

BIOLOGIA

Introducción a la Biología

Índice

UNIDAD 1	Introducción a la Biología	3
UNIDAD 2	Ser vivo	9
UNIDAD 3	Ecología	14
UNIDAD 4	Biomoléculas. Biomoléculas inorgánicas	24
UNIDAD 5	Biomoléculas orgánicas	28
UNIDAD 6	Célula Procariota. Bacterias. Virus.....	38
UNIDAD 7	Célula Eucariótica	48
UNIDAD 8	Ciclo Celular	58
UNIDAD 9	Metabolismo Celular	65
UNIDAD 10	Aparato Digestivo	74
UNIDAD 11	Aparato Respiratorio	86
UNIDAD 12	Aparato Circulatorio.....	94
UNIDAD 13	Aparato Excretor	102
UNIDAD 14	Sistema Nervioso	108
UNIDAD 15	Aparato Reproductor Humano	121
UNIDAD 16	Genética	129
	Bibliografía	136

I. Definición

La **Biología** es la ciencia que estudia a los seres vivos que habitan en la Tierra. El término **Biología** fue popularizado por Treviranus y Lamarck en 1801, con el fin de estudiar todo lo referente a la estructura y al comportamiento de los seres vivos. Etimológicamente proviene de las raíces griegas *bio* (vida) y *logos* (tratado, estudio, discurso). La **Biología** al igual que el Arte, la Música y la Literatura, es una aventura para la mente y un alimento para el espíritu.

II. Ubicación de la Biología dentro de las ciencias

La **ciencia** es una forma (método científico) para obtener conocimientos exactos y razonados del objeto que estudia, dichos conocimientos están en constante revisión y por tanto pueden sufrir modificaciones. La **Biología** es una ciencia porque su contenido se ha formado empleando el **método científico** (manera de recopilar información y comprobar ideas), comprende: Observación - Hipótesis – Experimentación – Conclusión.

En la **conclusión** del método científico se confirma o se rechaza la hipótesis planteada; y de ser aceptada, se convierte en una **teoría**, la que si con el transcurrir del tiempo genera predicciones verdaderas y es aceptada universalmente se convierte en **ley científica**.

La **teoría** es la explicación racional sobre algo de la naturaleza, que la evidencia ha apoyado repetidas veces.

La **ley científica** es la descripción de algún aspecto de la naturaleza.

Clasificación de las ciencias (por el objeto que estudian)

- **Abstractas:** Se ocupan de lo que no se da en la realidad espacio temporal ni son percibidos por los sentidos: Matemática y Lógica.
- **Naturales:** Se ocupan de lo que se da en realidad espacio temporal, son percibidos por lo sentidos.Ejemplo: Astronomía, Geología, Física, Química y Biología.
- **Sociales** (Humanas): Se ocupan de la vida psíquica humana, la sociedad y la cultura. Ejemplo: Psicología, Economía Política, Sociología, Historia, Derecho.

III. Desarrollo histórico de la Biología

La **Biología** se ocupó originalmente del descubrimiento y clasificación de los seres vivos, de describir su morfología, fisiología y desarrollo embrionario, y también de las interacciones de los seres vivos y la de estos con el ambiente externo.

Los pioneros, (padres) de los conocimientos en Biología, son:

1. ARISTÓTELES: _____
2. TEOFRASTO: _____
3. VESALIUS: _____
4. HOOKE: _____
5. LEEUWENHOEK: _____
6. LINNEO: _____
7. CUVIER: _____
8. HUMBOLDT: _____
9. DARWIN: _____
10. MENDEL: _____
11. PASTEUR: _____
12. HAECKEL: _____

IV. Ramas de la Biología

a. Por el tipo de ser vivo que estudia

1. ZOOLOGÍA: _____
2. BOTÁNICA (FITOLOGÍA): _____
3. MICOLOGÍA: _____
4. FICOLOGÍA: _____
5. PROTOZOOLOGÍA: _____
6. BACTERIOLOGÍA: _____
7. BRIOLOGÍA: _____
8. PTERIDOLOGÍA: _____
9. MALACOLOGÍA: _____
10. MASTOZOOLOGÍA: _____
11. ORNITOLOGÍA: _____
12. ENTOMOLOGÍA: _____

13. ICTIOLOGÍA: _____
14. HERPETOLOGÍA: _____
15. ARACNOLOGÍA: _____
16. HELMINTOLOGÍA: _____

b. Por la estructura o la relación que estudia:

1. CITOLOGÍA: _____
2. HISTOLOGÍA: _____
3. ORGANOLOGÍA: _____
4. ANATOMÍA: _____
5. FISIOLOGÍA: _____
6. MORFOLOGÍA: _____
7. ONTOGENIA: _____
8. EMBRIOLOGÍA: _____
9. FILOGENIA: _____
10. TAXONOMÍA: _____
11. GENÉTICA: _____
12. ECOLOGÍA: _____
13. ETOLOGÍA: _____
14. PATOLOGÍA: _____
15. VIROLOGÍA: _____
16. BIOGEOGRAFÍA: _____
17. BIOFÍSICA: _____
18. BIOQUÍMICA: _____
19. BIOLOGÍA MOLECULAR: _____
20. INGENIERÍA GENÉTICA: _____
21. BIOTECNOLOGÍA: _____

V. Origen de la vida

Sobre el origen de la vida, a lo largo de la historia de la Biología se han elaborado diferentes teorías:

• **Creacionismo**

Sostiene que la vida apareció por la voluntad de Dios (ente superior e inmaterial), quién dota de vida a una porción de materia después de haber creado a ésta (teoría dogmática).

