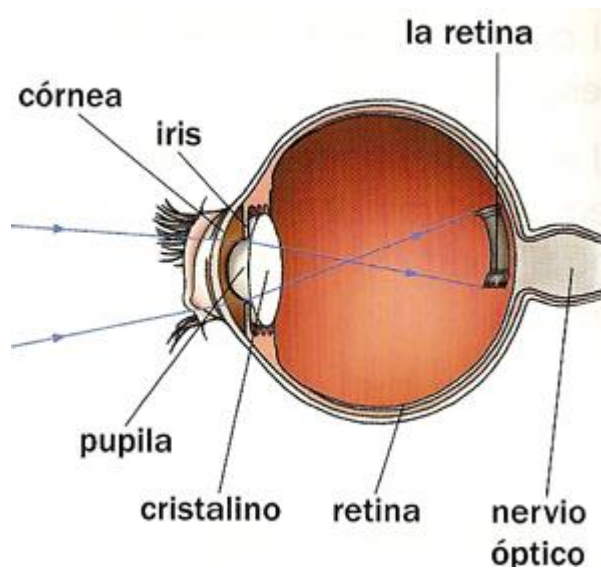


Fig. 5.27 Estructura interna del ojo

En la retina se encuentran dos tipos de neuronas: los bastones, estos contienen un pigmento sensible a la luz, son capaces de diferenciar lo claro de lo oscuro, la forma y el movimiento; los conos, necesitan más luz que los bastones para ser activados, son de tres tipos, cada uno contiene un pigmento que responde a las diferentes longitudes de onda de la luz (verde, rojo o azul). La combinación de esas longitudes de onda permite la discriminación del color.

Los rayos de luz entran por las pupilas (se contraen y dilatan para regular la entrada de luz al ojo) y llegan a las retinas, para crear imágenes bidimensionales, estas se convierten en impulsos nerviosos llevados a través del nervio óptico de cada ojo aparte del cerebro, especialmente al lóbulo occipital donde son interpretadas.

Los ojos dependen de estructuras accesorias que lo apoyan, mueven, lubrican y protegen entre las que se encuentran los huesos orbitales de las órbitas, los músculos del globo, las cejas, párpados, pestañas y glándulas y conductos lagrimales. La visión puede verse afectada si cualquiera de estas estructuras es irritada, infectada o malformada.

Los estímulos sonoros son captados por **el oído** (figura 5.28). Estos no solo perciben las excitaciones sonoras, sino también aquellas provocadas por los cambios de posición del cuerpo en el espacio. Por eso se les denomina órgano de la audición y el equilibrio.

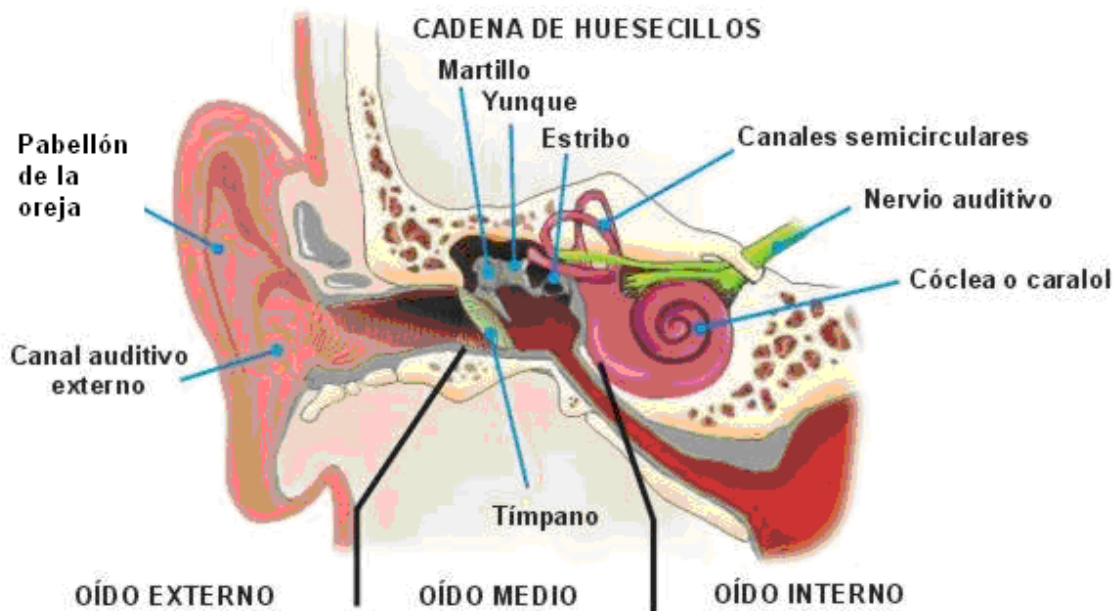


Fig. 5.28 Estructura interna de oído

El oído está dividido en tres partes anatómicas: oído externo, medio e interno:

Oído externo: el pabellón de la oreja o aurícula, es la parte visible del oído externo, este canaliza las ondas sonoras que viajan por el conducto auditivo externo. Está recubierto de cilios y glándulas secretoras de cera.

Oído medio: es una cavidad llena de aire, (caja del tímpano), situada en el hueso temporal en la que se encuentran, enlazados uno a otro, unos huesecillos diminutos, el martillo, el yunque y el estribo, ellos transfieren las vibraciones desde el tímpano al oído interno.

Oído interno: está compuesto por un complejo sistema de canales membranosos con revestimiento óseo. El órgano de la audición está en el caracol, se conoce con el nombre de órgano de Corti, es la estructura receptora del sonido, en él terminan las fibras del nervio coclear que es una sección del nervio auditivo.

En el oído interno se encuentran el aparato vestibular, es el órgano de percepción de la posición y el movimiento del cuerpo en el espacio, hasta él llegan las fibras del nervio auditivo, el nervio vestibular. Cuando hay afecciones en esta parte del oído se presentan trastornos en el equilibrio y la posición del cuerpo.

El oído externo y el medio cumplen la función de transmisores del sonido y el órgano de Corti, la de receptor del mismo.

Las ondas aéreas, atraviesan el conducto auditivo externo, llegan a la membrana del tímpano, provocando en ella movimientos oscilatorios, estos se transmiten a la cadena de huesecillos y de ellos al oído interno, hasta llegar al órgano de Corti. Durante los movimientos oscilatorios, el órgano de Corti, provoca la excitación de las terminaciones del nervio coclear que son transmitidas por el nervio auditivo al cerebro, en él se realiza la percepción de las excitaciones sonoras, surgen entonces, las sensaciones auditivas. El analizador acústico se localiza en la sección cerebral del lóbulo temporal.

El sentido del equilibrio se basa en el órgano sensorial del oído interno y en los datos visuales y la información obtenida de los receptores del cuerpo, la que es procesada por el cerebelo y la corteza cerebral, permitiendo al cuerpo afrontar los cambios en aceleración o dirección de la cabeza.

En la persona, cuando el aparato vestibular está afectado, se observan trastornos de locomoción; en algunos de ellas, durante los viajes marítimos o aéreas, o también viajando en automóvil se presentan síntomas como mareos y vómitos, la causa que provoca ese malestar radica en el aumento de la excitabilidad del aparato vestibular.

En sentido general puedes comprender la importancia que posee el sistema nervioso para la coordinación del funcionamiento de todos los sistemas de órganos, de los principales procesos que permiten las relaciones del organismo con el medio, así como de los procesos del pensamiento y la memoria.

Todo ello se realiza en armonía con otro sistema de órganos que desempeña un importante papel regulador, el sistema endocrino

## Sistema endocrino

El cuerpo presenta un conjunto de glándulas de secreción interna que carecen de conductos excretores, ellos forman el sistema endocrino. Estas elaboran las hormonas (sustancias químicas) que pasan directamente a la sangre, ella las transporta por todo el organismo llegando hasta los diferentes órganos, sobre los cuales ejercen acción reguladora, estimuladora o inhibidora de las funciones celulares.

En el grupo de glándulas de secreción interna se incluyen: la hipófisis, tiroides, para-tiroides, timo, páncreas endocrino, suprarrenales, testículos y ovarios.

Cada glándula está constituida por tejido epitelial glandular, abundantes vasos sanguíneos y fibras nerviosas.

Todas estas glándulas de secreción interna están enlazadas funcionalmente entre sí y constituyen un sistema único. Su actividad está regulada por el sistema nervioso a través de los nervios y, a su vez, las hormonas influyen sobre las distintas secciones de este.

En la figura 5.29 puedes observar las glándulas de este importante sistema del organismo humano.

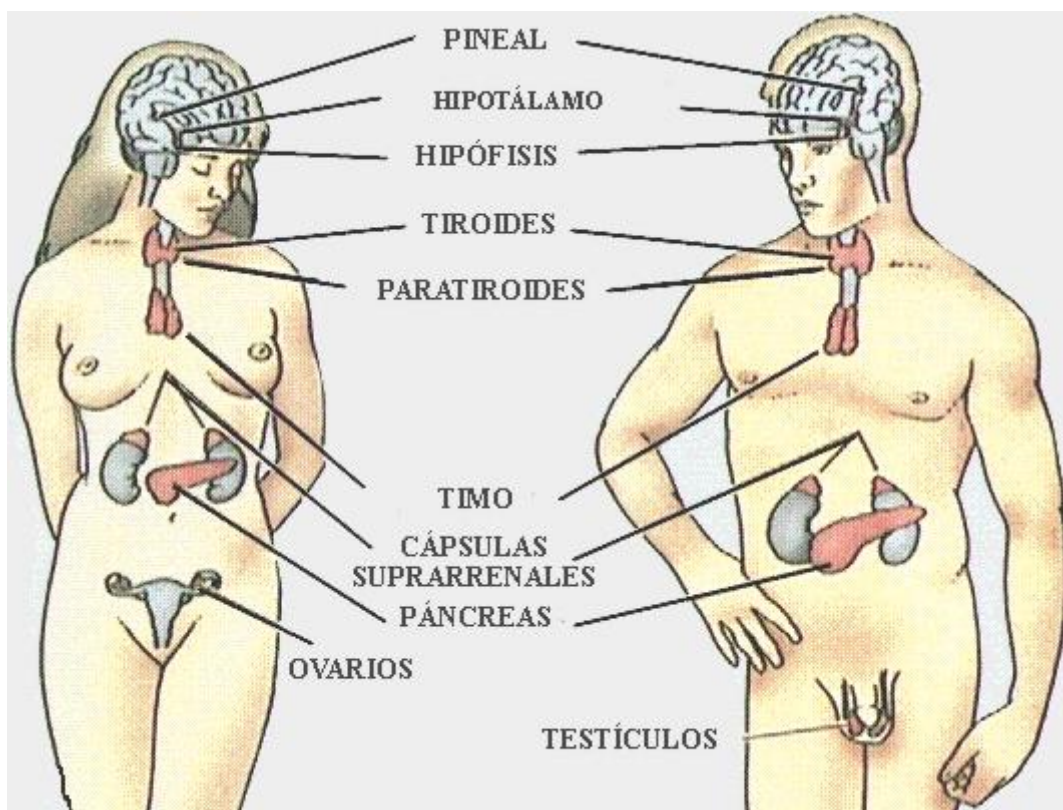


Fig. 5.29 Organos del sistema endocrino

La **hipófisis o glándula pituitaria**: es una glándula pequeña, situada en la cavidad del cráneo, en la base de la silla turca. En ella se secretan varias hormonas, necesarias en el control de las funciones metabólicas y de otras glándulas endocrinas. Entre ellas se distinguen:

La *somatotrópica* o del crecimiento: actúa sobre gran parte del cuerpo para promover la síntesis de proteínas, esencial para el normal crecimiento y desarrollo; la *tirotrópica* que actúa sobre la glándula tiroides, la *adrenocorticotropa* que estimula la función de las glándulas suprarrenales, la *gonadotrópica* que actúa sobre los gónadas (ovarios y testículos) la *oxitocina* que estimula las contracciones del útero durante el parto y la *antidiurética* controla la intensidad de eliminación de agua por la orina, entre otras.