- **Generación espontánea** (Abiogénesis)

Enunciada por **Aristóteles**, sostiene que los seres vivos se formaron espontáneamente a partir de la materia orgánica putrefacta (cresas o larvas, moscas) y de la materia mineral (líquenes). Aceptaron esta teoría Newton, Leeuwenhock, Descartes. Y la rechazaron Redi, Spallanzani y Pasteur.

Redi (1660) demuestra que las larvas y las moscas de la carne putrefacta se forman a partir de los huevos (cigotes) depositados por las moscas en el primer frasco (abierto), de los tres frascos (el segundo y el tercero tapados por una tela tupida y una tela rala, respectivamente) de su experimento. Recusado por carecer (segundo frasco) o tener poco (tercer frasco) O_2 .

Spallanzani (1768) demostró que cuando se hervían soluciones orgánicas que contenían microorganismos y luego se tapaba uno de los frascos (2) no se generaban espontáneamente microorganismos, esto fue recusado por carecer de O_2 (frasco tapado). Finalmente **Pasteur** (1880) hace hervir un caldo nutritivo (carbohidratos y microorganismos) en un recipiente con cuello en S y pese a estar en contacto con el aire (contiene O_2) permanece estéril; así queda establecida la **Teoría de la biogénesis** (todo ser vivo proviene de otro ser vivo).

- **Teoría cosmogónica** (Panspermia)

Arrhenius (1906) sostiene que la Tierra ha sido «sembrada» desde el espacio. Los microorganismos (endósporas) llegaron en meteoritos o de alguna otra manera y que al encontrar un medio fértil crecieron y desarrollaron produciendo todas las especies hasta hoy existentes. Esta teoría fue refutada algunos años más tarde por **Becquerel**, quien señaló que no existe ser vivo que pueda resistir la sequedad, temperatura muy baja, intensa radiación cósmica existente en el espacio sideral.

- **Teoría Quimiosintética**

Propuesta por **Oparin**, en su libro *Origen de la vida* (1938), plantea que la Tierra se formó hace cinco mil millones de años. La vida aparece hace tres mil millones de años. El **aire primitivo** era fuertemente reductor y contenía metano, amoníaco, agua e hidrógeno, son gases provenientes del interior de la Tierra. Posiblemente dichos gases reaccionaron entre sí con la energía de los rayos cósmicos, radiación solar y las descargas eléctricas de las tormentas, formaron compuestos orgánicos (aminoácidos). Esta hipótesis es demostrada por **Urey y Miller** (USA), quienes mezclaron metano, amoníaco, agua e hidrógeno en un balón de vidrio, y los sometieron a descargas eléctricas durante una semana, logrando formar aminoácidos (glicina, alanina) y otros compuestos orgánicos.

Al enfriarse la Tierra, llovió y se formaron los mares conteniendo compuestos orgánicos (**caldo primordial**); éstos reaccionaron entre sí formando los **coloides**, que al ponerse en contacto con coloides de cargas

opuestas combinaron sus «capas» de agua y formaron los **coacervados**. Los coacervados se «alimentan» de compuestos orgánicos y no utilizan O_2 para oxidarlos (**coacervados heterótrofos anaerobios**). Al escasear los compuestos orgánicos, algunos coacervados utilizaron compuestos inorgánicos y con la energía solar formaron compuestos orgánicos para «alimentarse» y desprenden O_2 al medio ambiente; formándose así los **coacervados autótrofos** e hicieron posible que se formaran **coacervados heterótrofos aerobios** (utilizan O_2 para oxidar compuestos orgánicos). Los coacervados autótrofos posibilitaron la aparición de bacterias, algas, vegetales y los coacervados heterótrofos aerobios a los protozoarios y animales.

VI. Origen de las especies

a. Fijismo

Se fundamenta en el creacionismo, las características de las especies han permanecido fijas desde el sexto día de trabajo de Dios. Es sostenida por Linneo y Cuvier.

b. Evolucionismo

b.1. **TEORÍA DEL TRANSFORMISMO**. Lamarck es el iniciador del evolucionismo, en su obra *Filosofía zoológica* (1809) sostiene que las especies actuales y las especies desaparecidas se han formado a partir de las especies primitivas.

Expone las ideas de necesidades funcionales (**teoría del uso y del desuso**): el uso de una estructura incrementa su tamaño y el desuso de ella deviene en su desaparición, dichas estructuras son hereditarias (**herencia de los caracteres adquiridos**); citaba como ejemplo el largo cuello de la jirafa por la necesidad de sus antecesores de alcanzar el alimento (yemas del tallo de árbol). Esto no es aceptado porque las pruebas genéticas determinan que los caracteres adquiridos no se heredan.

El **transformismo** (lamarquismo) fue rechazado por **Cuvier**, quien sostiene que las diferentes especies de las diferentes épocas se deben a las creaciones sucesivas que hace Dios ante los grandes cataclismos y catástrofes (**catastrofismo**) que produjeron su desaparición, y de cuya existencia dan testimonio los **fósiles** y la pronta repoblación por las nuevas creaciones, de acuerdo a un plan preconcebido por Dios.

Hutton (geólogo) refuta el catastrofismo, sostiene que las modificaciones de la capas terrestres se han producido lentamente (**uniformismo**) por acción del agua, viento, temperatura y organismos (bacterias, hongos, líquenes, raíces de plantas), y que la presencia de fósiles de debe a procesos de sedimentación, invasión, erosión y levantamiento.

b.2. TEORÍA DE LA SELECCIÓN NATURAL (Darwin - Wallace)

Darwin, en su obra *Origen de las especies* (1859), sostiene que la existencia de una variabilidad de las especies actuales puede tener su origen en antecesores comunes y como factores de la variabilidad de las especies a la lucha por la existencia, la adaptación, la variabilidad de los caracteres y la herencia de estos.

Plantea que al faltar el alimento se establece una «lucha por la existencia», en la que «supervive el más apto», produciéndose una «selección natural».

Wallace realiza estudios sobre la flora y la fauna de la India y la península Malaya, y plantea la idea de la selección natural sin conocer las ideas de Darwin.

Darwin y Wallace influenciados por la Teoría de Malthus (*“Ensayo sobre el principio de la población”*, 1798), propusieron la **teoría de la selección natural**; Darwin aporta más pruebas a esta teoría.

a. Observaciones:

1. Las poblaciones aumentan su número de individuos a enorme ritmo.
2. Las poblaciones tienden a conservar más o menos constante el número de individuos, pese al enorme ritmo con que aumentan su número.
3. Los individuos de una población no son todos iguales y muestran variaciones hereditarias.

b. Deducciones:

1. Producto de la primera y la segunda observación, por permanecer más o menos constante el número potencial de individuos, entonces debe de existir una lucha por la supervivencia entre ellos.
2. Producto de la tercera observación, los individuos con variaciones favorables están en ventaja en cuanto a la lucha por la existencia y sobrevivirán y transmitirán dichas variaciones a sus descendientes. Es una selección natural que favorece al individuo mejor dotado para sobrevivir y reproducirse frente a sus competidores.

b.3. TEORÍA DEL MUTACIONISMO

De Vries en su obra *Teoría de la Mutación* (1900) sostiene que las variaciones en los individuos de una población se producen por **mutaciones** (cambio natural y espontáneo en la secuencia de genes; su frecuencia es muy reducida) y sobreviven los individuos con mutaciones favorables (**selección natural de mutaciones**). La transmisión de una mutación a los descendientes siguen las “leyes de la herencia” (**Mendel**) y forman una nueva especie.

b.4. TEORÍA SINTÉTICA DE LA EVOLUCIÓN (Neodarwinismo)

Dobzhansky en su obra *La genética y el origen de al especies* (1973) une los conceptos de la selección natural, mutacionismo y las leyes de **Mendel** y establece que existen mutaciones: favorables, desfavorables o indiferentes para hacer frente a la adaptación al ambiente externo, supervivencia y a la reproducción.

Ser vivo

Definición

Un **ser vivo** es un ente con organización compleja, capacidad de reproducción, metabolismo, reactividad (relación) y movimiento.

Características de los seres vivos

1. Organización compleja

Los seres vivos unicelulares y multicelulares (pluricelulares y con tejidos) poseen una unidad morfológica y fisiológica denominada **célula**, que está formada por una porción de materia viva (**protoplasma**) constituida por diversas moléculas inorgánicas y orgánicas.

En algunos seres vivos las **células** se organizan para formar **tejidos** y éstos para constituir **órganos**, que a su vez integran los **aparatos** y **sistemas** constituyentes del **individuo** (ser vivo).

2. Reproducción

Es un proceso natural autodirigido para aumentar el número de individuos, asegurando así la continuidad (perpetuidad) de la especie.

Existen dos tipos de reproducción: asexual y sexual.

a. Reproducción asexual

Proceso en el que participa un sólo progenitor, no intervienen células sexuales y no existe variabilidad genética, excepto la que se produce por mutación.

Formas de reproducción asexual

a.1. Fisión binaria

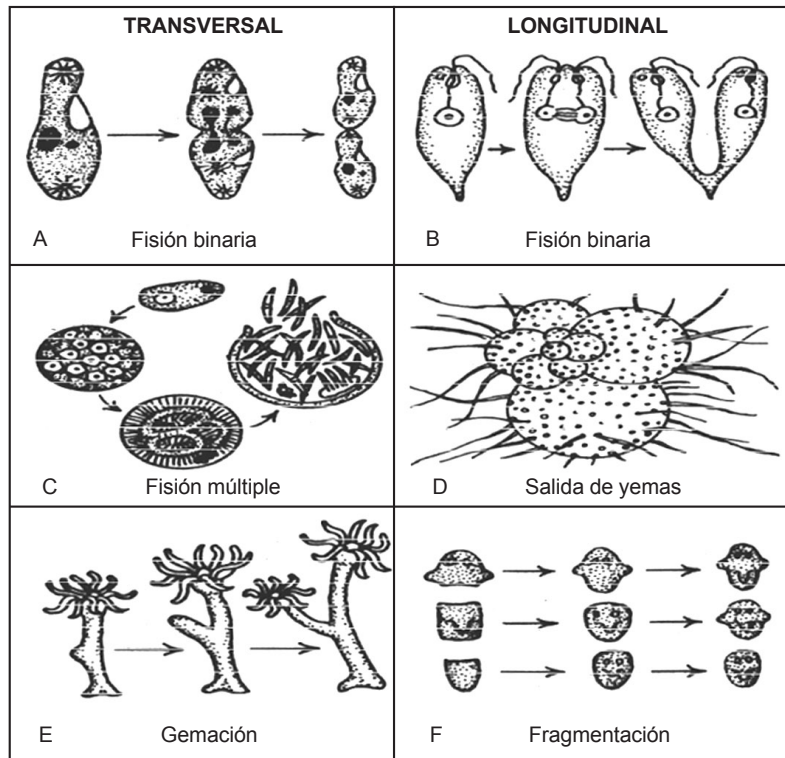
El progenitor forma (división) dos hijos. Puede ser por **estrangulación** (ameba), **longitudinal** (euglena) o **transversal** (bacteria, paramecio).