**Tiroides**: situada en la superficie anterior del cuello, por delante de la laringe y la tráquea. Esta glándula secreta hormonas yodadas, la más abundante e importante es la tiroxina. Las que tienen amplios efectos sobre el metabolismo del cuerpo, el crecimiento y las respuestas cardiovasculares.

**Glándulas paratiroides**: son cuatro, dos superiores y dos inferiores. Están situadas en la superficie posterior de la glándula tiroides. Producen una hormona (*parathormona*) que regula el nivel de calcio en la sangre, actuando sobre los huesos para liberar el calcio almacenado, sobre los intestinos para aumentar su absorción, y sobre el riñón para impedir su pérdida.

**Páncreas**: como ya estudiaste, el páncreas es una glándula mixta de secreción interna y externa. Además del jugo pancreático que se vierte en el duodeno, en la glándula se producen las hormonas insulina y *glucagón*. Estas dos hormonas tienen funciones antagónicas; la primera reduce la concentración de glucosa en la sangre y la segunda incrementa su concentración en ella.

**Glándulas o cápsulas suprarrenales**: se encuentran en la región lumbar, descansan en los polos superiores de los riñones. La corteza suprarrenal secreta dos grupos de hormonas (esteroides), para lo cual necesita del colesterol que capta de la sangre o sintetiza sus células, ellas son:

Las *glucocorticoides* que tienen entre otras funciones intervenir en la regulación de las reacciones inflamatorias y alérgicas, incrementar la salida de los ácidos grasos almacenados en el tejido adiposo, disminuir la reserva de proteínas en los tejidos al promover la liberación de este, etcétera.

Las *mineralocorticoides* incrementan la retención de sodio (Na) y el cloro (Cl) al impedir su pérdida por el riñón, las glándulas sudoríparas y las del sistema digestivo, lo que aumenta la retención de agua y, por lo tanto, la tensión arterial, además aumenta la excreción de potasio por la orina.

La médula adrenal elabora *adrenalina* y *noradrenalina*, se denominan hormonas de la emoción porque se producen en abundancia en situaciones de estrés, terror, ansiedad, etc., de modo que permiten salir airosos de estos estados.

**Glándulas genitales (testículos y ovarios):** como ya sabes, en ellas se forman y desarrollan los gametos (espermatozoides y óvulos). Además, se secretan las hormonas que ejercen su acción en los órganos que intervienen en la función reproductora.

Cada una produce las hormonas propias de su sexo, pero también una pequeña cantidad de las del sexo contrario. Este control se ejerce desde la hipófisis.

Los ovarios secretan *estrógenos*, *progesterona* y cantidades mínimas de andrógenos.

Los estrógenos son los responsables del desarrollo de los caracteres sexuales primarios y secundarios en la mujer como:

- desarrollo de los órganos sexuales.
- desarrollo de las mamas.
- la piel se vuelve más blanda, lisa y vascularizada.
- aumento del ancho de las caderas por depósito de grasa subcutánea.
- inicio de la menstruación.

La progesterona prepara al útero para la implantación y disminuye las frecuencias para las contracciones uterinas.

A la edad de 45 a 50 años la función secretora de los ovarios comienza a desaparecer.

Los testículos elaboran *andrógenos*, son las hormonas sexuales masculinas. Hay varios tipos de estas hormonas, de ellas la más abundante, potente e importante es la *testosterona*.

La testosterona comienza a secretarse entre 11 y 13 años, su producción aumenta al inicio de la pubertad y a partir de los 40 años comienzan a disminuir los niveles de secreción. Es la responsable del desarrollo de los caracteres sexuales masculinos primarios y secundarios, ya que estimula el aumento de tamaño de los órganos sexuales, determina la distribución del pelo corporal (pubis, tórax, cara, axilas, etc.), las características de la voz (el agrandamiento de la laringe provoca voz grave y ronca) y el aumento en el espesor de la piel, desarrollo de la musculatura, incremento del espesor de los huesos y el metabolismo basal.

Como has podido apreciar el sistema endocrino tiene una gran importancia para el organismo humano, y junto con el sistema nervioso, realizan funciones complejas, que hacen posible la coordinación entre los órganos, evitando que actúen aisladamente.

Es el sistema inmunológico el que hace posible que el organismo se prepare para atacar la incidencia de esos agentes externos y otros de carácter interno.

Hasta este momento has podido comprender que entre todos los sistemas de órganos existe una estrecha relación, lo que garantiza la integridad del mismo. A pesar de ello, todos los procesos que ocurren en el organismo humano requieren de ser controlados para que ocurra esa armonía necesaria. De ello se encargan los sistemas nervioso y endocrino.

De este modo se ha comprendido la integridad del funcionamiento del organismo humano, pero a cada especie que habita la Tierra le es inherente una forma de perpetuar su especie, lo que garantiza la existencia de las diferentes formas de vida que hoy habitan el planeta.

El hombre también cumple con la importante función de reproducirse. A diferencia de los organismos inferiores a él, esto se hace de manera planificada en la mayoría de las ocasiones y se tienen en cuenta algunas medidas para planificar la familia y evitar malas consecuencias como resultado de la satisfacción sexual.

A continuación se destacarán los aspectos esenciales relacionados con la reproducción humana.

## **Sistema reproductor**

La función reproductora en cualquier ser vivo garantiza la perpetuidad de la especie. Existen órganos especializados que participan en ella, estos son los genitales.

Los genitales en hombres y mujeres tienen diferencias estructurales bien marcadas. Se clasifican comúnmente en internos y externos.

En el **hombre**, los órganos genitales internos comprenden (figura 5.30): los testículos (glándulas) con sus apéndices, los conductos deferentes y eyaculadores, las vesículas seminales, la glándula prostática (próstata) y las glándulas bulbouretrales (de Cowper).

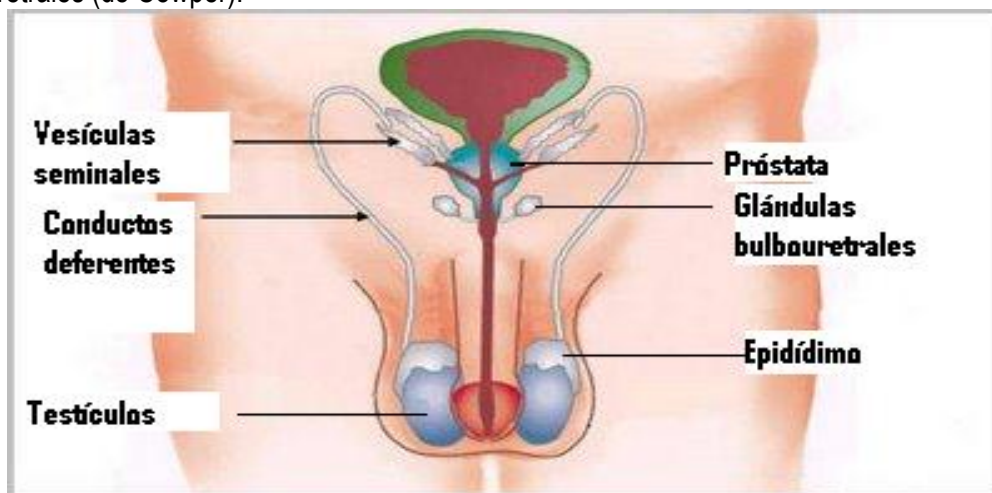


Fig. 5.30 Estructura interna del sistema reproductor masculino

Los **testículos** son un par de glándulas redondeadas situadas en una bolsa llamada escroto contienen tubos muy delgados fuertemente enrollados, los túbulos seminíferos. En los testículos se producen los espermatozoides y hormonas sexuales masculinas responsables del desarrollo de los caracteres sexuales masculinos. Esta ubicación fuera de la pelvis (cuelgan) mantiene al espermatozoide a una temperatura ligeramente inferior a la del cuerpo, lo que es necesario para su supervivencia.

Desde cada testículo, los espermatozoides pasan a un largo tubo enroscado, el **epidídimo** donde maduran y se almacenan hasta que son eyaculados o reabsorbidos por el cuerpo.

Cada epidídimo se continúa con un **conducto deferente** cuya función es servir de paso a los espermatozoides hasta las vesículas seminales.

Las **vesículas seminales** son órganos pares, parecidos a sacos, secretan un fluido que forma aproximadamente el 60 % del semen, este contiene un azúcar que proporciona la energía para que el espermatozoide mantenga su vitalidad.

Al unirse las vesículas seminales con los **conductos eyaculadores** vierten sus secreciones en la uretra durante la eyaculación.

La **glándula prostática** o **próstata** secreta un líquido de aspecto lechoso, ligeramente alcalino que también participa en la formación del semen, además neutraliza el pH ácido de la uretra, evitando así la muerte de los espermatozoides a su paso por ese conducto.

Debajo de la próstata se encuentran las **glándulas bulbouretrales** o de Cowper, son dos pequeñas estructuras, del tamaño de un chícharo. Secretan un líquido viscoso que forma parte de semen.

El semen es un líquido viscoso, compuesto por los espermatozoides y las secreciones de las vesículas seminales, de la próstata y de las glándulas de Cowper, de color blanco grisáceo.

La emisión del semen denominada eyaculación, se inicia por contracciones musculares de todas las estructuras que intervienen desde su formación en los testículos. La regulación de este proceso está determinada por las fibras nerviosas que provienen de los nervios raquídeos y sacros. Observa en la figura 5.31 los órganos externos del sistema reproductor masculino.



Fig. 5.31 Órganos externos del sistema reproductor masculino

El **escroto** es una bolsa de piel donde se encuentran contenidos los testículos y parte de los conductos deferentes. Por debajo de la piel está situado un músculo que se relaja cuando hace calor para mantener los testículos lejos del cuerpo y más fríos, y se contrae con el frío para atraerlos hacia el calor corporal.