a.2. **Gemación**

El progenitor forma una **yema** o brote (hijo), se divide el núcleo y uno de ellos se integra a la yema (brote), y así sucesivamente; posteriormente crecerá hasta adquirir el tamaño adulto. Ejemplo, levadura (hongo unicelular), esponja (porífero) e hidra (cnidario).

a.3. **Esporulación (fisión múltiple)**

El progenitor forma **esporas** (hijos), puede ser exógena o endógena (forma un esporangio).



Se presenta en los protozoarios esporozoos (plasmodio, causante del paludismo), hongos y algas.

Las **endosporas** que forman las **bacterias** poseen cubiertas resistentes al calor, frío, desecación, radiación y sustancias tóxicas. Son formas de vida latente hasta encontrar condiciones favorables para tener vida activa.

a.4. **Fragmentación (escisión transversal)**

El cuerpo presenta una constricción en la parte media y termina en dos porciones, luego cada una de ellas se restituye a partir del **blastema** (masa de células no diferenciadas que posteriormente se transforman en un órgano). Ejemplo: Planaria.

El **blastema** también interviene en la **regeneración reparativa** restitución de partes del cuerpo perdidas en forma accidental o intencional que se presenta en la estrella de mar, lombriz de tierra, camarón de río.

b. **Reproducción sexual**

Proceso en el que participa un progenitor o dos progenitores, intervienen células sexuales (**gametos**) y existe variabilidad genética (por los gametos y/o la mutación). Los gametos (masculino y femenino) se fusionan (**fecundación**) y forman el **cigote**, éste al desarrollar (**embriogénesis**) forma un individuo.

La fecundación por el lugar donde se fusionan los gametos puede ser:

- **Fecundación Externa:** Los gametos son puestos en un medio donde se fusionan al azar. Ejemplos: peces, sapo, rana
- **Fecundación Interna:** Los gametos se fusionan dentro de un progenitor (hembra, hermafrodita). Ejemplos: tiburón, lombriz intestinal.

La fecundación por la procedencia de los gametos puede ser:

- **Fecundación cruzada (indirecta):** los gametos provienen de diferentes progenitores de la misma especie. Se presenta en las especies unisexuales y hermafroditas insuficientes (planaria, caracol terrestre, lombriz de tierra).
- **Fecundación directa (autofecundación):** los gametos de un mismo progenitor se presenta en las especies hermafroditas autosuficientes (alicuya, tenia).

Partenogénesis

Variación de la reproducción sexual, Proceso de formación de un individuo a partir de un ovulo no fecundado. Se presenta en las abejas, avispas y hormigas, forma individuos machos (son haploides: n cromosomas); los óvulos fecundados (cigotos) forman individuos hembras (son diploides: 2n cromosomas).

La **partenocarpia** es la partenogénesis en las antófitas (plantas con flores), forma frutos sin semillas y si las forman no germinan. Ejemplo: uva mandarina, plátano.

Conjugación

Proceso parasexual por el cuál los individuos conjugantes experimentan una reorganización en su material genético y no producen descendencia.

La **conjugación de bacterias** consiste en transferencia de material genético (ADN circular) de una bacteria a otra por contacto directo o mediante un "pili sexual" (*Escherichia coli*).

La **conjugación de ciliados** (paramecio) consiste en el intercambio de material genético (ADN) de los individuos conjugantes por contacto directo.

3. Metabolismo

Es el conjunto de transformaciones de materia y energía controlados por enzimas. Es un proceso continuo e indiviso que hace posible el crecimiento, desarrollo, conservación y reparación celular.

Etapas del metabolismo

Anabolismo y Catabolismo, son procesos complementarios.

3.a. **Anabolismo**: Es un proceso de síntesis de compuestos orgánicos, con **reacciones endergónicas** que almacenan energía química (para ser liberada en el catabolismo).

Los procesos anabólicos producen un aumento en la materia y la energía celular.

Ejemplo: fotosíntesis, Glucogénesis (síntesis de glucógeno) a partir de la glucosa.

3.b. **Catabolismo**: Es un proceso de desdoblamiento (degradación) de compuestos orgánicos con **reacciones exergónicas** que liberan energía química (para ser utilizada en el trabajo celular y el anabolismo).

Los procesos catabólicos producen una disminución en la materia y la energía celular. Ejemplo: respiración celular (aeróbica y anaeróbica) y glucocogénesis (desdoblamiento del glucógeno en glucosas).

Tipos de Metabolismo:

- **Metabolismo energético**: Vías metabólicas para obtener energía de la luz solar (organismos fotoautótrofos), oxidaciones (organismos heterótrofos); La energía obtenida es transformada en energía química y almacenada en los enlaces macroergios del ATP.
- **Metabolismo plástico**: Son vías metabólicas para sintetizar materiales (como las proteínas) con que realizar el crecimiento y la reparación celular; los organismos autótrofos forman dichos materiales de los compuestos orgánicos que sintetizan en la fotosíntesis o la quimiosíntesis mientras que los organismos heterótrofos lo obtienen de los alimentos que ingieren.