El **pene** es el órgano copulador masculino, lo atraviesa la uretra. Su función es depositar en la vagina de la mujer el semen.

Lo forman la **cabeza** o **glándula**, extremo engrosado donde desemboca el orificio externo de la uretra, se une al **cuerpo** mediante un estrechamiento que es el cuello y la **raíz** que se inserta en el pubis. Está cubierto por piel fina y desplazable. La parte que cubre totalmente al glándula es el prepucio.

Internamente el pene está compuesto por dos columnas de tejido eréctil que forman los cuerpos cavernosos. Durante la excitación sexual el sistema nervioso envía impulsos a las arterias del pene y la sangre se retiene en los vasos sanguíneos de estos cuerpos, lo que permite el endurecimiento del órgano y, por lo tanto, su erección.

### **Sistema reproductor femenino**

Este sistema también está formado por órganos internos y externos (figura 5.32).



Fig. 5.32 Estructura interna del sistema reproductor femenino

Las estructuras internas están situadas dentro de la cavidad pélvica, en un espacio ancho y vacío entre los huesos pélvicos que lo rodean. Este espacio es mucho más ancho y poco profundo en la mujer, lo que posibilita el aumento de tamaño del útero y el crecimiento del feto durante el embarazo.

Los **ovarios** son dos cuerpos glandulares de forma ovalada. Están situados a cada lado del útero. Externamente están cubiertos por una membrana albugínea. Presentan dos partes: la **sustancia medular** formada por tejido conjuntivo que aloja vasos sanguíneos y nervios, y la **sustancia cortical** en la que se encuentran los folículos ováricos.

Al nacer, los dos ovarios de las niñas contienen millones de folículos ováricos primarios. Durante la pubertad, el cuerpo empieza a producir hormonas que estimulan la maduración de los folículos, de modo que cada mes se libera un óvulo (ovulación), excepcionalmente maduran dos o tres de ellos. La ovulación cesa en el período menopáusico, que es la etapa donde desaparece la menstruación, con disminución primero y luego pérdida total de la secreción ovárica.

Tienen una doble función, facilitan el desarrollo y maduración de las células sexuales femeninas u óvulos y la elaboración de hormonas sexuales femeninas, sobre todo, los estrógenos que influyen en el desarrollo de los caracteres sexuales como la forma general del cuerpo, la amplitud de los senos y los ciclos menstruales.

Las **trompas de Falopio** se hallan conectadas con la parte superior del útero, una a cada lado. Sus terminaciones en forma de embudo están cerca de los ovarios, pero no en contacto directo con ellos. Su función es conducir el óvulo después de la ovulación hasta el útero una vez que ha sido fecundado en su tercio superior, por tanto, también es una vía para el paso de los espermatozoides y para el paso del huevo o cigoto hacia el útero donde se implantará este.

El **útero** está situado en el centro de la pelvis. Es un órgano muscular hueco; con forma parecida a una pera. Su parte superior es ancha, se denomina fondo, su zona media es el cuerpo, y la inferior, el cuello al que también se le conoce como cérvix. La pared del útero presenta tres capas: la interna o endometrio, la media o miometrio y la externa o perimetrio.

La capa interna es mucosa, tapizada por un epitelio. En ella se observan cambios periódicos en correspondencia con la preparación del útero para la posible implantación del óvulo fecundado, estos obedecen a la acción de las hormonas ováricas; cuando no hay fecundación ocurre la necrosis y la descamación del tejido endometrial y se produce la menstruación. Por el contrario, si el óvulo es fecundado esta capa continúa transformándose para favorecer la implantación, así como el desarrollo y la maduración embrionaria y fetal.

La capa media está compuesta por tejido muscular liso; la contracción del músculo uterino facilita la expulsión del feto hacia la vagina durante el parto; ellas también favorecen, en otras circunstancias, la salida del flujo sanguíneo durante la menstruación y el ascenso de los espermatozoides después del coito. La capa externa cubre todo el útero excepto el cuello, y tiene función protectora.

El útero está sostenido por ligamentos, estos facilitan su movilidad y conjuntamente con las características propias de la pared del órgano permiten que pueda sufrir transformaciones durante el embarazo, ya que se distiende y crece notablemente.

La **vagina** es un órgano tubular, tapizado por una membrana mucosa interior que aporta lubricación y una pared muscular exterior que se amplía durante la relación sexual y el embarazo. Es la encargada de recibir al pene durante el coito, permite la salida del feto durante el parto y la salida de los productos de la menstruación. Los órganos genitales externos de la mujer en su conjunto reciben el nombre de vulva (figura 5.33).

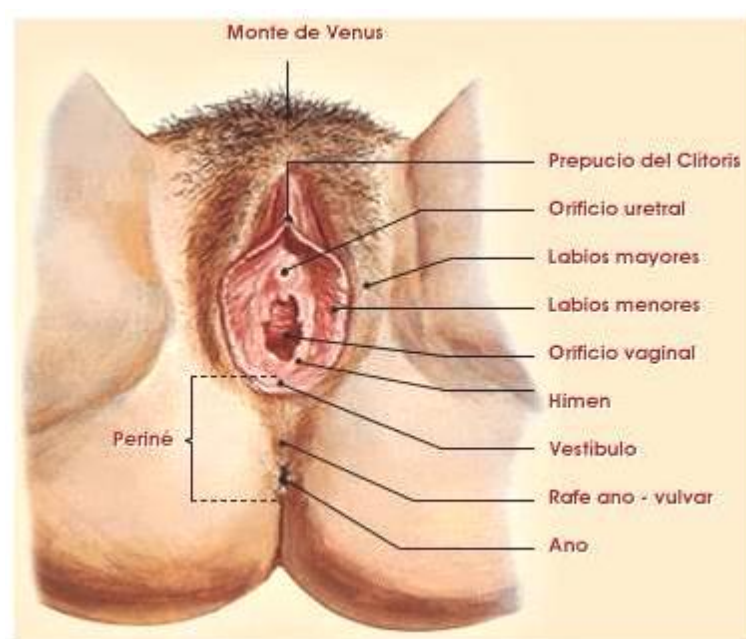


Fig. 5.33 Órganos externos del sistema reproductor femenino

Las aberturas vaginal y uretral se encuentran rodeadas por pliegues de piel llamados labios.

Los **labios mayores** son dos pliegues cutáneos que contienen gran cantidad de tejido adiposo y delimitan la vulva. Por encima de ellos, se encuentra una prominencia que contiene tejido adiposo denominado monte pubiano o de Venus que se cubre de pelos desde la pubertad.

Los **labios menores** son también dos pliegues cutáneos cubiertos por los labios mayores. Entre ellos desembocan la uretra y la vagina. El orificio de la vagina en las mujeres vírgenes está parcialmente cubierto por una membrana mucosa, el himen.

En la base de los labios menores están las glándulas de Bartolini, cuya secreción favorece la lubricación de la vagina.

El **clítoris** está situado en el vértice anterior de los labios menores, por delante del orificio externo de la uretra. Como el pene, este órgano posee mucha sensibilidad dada la gran cantidad de terminaciones nerviosas que se encuentran en él. Constituye un órgano por excelencia, de excitación sexual. Durante esta etapa tejidos cavernosos parecidos a los del pene con gran cantidad de vasos sanguíneos se endurecen y este proceso contribuye a la estimulación durante el orgasmo en el acto sexual.

Después de concluido el acto sexual, si no ha existido un sexo protegido, en condiciones normales puede ocurrir el embarazo. Para que esto suceda tiene que haberse fecundado el óvulo.

La fecundación tiene lugar en lo alto de la trompa de Falopio cuando un espermatozoide penetra la capa exterior del óvulo. Después que la cabeza del espermatozoide ha penetrado, los cambios químicos producidos por las enzimas impiden la entrada de otros de ellos. El espermatozoide pierde su cuerpo y cola, mientras la cabeza que contiene el núcleo y el material genético continúa hacia el núcleo del óvulo; estos se fusionan y se forma un huevo o cigoto con 46 cromosomas que comienza a dividirse a medida que desciende por la trompa de Falopio hasta llegar al útero.

Esta masa de células flota libremente en la cavidad uterina durante unas 48 horas, hasta que se desplaza a un lugar específico en el endometrio. Parte del tejido materno se erosiona y suaviza para facilitar el proceso de implantación. Al décimo día de la fecundación el embrión ya está completamente implantado en la pared uterina (si los niveles de estrógenos y progesterona son demasiado bajos el endometrio puede desprenderse y producirse un aborto).

En las primeras semanas de su desarrollo el nuevo individuo en formación se le llama embrión, a partir de las ocho semanas hasta el parto es denominado feto.

El feto se desarrolla dentro de un saco existente en el útero (figura 5.34), el que se encuentra lleno de un fluido claro (líquido amniótico) que lo protege de cualquier traumatismo. El oxígeno y los nutrientes necesitados por el feto son suministrados por la sangre materna a través de la placenta, que garantiza además, la eliminación de los desechos que se producen en la actividad metabólica fetal.

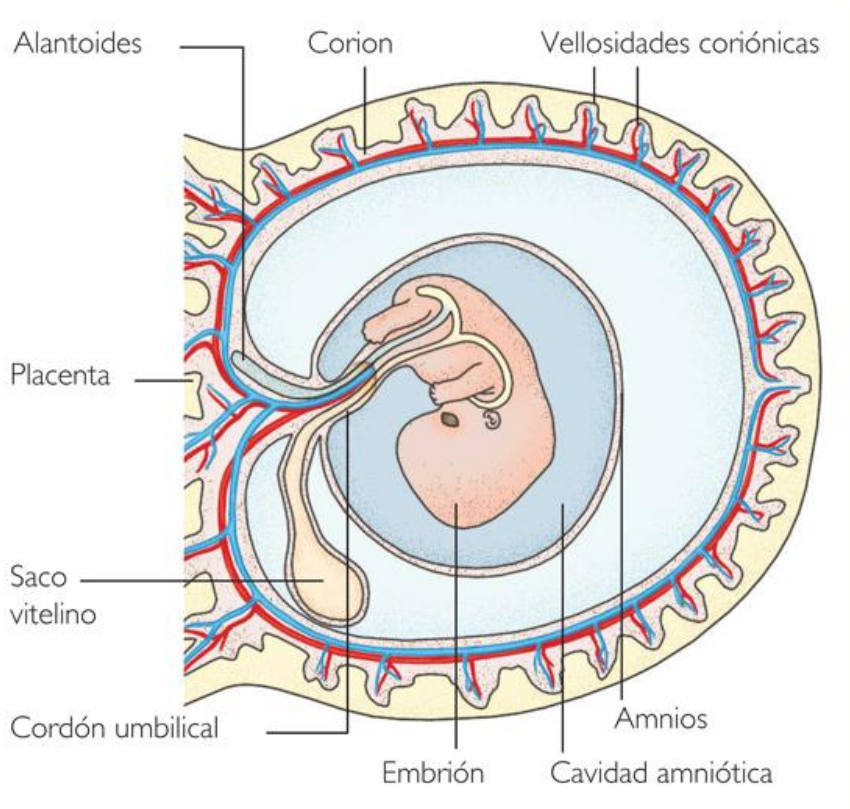


Fig. 5.34 Posición del feto en el útero

La placenta está enlazada con el feto por medio del cordón umbilical, en el nacimiento se corta para separar al feto de la madre y queda como cicatriz el ombligo.