4. Reactividad (relación)

Capacidad de reaccionar (**respuesta**) ante la acción (**estímulo**), y puede ser la irritabilidad o la adaptación.

La **irritabilidad** es una respuesta específica ante un estímulo temporal y transitorio. Ejemplo: cuando una persona tiene contacto con una malagua o la ortiga.

La **adaptación** es una respuesta ante un estímulo constante y permanente que modifica una forma de vida para adecuarse al estímulo, porque de lo contrario emigra o se muere. Ejemplo: en una persona de la costa que se va a vivir a la sierra se produce un aumento de eritrocitos, debido a que en la altura la presión parcial de O₂ disminuye.

5. Movimiento

Es un cambio de posición con respecto a un punto.

En los vegetales, los movimientos son leves y escasos; se manifiestan como torsiones, curvaturas y plegamientos. Pueden ser:

- **Tropismos**. Movimientos de **orientación**, se manifiestan como crecimiento y son irreversibles. Ejemplo: Geotropismo de la raíz, fototropismo del tallo.
- **Taxismos**. Movimientos de **traslación**, propios de organismos unicelulares. Ejemplo: fototaxia de la euglena.
Los tropismos y los taxismos pueden ser positivos si se orientan o se desplazan hacia el estímulo en referencia, y son negativos en caso contrario.
- **Nastias**. Movimientos de **apertura** o **cierre**. Son independientes de la dirección del estímulo, son temporales e reversibles. Ejemplo: plegamiento de las hojas de trébol en el atardecer.

En los animales existen movimientos de orientación y de traslación (locomoción); sin embargo, existen especies sésiles o sedentarias (fijas a una superficie) como la esponjas (porífero) y el coral (cnidario).

6. Otras Características

- Regulación interna (Homeostasis)

Tendencia a mantener constante las condiciones de su ambiente interno, independientemente de su ambiente externo. En el hombre la homeostasis se logra por la integración de la actividad refleja (sistema nervioso), hormonas (sistema endocrino), regulación del volumen y la composición normal de los líquidos corporales (aparato excretor) y la regulación intrínseca de los sistemas de cada célula (estimulación-inhibición e inducción-represión).

- Evolución

Cambios en los caracteres de un ser vivo o de poblaciones, ocurridos en el curso de sucesivas generaciones de descendientes.

UNIDAD 3

Ecología

I. Definición

La **Ecología** estudia las interacciones que establecen los seres vivos uno con otro y con su ambiente externo. El término **Ecología** fue creado por Haeckel (1869), y etimológicamente deriva de las voces griegas *oikos* (casa) y *logos* (estudio, tratado, discurso).

II. Niveles de organización de la naturaleza

La materia existente en la naturaleza está distribuida en niveles de organización, de modo que un nivel está constituido por el conjunto de elementos del nivel anterior, y de menor a mayor grado de complejidad, los niveles son: **partículas elementales** (protones, neutrones y electrones), **atómico, molecular, macromolecular** (polisacaridos, proteínas, ácidos nucleicos), **supramoleculares** (ribosoma, centrosoma, cromosoma), **celular, tisular** (tejidos), **orgánico** (órganos), **aparato y sistema, individuo** (ser vivo), **población, comunidad biótica, ecosistema, bioma, biosfera**. La ecología estudia los cinco últimos niveles:

2.1. Población

Es un grupo de individuos de la misma especie que ocupa un área determinada en un momento dado.

2.2. Comunidad biótica (*Biocenosis*)

Todas las interacciones de las poblaciones animales y vegetales que ocupan un ambiente externo (residencia natural) denominada **biotopo**.

2.3. Ecosistema (*Sistema ecológico*)

Es la unidad de la Ecología; comprende al conjunto de interacciones de la comunidad biótica y el ambiente externo inanimado. Todos los ecosistemas de la Tierra constituyen la **ecósfera**.

2.4. Bioma

Conjunto de interacciones de una biota (flora y fauna) específica con los factores climáticos y físicos; las áreas entre biomas sucesivos se les denomina **zonas ecótonas**. Ejemplo: tundra, bosque, pradera, chaparral, desierto.

2.5. Biosfera

Comprende a todas las comunidades bióticas con sus interacciones y el planeta Tierra, es el ecosistema de los ecosistemas.

III. Ecosistema

Es la unidad básica de la Ecología y comprende las interacciones de la comunidad biótica (biocenosis) y el ambiente externo (biotopo).

El ecosistema presenta:

- **Componentes bióticos:** Es la parte viva del ecosistema integrado por los productores, consumidores y descomponedores.
- **Componentes abióticos:** Es la parte inerte del ecosistema, está constituida por el suelo, el agua, el aire y el sol.