Durante los primeros meses de embarazo (figura 5.35) se desarrollan los grandes órganos del cuerpo del feto. En los meses posteriores, aumenta de tamaño y complejidad. Aproximadamente a las 32 semanas se coloca en posición cabeza abajo y su aspecto es muy parecido al que tendrá al nacer.



Fig. 5.35 Etapas del desarrollo fetal

Una vez concluido el desarrollo intrauterino se produce el parto; la cabeza del feto está encajada en la pelvis materna (figura 5.36), sale el tapón mucoso que sella el cuello del útero en forma de sangramiento, el útero se

contrae rítmicamente, haciéndose estas contracciones cada vez más fuertes, regulares y dolorosas, lo que provoca la dilatación sucesiva de su cuello. Se rompe el saco que contiene el líquido amniótico, provocando salida de “agua”.



Fig. 5.36 Posición del feto antes del nacimiento

En este momento la mujer experimenta la necesidad de empujar con cada contracción hasta que sale el bebé (nacimiento). Posteriormente se expulsa la placenta a través de la vagina. Después del parto la madre recupera el estado que tenía antes del embarazo.

Recordarás que al estudiar la piel conociste que las glándulas mamarias tienen como función principal la lactancia del bebé.

Las mamas también llamadas senos son dos órganos glandulares que secretan leche, asegurando así la alimentación del recién nacido. El aumento de tamaño de las mamas ocurre en la pubertad dado el desarrollo del tejido conjuntivo y de la grasa. El tejido glandular no se desarrolla ni es funcional, a menos que haya embarazo; si este ocurre, comienza a desarrollarse gradualmente y sufre modificaciones importantes. Las mamas aumentan de tamaño y se vuelven más firmes; las venas superficiales se hacen más visibles, la areola se extiende y oscurece más, el pezón se vuelve más prominente y cerca del final del embarazo sale un líquido por los orificios de los conductos glandulares: el calostro, líquido turbio, amarillento, formado por proteínas, grasas, azúcar, sales y agua, esta secreción aumenta después del parto y dura aproximadamente dos días, después sale la leche.

El bebé puede mamar inmediatamente después del parto, lo que estimula la liberación de una hormona llamada oxitocina que estimula el flujo de leche. La leche materna está especialmente adaptada para los requerimientos del recién nacido. Contiene proteínas, numerosos anticuerpos, por lo que su poder inmunizante es elevado, vitaminas y una temperatura constante, es estéril, entre otras características que le confieren propiedades de excelencia.

### **Planificación familiar**

Toda pareja tiene derecho a decidir de forma consciente y responsable el momento más adecuado, el número de hijos y el tiempo en que los van a tener, esto garantiza que cada niño que nazca sea deseado.

Los métodos anticonceptivos garantizan la planificación familiar, además le permiten a la pareja el disfrute de la sexualidad sin temor al embarazo. Existen diversos métodos que la pareja puede utilizar, entre ellos: anticonceptivos hormonales, dispositivos intrauterinos (DIU), esterilización (masculina y femenina), anticonceptivo de barrera (preservativo o condón y el diafragma), el método de ritmo, el coito interrumpido, entre otros.

El condón tiene doble función, evita el embarazo y el contagio de la pareja con infecciones de transmisión sexual como la sífilis, la blenorragia, SIDA, las infecciones por clamidias, candidas, trichomonas, entre otras.

### **El embarazo en la adolescencia**

La adolescencia es la etapa de transición durante la cual la niña o el niño se transforman en adulto, se puede delimitar aproximadamente entre los 10 y 20 años de edad.

Durante ese período van produciéndose en el cuerpo humano cambios físicos y síquicos muy marcados, es notorio el desarrollo de los caracteres sexuales secundarios como aparición del vello púbico, los cambios en los órganos genitales (ambos sexos), el desarrollo de las mamas en las niñas y la primera menstruación (menarquía).

En los varones comienzan las primeras eyaculaciones involuntarias (durante la noche, conocidas como colecciones nocturnas) de semen con espermatozoides, capaces de fecundar.

La maduración completa en ambos sexos no se limita a su capacidad de fecundación y a las posibilidades de que se produzca un embarazo, otros aspectos del desarrollo biológico evolucionan más lentamente, las mamas, la talla y el peso, el tamaño y la forma de los huesos de la pelvis completan su desarrollo más tardíamente.

En Cuba el embarazo y el parto es cada vez más recurrente en las adolescentes esto tiene implicaciones importantes en la salud de la madre y del bebé. Los estadísticos refieren que la toxemia o pre-eclampsia, la anemia y el parto prematuro son más frecuentes en la madre adolescente, el parto puede ser muy prolongado e incluso complicarse por la estrechez de la pelvis; su inmadurez biológica, está dada porque en ella no se han completado los procesos de crecimiento y desarrollo en los órganos del sistema reproductor.

El bebé de la adolescente tiene el riesgo de nacer con un peso inferior (bajo peso) al de otros niños, pueden producirse otras alteraciones que afectan su salud para toda la vida, como el retraso mental y un desarrollo deficiente. Las malformaciones congénitas aparecen con mayor regularidad en los hijos de madres adolescentes.

En muchas ocasiones, cuando se produce un embarazo en una adolescente, ellas y sus familiares deciden interrumpirlo y recurren al aborto.

El **aborto** es una intervención quirúrgica, que requiere de anestesia y en la manipulación del médico hay cierta complejidad; en ocasiones deja secuelas que se manifiestan a largo plazo. Si se recurre a él con frecuencia el cuello del útero está muy dañado, lo que trae como resultado el parto prematuro con consecuencias serias para la salud de la madre y del bebé.

Además de todas estas afectaciones para la salud (madre e hijo), el embarazo en estas edades interfiere en la preparación para la vida de la joven mamá, por el abandono de estudios y de la preparación técnico-profesional, afecta la estabilidad familiar, así como su planificación desde el punto de vista económico.

Independientemente de las ventajas que posee el sistema inmunológico para prevenir el ataque de enfermedades, es el propio hombre quien tiene la mayor responsabilidad de que su organismo funcione correctamente. Para ello deben cumplirse determinadas medidas que garanticen el óptimo funcionamiento de los diferentes sistemas de órganos y de conjunto el organismo integralmente.

### **Medidas higiénicas**

El organismo humano funciona como un todo, de manera que las medidas higiénicas que pudieran observarse para un sistema u órgano favorecerían en gran medida los otros con los que se relaciona. El cumplimiento de dichas normas favorece la salud física y mental del individuo garantizando el equilibrio de este con el medio.

Entre las medidas que se pueden poner en práctica están las siguientes:

- El **aseo del cuerpo** que se logra con el baño diario para eliminar polvo, grasa y microorganismos en la piel. El lavado de las axilas debe ser meticuloso, ya que las secreciones que se producen en ellas aumentan la proliferación de bacterias. El lavado del cabello, diario en varones y con menos frecuencia en las hembras permite prevenir la pediculosis, la caspa y estimula la circulación sanguínea en el cuero cabelludo.
- Cambiar con frecuencia la ropa de cama y la de uso personal.
- La higiene de los **genitales** debe ser especial dadas sus características.
- El lavado con agua y jabón elimina la esmegma (hembras y varones) que además de producir un olor desagradable es un medio adecuado para la proliferación de bacterias. Durante la menstruación deben asearse con más frecuencia.
- La alimentación correcta acorde con la edad, la actividad física, entre otros factores favorecen la salud. La dieta debe ser suficiente, completa, adecuada, equilibrada y variada. Para evitar la transmisión de enfermedades por esta vía, es necesario: hervir el agua de consumo, lavar bien las verduras, frutas y vegetales antes de ser ingeridas, cocinar bien las carnes, el lavado de las manos, refrigerar correctamente los alimentos cocinados que se vayan a guardar, tapar los alimentos para que no se contaminen con el polvo o sean visitados por vectores.
- Evitar la ingestión excesiva de grasa (fundamentalmente animal) y sal, estas aceleran la aparición de enfermedades cardiovasculares.
- El cepillado correcto de los dientes y su atención por el estomatólogo, masticar bien los alimentos para favorecer la digestión.

- La práctica sistemática de ejercicios físicos y deportes, favorece el crecimiento y desarrollo de huesos y músculos, así como la actividad del sistema respiratorio, cardiovascular, nervioso, entre otros.
- Mantener una buena postura al estar de pie, sentado, durante la marcha, así como si se está trabajando evita entre otras cosas las deformaciones óseas.
- No fumar, el humo del tabaco y de los cigarrillos contiene sustancias tóxicas que afectan al organismo en general (vías respiratorias, circulación sanguínea, sistema nervioso, etcétera).
- No permanecer durante mucho tiempo en lugares cerrados o con poca ventilación.
- Inspirar por la nariz favorece la entrada a las vías respiratorias de un aire más limpio.
- Evitar gritar cuando se habla, esto causa afectaciones en el aparato fonatorio, fundamentalmente en las cuerdas vocales.
- Tapar la boca al estornudar o toser.
- Evitar la ropa y cinturones ajustados que dificulten la respiración.
- No dormir con plantas ni animales en la habitación.
- Mantener una distancia prudencial con la persona con la que hablas.
- No ingerir en exceso café, té, mate, chocolate, bebidas confeccionadas con cola, estas contienen cafeína que es un estimulante del sistema nervioso central, pueden producir sistemas gástricos y nerviosos que se manifiestan por inapetencia, insomnio, cefalea, excitación y en ocasiones temblores.
- No ingerir bebidas alcohólicas en exceso, produce efectos parecidos a los explicados anteriormente. En las personas alcohólicas se produce un deterioro progresivo de todo el organismo. En los bebedores habituales aparecen úlceras en el estómago y el duodeno, pancreatitis y cirrosis hepática. Las lesiones en el sistema nervioso central son irreversibles, hay una pérdida progresiva de la memoria y la persona puede padecer de alucinaciones que conducen en algunos casos hasta la locura.
- Evitar todo esfuerzo mental y trabajos físicos intensos inmediatamente después de las comidas, la digestión necesita al estómago con una mayor irrigación sanguínea para su trabajo, si se realizan esfuerzos físicos o mentales, estos también exigirán, por lo que pueden ocurrir trastornos como dolor de cabeza, parálisis de la digestión, entre otros.
- El descanso es muy importante ya que el organismo necesita recuperarse, para ello es necesario el sueño o el cambio de actividad (descanso activo).
- Iluminación adecuada en los puestos de trabajo o estudio, esto favorece la visión.
- No leer en ómnibus u otros vehículos en marcha, el movimiento provoca variaciones en la distancia entre el objeto de lectura y los ojos, esto afecta la acomodación del cristalino, produciendo dolor de cabeza, cansancio en los ojos, etcétera.
- No tocar los ojos con las manos sucias ni utilizar toallas ajenas y cosméticos de otras personas, pueden contaminarse con microorganismos.
- Asear correctamente los oídos al lavar el pabellón de la oreja y el orificio del conducto auditivo externo para eliminar el exceso de cerumen.
- No introducir cuerpos extraños en los oídos y la nariz.
- Evitar los ruidos fuertes. Afectan la audición normal, ocasionando la disminución progresiva de esta, además dificultan la concentración, provocan alteraciones del ritmo cardíaco, hipertensión arterial entre otros efectos.
- Ingestión abundante de agua, esto ayuda al buen funcionamiento del organismo y, en particular, al sistema renal posibilitando la eliminación de toxinas.
- No automedicarse, el empleo de medicamentos sin prescripción facultativa puede causar trastornos en el funcionamiento de órganos y sistemas de órganos del cuerpo.
- El cuidado y la protección del medio ambiente es condición indispensable en el mantenimiento de la salud, para ello debes hacer una correcta deposición de los residuos sólidos y líquidos, no quemar basuras, sembrar y cuidar plantas.