A través de los componentes del ecosistema fluye la energía y se reciclan los materiales.

a. Componentes bióticos

a.1. **Productores:** Son seres vivos autótrofos. Ejemplo: plantas, algas y bacterias autótrofas. Los organismos autótrofos sintetizan sustancias orgánicas (alimentos) a partir de sustancias inorgánicas dentro de su cuerpo. Estos pueden ser:

- **Fotosintetizadores:** Para su autotrofismo utilizan la energía de la **luz solar**. Ejemplo: plantas, algas y bacterias fotoautótrofas (cianobacterias).
- **Quimiosintetizadoras:** Para su autotrofismo utilizan la energía de las **oxidaciones inorgánicas** (bacterias quimiolitótrofas) u **oxidaciones orgánicas** (bacterias quimioorganótrofas).

a.2. **Consumidores:** Seres vivos heterótrofos, Ejemplo: animales. Los organismos heterótrofos no sintetizan sustancias orgánicas (alimentos) a partir de sustancias inorgánicas dentro de su cuerpo, utilizan como alimento las sustancias orgánicas de su ambiente externo.

a.3. Descomponedores (desintegradores)

Seres vivos heterótrofos putrefactores, se alimenta de los organismos muertos y de las sustancias de desecho (productos de la excreción y la defecación) de los organismos vivos degradando compuestos orgánicos hasta compuestos inorgánicos. Ejemplo: bacterias heterótrofas.

Alimento: Sustancia fuente de materia y energía para el ser vivo, como fuente de materia intervienen en el crecimiento y la reparación celular (función plástica) y como fuente de energía, al ser liberada esta interviene en el trabajo celular (función energética).

Todo organismo vivo posee una «dirección o domicilio» (hábitat) y una «ocupación o profesión» (nicho ecológico).

Hábitat. Es un lugar definido (residencia natural) con un ambiente particular donde vive un individuo, una especie, o una biota (flora y fauna).

Nicho Ecológico. Es el rol o estado funcional (por ejemplo, su nivel trófico) que un ser vivo desempeña en un ecosistema.

Cadena alimentaria

Relación existente entre los seres vivos de un ecosistema según su alimentación.

HIERBA → INSECTO → SAPO → SERPIENTE → GAVILÁN

PLANCTON (fitoplancton, zooplancton) → ANCHOVETA → BONITO → TIBURÓN

Toda cadena alimentaria posee **niveles tróficos (T)**, es decir, de lo que se alimenta o nutre, y son:

- **Primer nivel trófico (T1).** Integrado bacterias autótrofas, algas y plantas, son **productores**.
- **Segundo nivel trófico (T2).** Integrado por los animales, herbívoros; son **consumidores primarios**.
- **Tercer nivel trófico (T3).** Integrado por los animales carnívoros; son **consumidores secundarios**.
- **Cuarto nivel trófico (T4).** Integrado por los animales omnívoros, carnívoros que se alimentan de otros carnívoros; son **consumidores terciarios**.

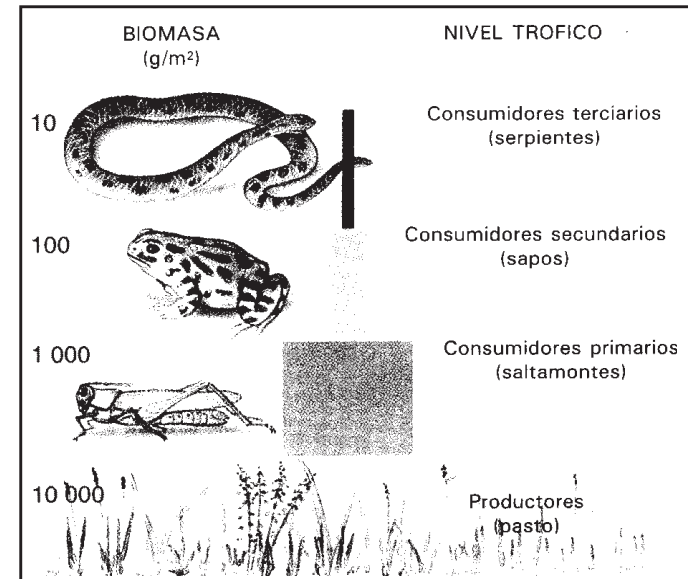
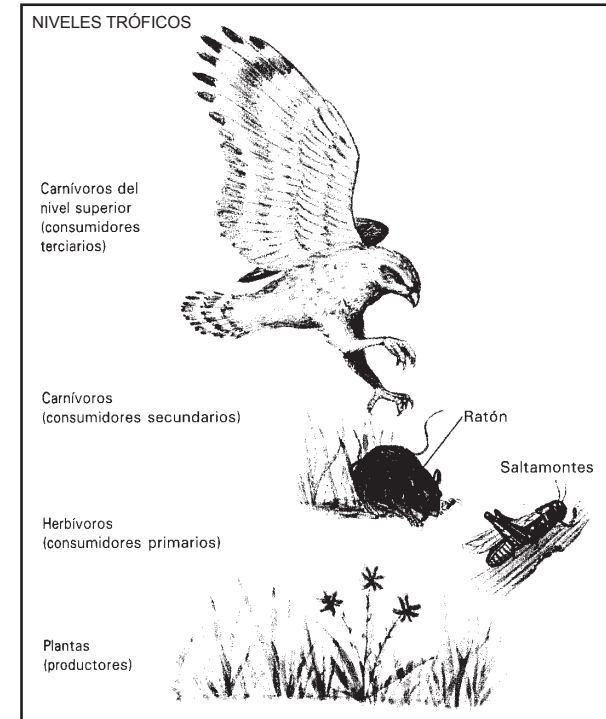
Pirámide alimentaria

Representa la obtención de alimentos por los seres vivos en un ecosistema.