Todas ellas y otras que quizás conozcas y pongas en práctica te ayudarán a mantener la salud individual y colectiva en óptimas condiciones.

## Sistema inmunológico

El organismo humano se encuentra constantemente relacionándose con todos los componentes del medio ambiente. En este se encuentra gran cantidad de microorganismos; muchos de ellos pueden causar enfermedades. Para evitar que un microorganismo o cualquier agente extraño ataque al cuerpo y se desarrolle en él, se cuenta con el sistema inmunológico, conformado por un conjunto de barreras defensivas.

Los sistemas circulatorio y linfático transportan las células que integran el sistema inmunológico; éstas identifican y destruyen cualquier elemento que pase las barreras naturales del cuerpo.

Los organismos que pueden causar daño al cuerpo se denominan antígenos o agentes patógenos; entre ellos están las bacterias, algunos tipos de hongos y los virus. Los virus no son seres vivos, pero causan enfermedades, como la gripe, la poliomielitis y el SIDA, entre otras. Los agentes patógenos afectan o destruyen las células del organismo.

El sistema inmunológico humano está constituido por estructuras llamadas órganos linfoides que se clasifican en órganos linfoides primarios, como la médula ósea y el timo, y órganos linfoides secundarios, por ejemplo, los vasos linfáticos, los ganglios linfáticos, el bazo, las amígdalas palatinas y las adenoides.

Los vasos linfáticos constituyen un sistema conductor que recoge la linfa (líquido derivado de la sangre que contiene un tipo de glóbulos blancos llamados linfocitos); ésta circunda las células del organismo y la regresa al sistema circulatorio.

Los ganglios linfáticos filtran las partículas extrañas o antígenos que son vertidas en el sistema circulatorio, con el fin de que sean atrapadas y destruidas.

El bazo, las amígdalas palatinas y las adenoides también tienen gran cantidad de linfocitos y actúan como filtros. En el bazo se filtra el material extraño que entra por la sangre. Las amígdalas palatinas y las adenoides filtran las sustancias extrañas que contiene el aire.

La linfa, como ya estudiaste, está constituida por el plasma sanguíneo (la parte líquida de la sangre) y los linfocitos. En la linfa se encuentran sustancias nutritivas (agua, proteínas, azúcares, grasas, sales minerales) indispensables para la vida de las células.

La linfa recorre todo el cuerpo a través del sistema linfático y lleva a todas las células las sustancias nutritivas que necesitan. Cuando penetran en el organismo agentes patógenos, la linfa que circula entre las células es invadida también por estos gérmenes; durante su recorrido, la linfa en su camino pasa por los ganglios linfáticos que la liberan de estos elementos nocivos.

El sistema inmunológico es esencial para proteger el organismo contra los agentes infecciosos y también controlar el cáncer, porque trata de destruir las células anormales o cancerosas que se desarrollan por esta enfermedad.

También el sistema inmunológico es responsable de los problemas que se presentan cuando se trasplantan órganos y tejidos, porque reconoce el tejido trasplantado como agente patógeno y lo rechaza. La medicina moderna ha elaborado diversos fármacos para suprimir esta respuesta del sistema inmunitario, mientras el nuevo tejido se adapta al organismo.

El sistema inmunológico humano tiene dos niveles de inmunidad: **inmunidad específica y no específica.**

### *Inmunidad no específica*

A través de la inmunidad no específica, también llamada inmunidad innata, el cuerpo humano se protege en contra de cuerpos extraños que percibe como nocivos. Se puede atacar a microbios tan pequeños como los virus y las bacterias, al igual que a organismos más grandes como los gusanos. Colectivamente, a estos organismos se les llama patógenos cuando pueden provocar enfermedades en el huésped.

Todos los animales tienen defensas inmunológicas innatas en contra de los patógenos comunes; las primeras líneas de defensa incluyen barreras exteriores, como la piel y las membranas mucosas. Cuando los patógenos penetran las barreras exteriores, por ejemplo, a través de un corte en la piel, o cuando son inhalados y entran a los pulmones, pueden provocar serios daños.

Algunos glóbulos blancos (fagocitos) combaten los patógenos que logran atravesar las defensas exteriores; un fagocito envuelve a un patógeno, lo absorbe y lo neutraliza.

### *Inmunidad específica*

Aunque los fagocitos saludables son vitales para la buena salud, no pueden enfrentar ciertas amenazas infecciosas. La inmunidad específica es un complemento de la función de los fagocitos y otros elementos del sistema inmunológico innato.

En contraste con la inmunidad innata, la específica permite una respuesta dirigida en contra de un patógeno concreto; solamente los vertebrados tienen respuestas inmunológicas específicas.

Dos tipos de glóbulos blancos, llamados linfocitos, son vitales para la respuesta inmunológica específica. Los linfocitos se producen en la médula espinal, y maduran para convertirse en uno de diversos subtipos, los dos más comunes son las células T y las células B.

Un antígeno es un cuerpo extraño que provoca una respuesta de las células T y B. El cuerpo humano tiene células B y T específicas para millones de antígenos diferentes. Por lo general, pensamos que los antígenos son parte de los microbios, pero pueden estar presentes en otros ambientes; por ejemplo, si una persona recibió una transfusión de sangre que no coincidía con su tipo de sangre, podría activar reacciones de las células T y B.

Una manera útil de imaginar las células B y T es la siguiente: las células B tienen una propiedad esencial, pueden diferenciarse y madurar para convertirse en células plasmáticas que producen una proteína, conocida como anticuerpo, que se dirige específicamente a un antígeno en particular. No obstante, las células B por sí solas no son muy buenas para producir anticuerpos, y dependen de que las células T generen una señal para comenzar el proceso de maduración. Cuando una célula B bien informada reconoce el antígeno contra el cual está codificado para responder, se divide y produce muchas células plasmáticas; entonces éstas secretan grandes cantidades de anticuerpos, que combaten a los antígenos específicos que circulan en la sangre.

Las células T se activan cuando un fagocito en particular, conocido como célula presentadora de antígeno (APC, por sus siglas en inglés), muestra el antígeno específico de la célula T, ésta combinada (en su mayoría humana, pero que exhibe un antígeno para la célula T) es un activador de los diversos elementos de la respuesta inmunológica determinada.

Un subtipo de célula T, conocida como célula T colaboradora, realiza diversas funciones. Las células T colaboradoras liberan sustancias químicas para:

- Ayudar a que las células B se activen y dividan en células plasmáticas.
- Llamar a los fagocitos para que destruyan los microbios.
- Activar las células T asesinas.

Una vez activadas, las células T asesinas reconocen las células infectadas del cuerpo y las destruyen.

Las células T reguladoras (también llamadas células T supresoras) ayudan a controlar la respuesta inmunológica; reconocen cuando se ha contenido una amenaza y envían señales para detener el ataque.

Relacionado con los aspectos antes mencionados, comúnmente nos referimos a infección y enfermedad.

### ***Infección y enfermedad***

La infección surge cuando un patógeno invade las células del cuerpo y se reproduce. Por lo general, la infección conducirá a una respuesta inmunológica, si ésta es rápida y eficaz, la infección quedará eliminada o contenida con tal rapidez que no se producirá la enfermedad.

Algunas veces la infección conduce a la enfermedad (aquí nos centraremos en la enfermedad infecciosa y la definiremos como un estado de infección marcado por síntomas, o por evidencia de la enfermedad). La enfermedad puede surgir cuando la inmunidad es baja o está dañada, cuando la virulencia del patógeno (su capacidad de dañar las células del huésped) es alta, y cuando la cantidad de patógenos en el cuerpo es muy grande.

Dependiendo de la enfermedad infecciosa, los síntomas pueden variar considerablemente. La fiebre es una respuesta usual a la infección: una temperatura del cuerpo más elevada puede intensificar la respuesta inmunológica y generar un ambiente hostil para los patógenos. La inflamación ocasionada por un aumento en el fluido del área infectada es un signo de que los glóbulos blancos atacan y liberan sustancias que tienen que ver con la respuesta inmunológica.

La **vacunación** es una vía importante para estimular una respuesta inmunológica específica que generará otras respuestas determinadas para que las células B y T actúen contra cierto patógeno. Después de la vacunación, o de la infección natural, las células con memoria a largo plazo persisten en el cuerpo, y pueden conducir a respuestas más rápidas y eficaces en caso de que el cuerpo se encuentre de nuevo con el patógeno.

Cuba, ha sido uno de los países que mayor resultado ha obtenido en el proceso de vacunación al prevenir una cifra superior a 13 enfermedades desde el momento en que se produce el nacimiento del niño, además de garantizar el acceso gratuito a este sistema de vacunación.

Con estas prioridades, la nación cubana logró hace varias décadas inmunizar a los distintos grupos sociales de generación en generación después de 1959, por lo que hoy exhibe un exitoso cumplimiento de la mayoría de las metas propuestas en los llamados. Objetivos del Milenio de las Naciones Unidas, a pesar de mantenerse bajo la costosa presión del bloqueo económico, financiero y comercial recrudescido por los Estados Unidos en los últimos años y sostenido en medio siglo.

A estos resultados se integran la posesión de la tasa de mortalidad más baja de América Latina, con un 4,6 por cada mil nacidos en el 2012, y la materna entre las menores a nivel mundial (21,5 por cada 100 mil), así como la prioridad que brinda a programas de alto impacto en la salud humana, y a la investigación en vacunas contra los virus del dengue, el VIH y el cólera.

Lo analizado anteriormente expresa la importancia de mantener al organismo inmune y, en especial, lo importante que es mantener en condiciones óptimas el funcionamiento del sistema inmunológico.

## **Preguntas de autocontrol**

1. Fundamente por qué su cuerpo es un organismo.
2. ¿Por qué el flujo de la energía es el elemento fundamental para comprender la integridad del organismo humano?
3. Explique cómo se producen las transformaciones del alimento en el sistema digestivo.
4. Explique por qué el sistema circulatorio es el que conecta a todos los sistemas de órganos en el organismo humano.
5. ¿Qué características presenta el sistema respiratorio que le permite aportar a las células el oxígeno necesario para liberar la energía de los compuestos orgánicos?
6. ¿Qué sucedería si en el organismo humano se produjeran afecciones severas en el sistema renal? Argumente su respuesta.
7. El sistema endocrino constituye los órganos que junto al sistema nervioso contribuyen a regular las principales funciones del organismo humano. Argumente esta afirmación.
8. En ocasiones ha sido atacado por diferentes enfermedades. Algunas de ellas no las vuelve a adquirir como el sarampión, la rubéola, la varicela, etc. ¿A qué se debe esto?
9. Exprese algunas ideas de cómo contribuiría a la conservación de la salud individual y colectiva en su institución escolar y en la comunidad donde vive.
10. La reproducción humana es el resultado de un conjunto de procesos que tiene como resultado, la unión de una pareja de mujeres y hombres. Fundamente esta afirmación a partir de los conocimientos que ha adquirido en este capítulo.
11. Resuma las ideas fundamentales de cómo transcurre la transformación del huevo o cigoto hasta la formación del feto y su desarrollo en el útero de la mujer hasta el nacimiento.
12. ¿Por qué considera un factor de vital importancia la planificación familiar en la pareja?
13. Describa en pocos párrafos a modo de resumen sus ideas de la necesidad de utilizar los medios de protección para evitar el contagio con las infecciones de transmisión sexual (ITS).
14. Entre las medidas que pueden adoptarse para mantener estados óptimos de salud en el organismo humano está la realización de ejercicios físicos. Argumente esta afirmación.
15. De las medidas higiénicas que se proponen para el cuidado y conservación de la salud, determine para cada sistema de órganos cuáles le corresponden.

## Capítulo 6 Las relaciones de los organismos con el medio ambiente

Después de haber concluido el estudio de los diferentes reinos y sus ejemplares representativos, es necesario conocer cómo cada uno de ellos establece sus relaciones con el medio ambiente y entre ellos mismos.

En la biología, la rama que se encarga de ese estudio es la Ecología. Estudia a la naturaleza como un gran conjunto en el que las condiciones físicas y los seres vivos interactúan entre sí estableciendo complejas relaciones.

En ocasiones el estudio ecológico se centra en un campo de trabajo muy local y específico, pero en otros casos se interesa por cuestiones muy generales. Un ecólogo puede estar estudiando cómo afectan las condiciones de luz y temperatura a las plantaciones de plátano en determinada época de su siembra, mientras otro estudia como fluye la energía en los bosques húmedos de nuestro país; pero lo específico de la ecología es que siempre estudia las relaciones entre los organismos y de estos con el medio no vivo, es decir, el estudio de los ecosistemas.

### Los ecosistemas. Características

El ecosistema es el nivel de organización de la naturaleza que interesa a la ecología.

Observa en la figura 6.1 las relaciones que se establecen entre los diferentes componentes de un ecosistema.

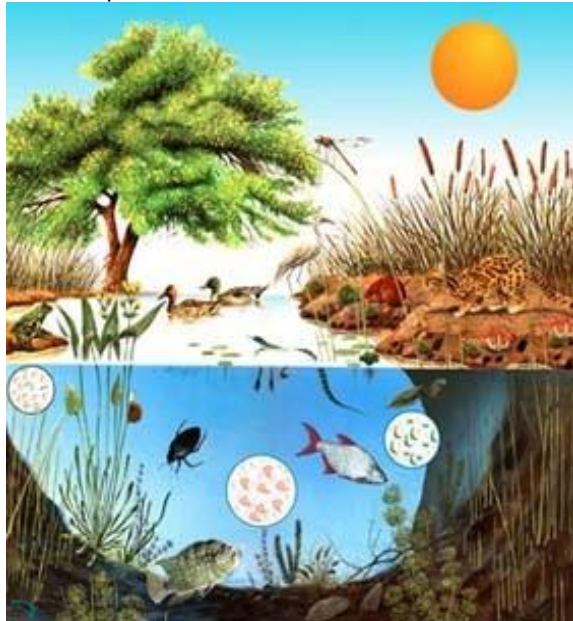


Fig. 6.1 Ecosistema

El concepto de ecosistema es especialmente interesante para comprender el funcionamiento de la naturaleza y la multitud de cuestiones ambientales.

Hay que insistir en que la vida humana se desarrolla en estrecha relación con la naturaleza y que su funcionamiento afecta totalmente a todos. Es un error considerar que los avances tecnológicos: automóviles, grandes casas, industrias, la informatización, el conocimiento del cosmos, etc., permiten vivir al margen del resto de la biosfera; y el estudio de los ecosistemas, de su estructura y de su funcionamiento, demuestra la profundidad de estas relaciones.

Los ecosistemas son sistemas complejos como el bosque, el río o la presa, formados por una trama de elementos **físicos** (el biotopo) y **biológicos** (la biocenosis o comunidad de organismos).

El ecosistema es el nivel de organización de la naturaleza que interesa a la ecología. En la naturaleza los átomos están organizados en moléculas y estas en células. Las células forman tejidos y estos órganos que se reúnen en sistemas, como el digestivo o el circulatorio. Un organismo vivo está formado por varios sistemas anatómico-fisiológicos íntimamente unidos entre sí.

La organización de la naturaleza en niveles superiores al de los organismos es la que interesa a la ecología. Los organismos viven en poblaciones que se estructuran en comunidades. El concepto de ecosistema, aun, es más amplio que el de comunidad porque un ecosistema incluye, además de la comunidad, el ambiente no vivo, con todas las características de clima, temperatura, sustancias químicas presentes, condiciones geológicas, etc. El ecosistema estudia las relaciones que mantienen entre sí los seres vivos que componen la comunidad, pero también las relaciones con los factores no vivos.

El funcionamiento de todos los ecosistemas es parecido. Todos necesitan una fuente de energía que, fluyendo a través de los distintos componentes del ecosistema, mantiene la vida y moviliza el agua, los minerales y otros componentes físicos del ecosistema. La fuente primera y principal de energía es el Sol.

En todos los ecosistemas existe, además, un movimiento continuo de los materiales. Los diferentes elementos químicos pasan del suelo, el agua o el aire a los organismos y de unos seres vivos a otros, hasta que vuelven, cerrándose el ciclo, al suelo o al agua o al aire, por lo que la materia se recicla —en un ciclo cerrado— y la energía fluye generando organización en el sistema.

Al estudiar los ecosistemas interesa más el conocimiento de las relaciones entre los elementos, que el cómo son estos elementos. Los seres vivos concretos le interesan al ecólogo por la función que cumplen en el ecosistema, no en sí mismos como le pueden interesar al zoólogo o al botánico. Para el estudio del ecosistema es indiferente, en cierta forma, que el depredador sea un hurón o un tiburón. La función que cumplen en el flujo de energía y en el ciclo de los materiales es similar y es lo que interesa en ecología.

Como sistema complejo que es, cualquier variación en un componente del sistema repercutirá en todos los demás componentes. Por eso son tan importantes las relaciones que se establecen.

Los ecosistemas se estudian analizando las relaciones alimentarias, los ciclos de la materia y los flujos de energía.

#### a) Relaciones alimentarias.

La vida necesita un aporte continuo de energía que llega a la Tierra desde el Sol y pasa de unos organismos a otros a través de la cadena trófica (también llamadas cadenas de alimentación).

Las redes de alimentación (reunión de todas las cadenas tróficas) comienzan en las plantas (productores) que captan la energía luminosa con su actividad fotosintética y la convierten en energía química almacenada en moléculas orgánicas. Las plantas son devoradas por otros seres vivos que forman el nivel trófico de los **consumidores primarios** (herbívoros).

La cadena alimentaria más corta estaría formada por los dos eslabones citados (ejemplo: una vaca alimentándose de la vegetación). Pero los herbívoros suelen ser presa, generalmente, de los carnívoros (depredadores) que son **consumidores secundarios** en el ecosistema. Ejemplos de cadenas alimentarias de tres eslabones serían:

hierba - vaca - hombre

A veces se observan cadenas largas como por ejemplo:

hierba - grillo - lagartija - ave - hombre

Pero las cadenas alimentarias no acaban en el depredador cumbre, sino que como todo ser vivo muere, existen necrófagos, como algunos hongos o bacterias que se alimentan de los residuos muertos y detritos en general (organismos **descomponedores**). De esta forma se soluciona en la naturaleza el problema de los residuos.

Los detritos (restos orgánicos de seres vivos) constituyen en muchas ocasiones el inicio de nuevas cadenas tróficas. Por ejemplo, los animales de los fondos abisales se nutren de los detritos que van descendiendo de la superficie.

Las diferentes cadenas alimentarias no están aisladas en el ecosistema, sino que se encuentran relacionadas entre sí y se suele hablar de red trófica.

Una representación muy útil para estudiar todo este entramado trófico son las **pirámides** de biomasa, energía o número de individuos. En ellas se ponen varios pisos con su anchura o su superficie proporcional a la magnitud representada. En el piso bajo se sitúan los productores; por encima los consumidores de primer orden (herbívoros), después los de segundo orden (carnívoros) y así sucesivamente.

#### b) Ciclos de la materia.

Los elementos químicos que forman los seres vivos (**oxígeno, carbono, hidrógeno, nitrógeno, azufre y fósforo**, etc.), van pasando de unos niveles tróficos a otros. Las plantas los recogen del suelo o de la atmósfera y los convierten en moléculas orgánicas (glúcidos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos). Los animales los toman de las plantas o de otros animales. Después los van devolviendo a la tierra, la atmósfera o las aguas por la respiración,

las heces o la descomposición de los cadáveres, cuando mueren. De esta forma se pueden encontrar en todo ecosistema unos **ciclos** del oxígeno, el carbono, hidrógeno, nitrógeno, etc., cuyo estudio es esencial para conocer su funcionamiento.

c) Flujo de energía.

El ecosistema se mantiene en funcionamiento gracias al **flujo de energía** que va pasando de un nivel a otro. La energía fluye a través de la cadena alimentaria solo en una dirección: va siempre desde el Sol, por medio de los productores a los descomponedores. La energía entra en el ecosistema en forma de energía luminosa y sale en forma de energía calorífica, que ya no puede reutilizarse para mantener otro ecosistema en funcionamiento. Por esto no es posible un ciclo de la energía similar al de los elementos químicos.

Ya se había expresado que los ecosistemas no se encuentran aislados, sino que el planeta está formado por muchos ecosistemas que también establecen relaciones entre sí, conformando la integridad de todas las esferas terrestres y del planeta Tierra en sí.