Red alimentaria (Trama alimentaria)

Conjunto de cadenas alimentarias de un ecosistema; mediante ésta, los seres vivos de un ecosistema alcanzan un estado de equilibrio.

Por lo expuesto, los seres heterótrofos dependen de la existencia de los seres autótrofos. Los herbívoros (ratón, conejo y saltamontes) dependen de la existencia de la vegetación y los carnívoros (serpiente, lagartija y gavilán) dependen de la existencia de las especies herbívoras o se devoran entre sí; de este modo se mantiene limitado el número de individuos por especie, produciéndose un **equilibrio biológico**.



b. Componentes Abióticos

b.1. Suelo: Es la capa más superficial de la **litósfera** constituida por gránulos complejos que se forman por la agregación de partículas que provienen de la **disgregación de la roca madre**; ésta se disgrega por la acción del agua, viento, temperatura y ciertos organismos vivos (bacterias, hongos, líquenes y raíces de plantas), permitiendo el ingreso del agua y el aire, que son indispensables para la vida de las plantas terrestres.

La disgregación de la roca madre y la putrefacción de los seres muertos forman el **suelo vegetal**, que está constituido por arena, arcilla (silicato de sodio, potasio, calcio, magnesio), nitratos, fosfatos, sulfatos, carbonatos y **humus** (restos de seres muertos en putrefacción).

Las diversas sustancias de las capas (horizontes) superiores del suelo son disueltas y arrastradas (**lixiviación**) hacia las capas inferiores y, en algunos casos, hasta el agua subterránea (freáticas).

Por la **naturaleza química de los suelos**, pueden ser silíceos, arcillosos, calisos o humíferos; los dos últimos sirven para la agricultura.

b.2. Agua: Se extiende entre la litósfera (corteza terrestre, con 70 a 100 km de espesor) y la tropósfera (12-18 km) de la atmósfera terrestre (mil km de altura) en sus tres estados físicos, constituyendo la hidrósfera.

- **Agua marina o salada** (mar o piélago): Posee alto grado de salinidad, 35 g/l.
- **Agua dulce** (arroyo, río, manantial, laguna, lago y pantano): Posee bajo grado de salinidad, 60 a 200 mg/l.
- **Agua salobre** (boca de río): Posee intermedio grado de salinidad, es mezcla de agua dulce y agua marina.

La **salinidad** es la cantidad de sales minerales expresada en gramos o miligramos por litro de agua; ecológicamente, la salinidad es una barrera para la vida acuática.

Existen animales que no toleran el cambio de salinidad de su ambiente acuático (**estenohalinos**) y otros que sí lo toleran (**eurihalino**), como el salmón que se desplaza hasta el río para desovar. A las plantas que están adaptadas a los suelos salinos se les denomina **halófilas**, por ejemplo, la grama salada. Existen arqueobacterias (halobacterias) en aguas con altísimo grado de salinidad (210 a 250 g/l).

b.3. Aire: Manto gaseoso (atmósfera) incoloro y transparente de la Tierra, constituido por nitrógeno (78%), oxígeno (21%), dióxido de carbono (0,03%) y otros gases (0,97%), tales como: ozono, hidrógeno, vapor de agua y polvo atmosférico. El nitrógeno (N_2) es utilizado para la síntesis de proteínas (organismos nitrificantes), el oxígeno (O_2), para la respiración (organismos autótrofos y organismos heterótrofos), el dióxido de carbono (CO_2) es fuente de carbono (C) para la fotosíntesis (organismos autótrofos).

La concentración de dióxido de carbono (0,03%) en el aire actúa como un manto que aprisiona el calor, que mantiene a la Tierra más caliente (**efecto invernadero**) de lo que estaría si dicho gas no existiese en el aire.

- **Presión atmosférica:** Es la fuerza que ejerce el aire sobre la superficie terrestre, y que al nivel del mar equivalen a 1,033 kg/cm² (760 mm Hg: 1 atmósfera). Existen organismos que pueden soportar elevadas presiones y se les denomina **barófilos** (peces de los fondos marinos).

b.4. Sol: Es una estrella esférica al estado plasma (estado físico de la materia) con seis mil °C (corona) o quince millones °C (núcleo). La **energía radiante** del Sol (luz, calor) llega a la Tierra en pequeñas proporciones, pero con influencia decisiva en el origen y mantenimiento de la vida en la Tierra.

El espectro de la radiación solar comprende a las radiaciones: gamma, X, ultravioleta, violeta, añil (índigo), azul, verde, amarillo, anaranjado, rojo, infrarrojo microondas y ondas de radio. La **luz visible** (blanca) comprende siete longitudes de onda (siete colores), desde el violeta (400 nm) hasta el rojo (700 nm).

La mayoría de las radiaciones gamma, X y ultravioleta (UV) son absorbidas por la **Ozonósfera** (capa de ozono). Parte de la radiación infrarroja (calor) es captada por el agua y el bióxido de carbono del aire, el resto es absorbido por los cuerpos de agua (laguna, lago y mar), suelo y la vegetación que la cubre y éstos a su vez irradian hacia el espacio parte de la radiación captada.

La **luz visible (blanca)** contiene las radiaciones atrapadas por los pigmentos fotorreceptores (clorofila) y es responsable de la temperatura del medio ambiente.

La **luz en los animales** es necesaria para la visión, formación de pigmentos en el tegumento (piel), regula hábitos (diurnos, crepusculares, nocturnos) y es factor que produce movimientos migratorios de la población.