Un **bioma** es una clasificación global de áreas similares, incluyendo muchos ecosistemas, climática y geográficamente parecidos, esto es, una zona definida ecológicamente en que se dan similares condiciones climáticas y similares comunidades de plantas, animales y organismos del suelo, que a menudo, son referidas como ecosistemas de gran extensión. Los biomas se definen basándose en factores, tales como: las estructuras de las plantas (árboles, arbustos y hierbas); los tipos de hojas (plantas de hoja ancha y aguja); la distancia entre las plantas (bosque, selva, sabana) y el clima. A diferencia de las ecozonas, los biomas no se definen por genética, taxonomía o semejanzas históricas y con frecuencia se identifican con patrones especiales de sucesión ecológica.

La clasificación más simple de biomas es:

1. Biomas terrestres.
2. Biomas de agua dulce.
3. Biomas marinos.

En este capítulo se hará énfasis en los biomas terrestres que más te serán necesarios conocer para el trabajo en las escuelas primarias.

Al observar la figura 6.2, podrás comprender todo lo hasta aquí analizado, en ella apreciarás que las relaciones alimentarias, los ciclos y el flujo de energía están estrechamente relacionados formando una unidad que constituye a los ecosistemas.

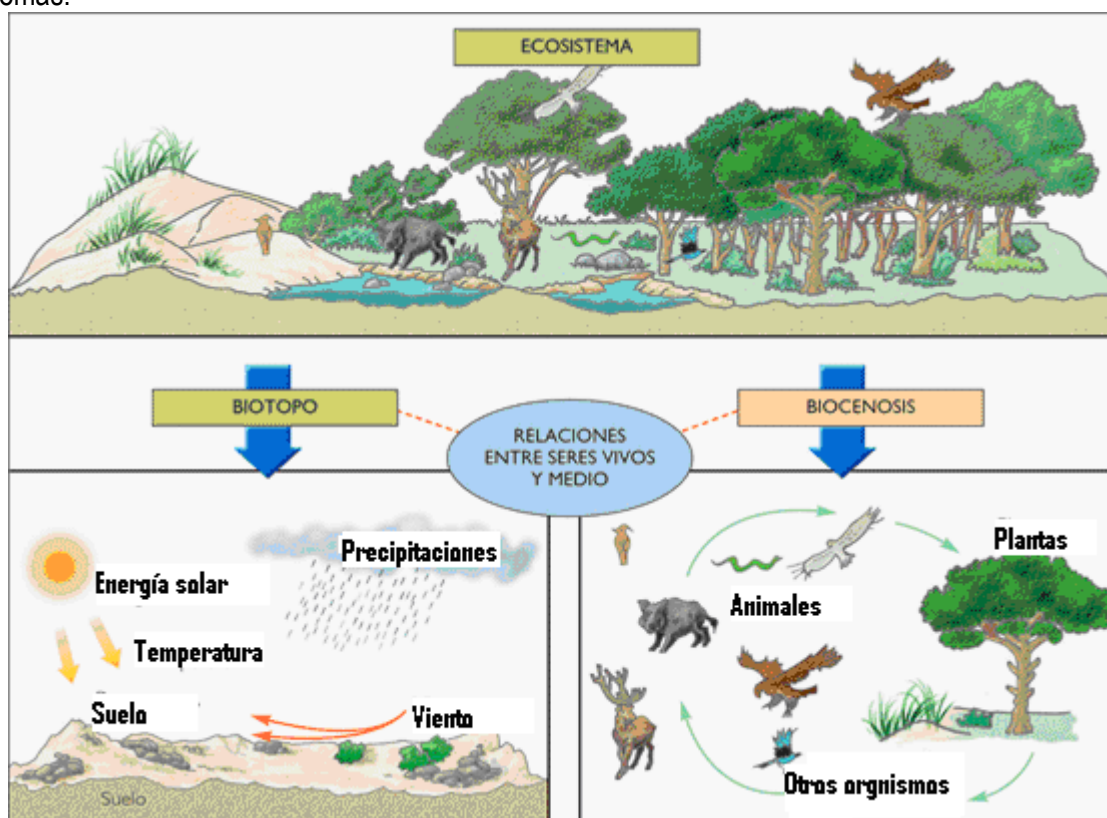


Fig. 6.2 Carácter integral de los ecosistemas

En el planeta se reconocen ocho grandes ecosistemas o biomas. Estos son el bosque templado, el bosque lluvioso tropical, el desierto, la pradera, la tundra, la taiga, el chaparral y el océano. Cada uno es muy diferente de los otros debido a las cantidades de luz solar, por tanto, de temperatura y lluvia son muy diferentes. Igualmente, cada uno tiene plantas y animales especiales que viven allí adaptados a dichas condiciones.

Los límites de un bioma son determinados por el clima más que por cualquier otro factor. Por ejemplo, dado que el bioma más septentrional, la tundra, es más frío y tiene temporadas de crecimiento más breves que el resto de los biomas más cálidos, la tundra tiene menos tipo de vegetación porque pocas plantas toleran las condiciones extremas de bajas temperaturas que imperan en ella. Por su parte los biomas tropicales y subtropicales, que se encuentran en latitudes más bajas, o sea, más cerca del Ecuador, experimentan un intervalo relativamente más pequeño de temperaturas en el transcurso del año, llueve más y se desarrolla una diversidad de plantas y animales en ellos.

A continuación se detallarán las características de los diferentes biomas y dentro de ellos, aquellos que te servirán para el trabajo de algunas asignaturas en las escuelas primarias.

### **Zonas de Vegetación y población animal. Los biomas**

La **Tundra** (figura 6.3), se localiza en las latitudes más frías, dondequiera que la nieve se derrite estacionalmente. Está expuesta a largos y crudos inviernos y veranos muy breves. En muchos lugares el Sol no se pone en lo absoluto durante muchos días a la mitad del verano, sin embargo, la cantidad de luz a medianoche es solamente una décima parte de la que existe a mediodía. Las bajas temperaturas provocan pocas precipitaciones pluviales y la mayor parte ocurre en los meses de verano.



Fig. 6.3 La Tundra

Los suelos de la tundra son pobres en nutrientes y tienen pocos restos de material orgánico. Todas estas características, unidas a que una capa del suelo de la tundra permanece siempre helada y que su espesor y profundidad varían, interfieren el drenaje e impiden que se desarrollen raíces de plantas grandes. Todo ello presenta a la vista un paisaje pantanoso, de lagos someros extensos y corrientes lentas.

Atendiendo a lo descrito anteriormente debe comprenderse que existan pocas especies de organismos, aunque en ocasiones aparecen cantidades de alces, líquenes (el mal llamado musgo de los renos), pastos. No crecen árboles y arbustos fácilmente reconocibles. Son comunes sauces enanos y otros árboles enanos, rara vez alcanzan más de 30 cm de altura.

Entre los animales resistentes permanentes de la tundra se incluyen comadrejas, zorros árticos, liebres nivales, halcones, entre otros. En el verano, grandes herbívoros como el toro almizclero y caribú llegan hasta las partes más septentrionales de la tundra a pastar. No existen reptiles ni anfibios, solamente algunos pocos insectos en el verano.

La explotación petrolera y el uso militar han ocasionado daños de efecto prolongado en grandes porciones de la tundra ártica, los cuales es probable que persistan por muchos años.

La **Taiga** (figura 6.4) o bosque boreal (significa lo mismo que septentrional, del norte) que se extiende por América del Norte y Eurasia, cubre aproximadamente el 11 % de las tierras emergidas del planeta. Los inviernos son extremadamente fríos, aunque no tan adversos como en la tundra. La temporada de crecimiento también es baja, recibe pocas precipitaciones, su suelo es ácido, pobre en minerales, caracterizado por una capa profunda de fragmentos de pinos y abetos parcialmente descompuestos en su superficie. Presenta numerosos estanques y lagos en lugares donde quedaron depresiones en la superficie terrestre como resultado de la glaciación anterior.

Su vegetación se caracteriza por árboles que pierden las hojas en otoño como el álamo y el abedul, en general coníferas que ofrecen elegancia al paisaje.



Fig. 6.4 La Taiga

Entre la fauna del bosque boreal se incluyen algunas especies como el caribú que emigra de la tundra a la taiga para pasar el invierno, lobos, osos y alces. También pueden encontrarse roedores y depredadores de fino pelaje como las ardillas, conejos, lince, armiño, entre otros. La mayor parte de las especies de aves que allí viven son estacionarias y abundantes, pero emigran a climas más cálidos durante el invierno. Abundan insectos, pero anfibios y reptiles siguen comportándose de manera escasa como en la tundra, excepto en las extensiones meridionales.

Los suelos de la taiga son poco productivos, por lo que se desarrolla muy poco la agricultura, sin embargo, el bosque boreal genera grandes cantidades de madera, así como pieles de los animales que allí viven y otros productos forestales, como resinas, etcétera.

Los **bosques templados** (figura 6.5), se localizan en aquellas latitudes donde las precipitaciones son relativamente elevadas las que varían con la latitud. Las zonas alejadas de las costas tienden a ser secas debido a que las áreas de altas presiones permanentes, impiden la acumulación de aire húmedo, por ejemplo, el desierto de Sahara. El aire que pasa sobre una gran extensión de terreno puede secarse sin poder recargarse de humedad. Sin embargo, el clima del subcontinente norteamericano es dominado por lluvias proyectadas por cordilleras, especialmente en el oeste.

Pueden encontrarse bosques lluviosos templados de coníferas en el sudeste de Australia y en el sur de Sudamérica. En este bioma, a la precipitación contribuye la condensación de agua procedente de las aguas costeras densas. La proximidad de un bosque lluvioso templado a la línea de la costa modera la temperatura, de modo que la fluctuación estacional se reduce y, por consiguiente, los inviernos son benignos y los veranos son

frescos. El bosque templado lluvioso tiene por característica, suelos relativamente pobres en nutrientes, aunque su contenido orgánico puede ser elevado.



Fig. 6.5 Bosques templados

La vegetación dominante consiste en árboles perennes, o sea, nunca pierden las hojas como abetos, pinabetes y tuyas. Existen plantas que crecen en los grandes árboles sin ser parasitas (epífitas) como musgos, licopodios, líquenes y helechos.

Entre los animales que viven en estos bosques se destacan ardillas, ciervos y numerosas especies de aves.

Los bosques lluviosos templados son los mejores productores de madera y pulpa para papel en el mundo. Es también uno de los ecosistemas más complejos del planeta, por lo que una tala indiscriminada los afectaría considerablemente.

Los **bosques caducifolios templados** son característicos de lugares donde la precipitación oscila entre los 75 a 125 cm al año aproximadamente. Posee veranos cálidos e inviernos crudos. Su suelo está formado por una capa superior, rica en materia orgánica, y una capa inferior profunda, rica en arcilla.

Estos bosques son dominados por árboles de madera dura y hojas anchas como el roble, el nogal y las hayas, que pierden el follaje anualmente. En las áreas meridionales los árboles son perennes de hojas anchas como la magnolia.

En todo el mundo, los bosques caducifolios, fueron los primeros en ser transformados para su uso agrícola. Por tales razones muchas especies ahora están extintas como pumas, lobos, ciervos, bisontes, osos y otras especies de mamíferos pequeños y aves. Existían también reptiles y anfibios, así como amplitud de tipos de insectos. Donde se ha permitido la regeneración de estos bosques, por un mejor manejo de sus recursos, este bosque se encuentra en un estado seminatural, o sea, muy modificado por el hombre.

Los **pastizales templados** se encuentran en zonas templadas con precipitaciones moderadas donde los veranos son cálidos, los inviernos son fríos y la lluvia a menudo escasea. Su suelo tiene gran cantidad de materia orgánica, ya que las partes aéreas de muchos pastos mueren cada verano y contribuyen al contenido orgánico, mientras que raíces y rizomas sobreviven bajo la superficie. El Medio Oeste de Estados Unidos es un excelente ejemplo de pastizal templado. Crecen pocos árboles, excepto cerca de ríos y arroyos, pero abundan los pastos. En otras épocas, era característico encontrar altas especies de pastos, depredadores como lobos y coyotes. También se localizaban perrillos de las praderas, zorros, hurones de patas negras y aves de presa, aves de pradera, lagartos, serpientes y gran cantidad de insectos. La carencia actual de muchas de estas especies ha estado determinada por el mal uso que el hombre ha dado a estos biomas.

Las **estepas** o praderas de pastos cortos (figura 6.6), son hábitat de pastizal templado en las que se producen menores precipitaciones que en los pastizales más húmedos, pero mayor que los desiertos, tienen menos pastos y el suelo está desnudo. Los pastos nativos son resistentes a la sequía. Presentan las condiciones ideales de cultivo

como los cereales, razón por la cual en los lugares donde existen, raramente mantienen sus condiciones originales, pues han sido utilizados en la agricultura.



Fig. 6.6 Las estepas

Los **charrapales** son hábitat de inviernos benignos combinados con veranos muy secos. Su suelo es delgado y no muy fértil. Son muy frecuentes los incendios en ellos particularmente en finales del verano y otoño.

La vegetación del charrapal es notablemente similar en distintas regiones del mundo, aunque las especies individuales son muy diferentes. Abundan especies de arbustos perennes, y pueden contener pinos y robles resistentes a la sequía. Árboles y arbustos a menudo tienen hojas duras, pequeñas y rodeadas de una gruesa cutícula que reducen la pérdida de agua.

Algunos animales como los reptiles, poseen su cuerpo cubierto de estructuras resistentes a la acción de las fuertes temperaturas y su coloración es parecida al del lugar donde viven para atenuar el efecto de la escasa vegetación.

Los **desiertos** (figura 6.7), son zonas muy secas situadas en regiones templadas y en regiones tropicales. El bajo contenido de agua de la atmósfera provoca temperaturas extremas. Algunos desiertos son tan secos que en ellos es carente la vida vegetal como por ejemplo en los desiertos de Namibia y en el Atacama-Sechura en Chile y Perú. Por tales razones el suelo es pobre en materia orgánica pero a menudo con alto contenido de minerales.



Fig. 6.7 Desiertos

La cubierta vegetal en los desiertos es escasa o nula como ya se ha planteado. Donde existe está representada por los cactus y diversos pastos que crecen en grupos dispersos. Muchas plantas de los desiertos están dotadas de espinas defensivas para resistir los efectos de las altas temperaturas.

Los animales del desierto son pequeños. Durante el calor del día permanecen cubiertos o regresan a su refugio periódicamente. Por la noche salen para pastar o cazar. Existe diversidad de insectos adaptados a la vida en el desierto, así como reptiles (lagartos, tortugas y serpientes). Entre los mamíferos se incluyen roedores, tales como la rata canguro americana que no necesita beber agua, utiliza la de sus alimentos o la que genera su cuerpo en el metabolismo. Viven liebres, canguros, conejos y algunas aves de presa.

Los desiertos americanos han sido perturbados por el hombre, pues los vehículos dañan la vegetación; algunos cactus y tortugas casi han desaparecido por su recolección y cacería indiscriminada.

La **Sabana** (figura 6.8), es un bioma de pastizal tropical con grupos ampliamente dispersos de árboles bajos. Se encuentra en áreas de escasas precipitaciones, con períodos secos prolongados y la variación anual de temperatura es pequeña. Por esta razón las estaciones son reguladas por la precipitación más que por la temperatura.

El suelo de la sabana es bajo en nutrientes minerales debido a que la roca madre de la que se formó es pobre.

Se caracteriza por amplias extensiones de pastos interrumpidas por árboles ocasionales como acacias, cuyas púas la protegen contra los herbívoros.



Fig. 6.8 Sabana

En la sabana africana vive el más amplio conjunto de mamíferos de pezuña del mundo moderno: grandes hatos de herbívoros como el ñu azul, antílopes, jirafas y cebras. Los grandes depredadores, como leones y hienas, matan a miembros de esas manadas. Estas manadas suelen migrar de lugares con lluvias estacionales hacia otras partes.

Los **bosques lluviosos tropicales** (figura 6.9), se caracterizan por las grandes lluvias que en ellos ocurren, donde el agua que cae prácticamente es de la misma localidad, la que es evaporada por la transpiración de los propios árboles que allí viven.

Dada que la temperatura es alta todo el año, microorganismos descomponedores, hormigas y termitas desintegran la materia orgánica con rapidez, y sus nutrientes son absorbidos por las micorrizas altamente desarrolladas y luego transferidas a las raíces de las plantas. De este modo, los nutrientes de las selvas lluviosas tropicales están atrapados en la vegetación, no en el propio suelo.



Fig. 6.9 Bosques lluviosos tropicales

En estas selvas la productividad es muy alta debido a la significativa entrada de energía solar y la abundante precipitación, y se realizan muchos procesos fotosintéticos, por lo que la producción de oxígeno es elevada.

En los bosques se aprecia una distribución de la vegetación en pisos, el más alto lo ocupan las copas de los árboles, el del medio los arbustos que prácticamente no permiten el paso de la luz al nivel inferior representado por plantas más pequeñas especializadas para la vida en esas condiciones.

Los árboles de estas selvas o bosques lluviosos tropicales son perennes con flores, sus raíces forman una alfombra de casi 1 metro de espesor sobre la superficie del suelo, que capta y absorbe casi todos los nutrientes minerales liberados de las hojas y detritos por procesos de descomposición. Estos árboles sostienen una amplia diversidad de plantas epífitas.

Entre los animales de esta selva lluviosa tropical se incluyen insectos, reptiles y anfibios más abundantes y variados que en cualquier otro bioma. Las aves son muy variadas y a menudo de colores brillantes. Los mamíferos como perezosos y monos viven en los árboles, aunque algunos grandes mamíferos como los elefantes son moradores del suelo.

La acción injusta y ambiciosa del hombre y la industrialización en los países tropicales pueden significar el fin de la mayor parte o todas las selvas lluviosas tropicales. Se piensa que muchos organismos selváticos se extinguirán de esta forma antes de que hayan sido descritos científicamente.

Existen otros ecosistemas que no son terrestres como los descritos anteriormente. Los ríos y arroyos son ecosistemas de agua corriente, mientras que lagos y estanques son ecosistemas de agua estacionaria. También existen hábitats marinos. No se considera necesario profundizar en ellos en este capítulo.

Desde el punto de vista humano, muchos ven a los ecosistemas como unidades de producción similares a los que producen bienes y servicios. Entre los bienes más comunes producidos por los ecosistemas están la madera y el forraje para el ganado. La carne de los animales silvestres puede ser muy provechosa bajo un sistema de manejo bien controlado como ocurre en algunos lugares en África del Sur y en Kenia.

Los servicios derivados de los ecosistemas incluyen: el **disfrute de la naturaleza**, lo cual proporciona fuentes de ingresos y de empleo en el sector turístico, a menudo referido como ecoturismo. La **retención de agua**, facilita una mejor distribución de la misma. La **protección del suelo**, un laboratorio al aire libre para la investigación científica.

Un número mayor de especies o diversidad biológica (**biodiversidad**) de un ecosistema le confiere mayor capacidad de recuperación porque habiendo un mayor número de especies estas pueden absorber y reducir los efectos de los cambios ambientales. Esto reduce el impacto del cambio ambiental en la estructura total del ecosistema y las posibilidades de un cambio a un estado diferente. Esto no es universal; no existe una relación comprobada entre la diversidad de las especies y la capacidad de un ecosistema de proveer bienes y servicios en forma sostenible. Las selvas húmedas tropicales producen muy pocos bienes y servicios directos, y son sumamente vulnerables a los cambios. Al contrario de los bosques templados que se regeneran rápidamente y vuelven a su anterior estado de desarrollo en el curso de una generación humana, como se puede ver después de los incendios de bosques.

Cualquiera que sea el bioma del que se hable, requiere de la atención necesaria para su cuidado y conservación. Hoy en el mundo suceden acontecimientos que afectan considerablemente los recursos naturales y organismos que en ellos viven. La tala indiscriminada, la caza de especies en peligro de extinción y en otros casos un abuso de la caza con usos comerciales, así como la utilización de recursos para combustibles, alimentos, etc., son algunas de las formas que causan grandes daños al medio ambiente. La política ambiental en el mundo y en Cuba hace que se reduzcan estas afectaciones y puedan restablecerse aquellos recursos que fueron afectados. No obstante, esto requiere un esfuerzo mayor. En Cuba se han creado áreas protegidas, parques nacionales, reservas de la Biosfera y otros proyectos que garantizan un mejor control y manejo de las diferentes especies y recursos que es necesario garantizar para un futuro sostenible.

En este capítulo, se te han presentado las relaciones que poseen los organismos con su medio ambiente y las diferentes formas adaptativas de estos a las condiciones en que viven. Se considera de gran importancia la labor que se realiza para la conservación y protección de todos los ecosistemas y, por consiguiente, del medio ambiente en general.

## **Preguntas de autocontrol**

1. Exprese brevemente qué estudia la Ecología.
2. Después de leer las concepciones teóricas en relación con los ecosistemas, agrupe los elementos comunes y defina por usted mismo qué es un ecosistema. Dibuje una pirámide de los ecosistemas y coloque en la misma la posición de cada uno de sus componentes.
3. Mencione los principales componentes de una cadena trófica. Teniendo en cuenta este aspecto, construya una cadena trófica corta y una larga.
4. ¿Cuáles son los principales factores climáticos y del suelo que han sido considerados para clasificar a los biomas terrestres?
5. Realice un cuadro para que compare los diferentes biomas terrestres estudiados atendiendo a clima, características del suelo y organismos representativos.
6. ¿Cuáles biomas son más favorables para la agricultura? Fundamente su respuesta.
7. Explique brevemente cómo la actitud de los hombres y el desarrollo de la industrialización han afectado la estabilidad de los biomas terrestres estudiados.