Temperatura del ambiente

Varía según su latitud, altitud y relieve del terreno. Por lo general los organismos vivos pueden existir entre los 0 °C a 50 °C sin afectar su actividad metabólica normal; existen arqueobacterias (termoacidófilas) que viven en manantiales ácidos y muy calientes (85 °C a 90 °C) y cianobacterias que viven en medio acuáticos con 85 °C.

Interacciones biológicas

Los seres vivos no viven aislados y pueden relacionarse con individuos de su misma especie (asociaciones intraespecíficas) o con los individuos de otras especies (asociaciones interespecíficas).

a. **Asociaciones intraespecíficas:** Son agrupamientos de animales o de plantas de una sola especie; tienen como finalidad la reproducción y otras veces son permanentes para vivir juntos, protegerse mutuamente, alimentarse y reproducirse. Ejemplos: ciervos que pastan juntos, lobos que cazan, aves en bandadas.

a.1. **Asociaciones coloniales.** Se dan con fines de alimentación y defensa. Ejemplos: Bacterias, esponjas y celentéreos (malagua).

a.2. **Asociaciones sexuales.** Se dan con fines reproductores, alimentación y defensa, Ejemplos: Banco de sardinas, rebaños, manadas, aves migradoras.

b. **Asociaciones interespecíficas:**

Se realizan entre diferentes especies animales o vegetales y pueden ser:

b.1. **Neutralismo.** Cuando dos o más especies ocupan un mismo habitat y no se benefician ni se perjudican entre sí.

Ejemplo: entre las cebras que pastan y las jirafas que se alimentan de las yemas de los tallos.

b.2. **Concurrencia.** Cuando dos o más especies tienen una dependencia entre sí. Ejemplo: entre un organismo autótrofo y un organismo heterótrofo que habitan en un mismo lugar.

b.3. **Competencia.** Cuando dos o más especies (también entre individuos de la misma especie) van en busca de un lugar o alimentos, una de ellas se beneficia y el resto de especies se perjudica. Ejemplo: entre la lombriz de tierra y la raíz de la planta compiten entre sí por el agua y las sales minerales del suelo, también entre las raíces de las plantas.

b.4. **Depredación (Predación, epistia).** Cuando un individuo (**depredador**, **predador**) caza y mata a otro individuo (**presa**) para alimentarse; si el depredador y la presa pertenecen a la misma especie se le denomina **canibalismo**.

b.5. **Simbiosis.** Es la convivencia entre individuos (convivientes) de diferente especie y pueden ser:

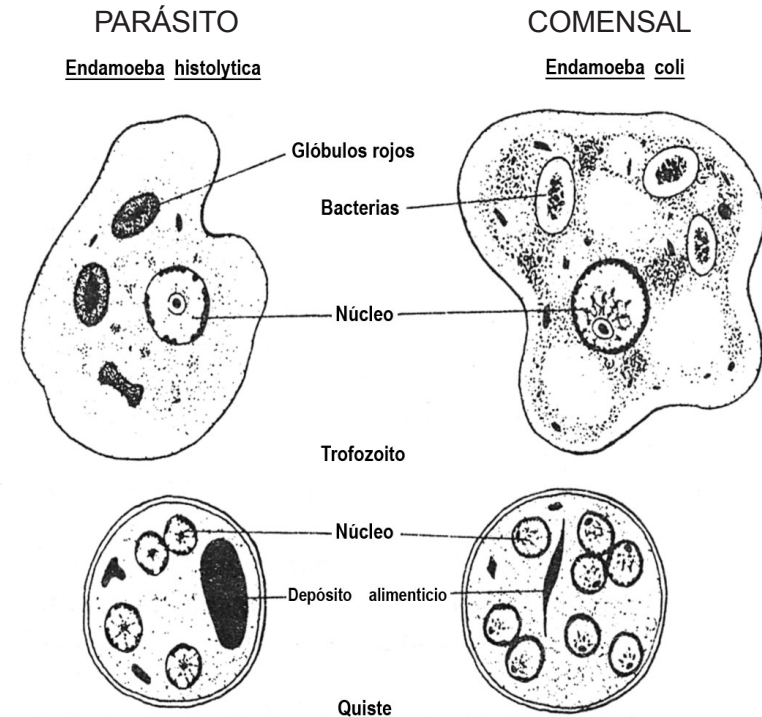
❖ **Comensalismo.** Simbiosis beneficiosa para un conviviente (**comensalista**) y no beneficiosa ni perjudicial para el otro conviviente (**hospedero**). Ejemplos: *Entameba gingivalis* (protozoario) y hombre, rémora (pez) y tiburón; orquídea, frijol o vid y el tallo de la planta.

❖ **Amensalismo.** Simbiosis perjudicial para un individuo (**amensalista**) y no beneficiosa ni perjudicial para el otro **conviviente**. Ejemplo: ciertas bacterias y hongo penicilio.

❖ **Mutualismo.** Simbiosis beneficiosa y obligada para ambos convivientes (**mutualistas**). Ejemplo: la polilla de la madera. *Devescovina* (protozoario) y liquen (alga y hongo).

❖ **Protocooperación.** Simbiosis beneficiosa y no obligada para ambos convivientes. Ejemplo: cangrejo ermitaño y anémona de mar.

❖ **Parasitismo.** Simbiosis beneficiosa para un conviviente (**parásito**) y perjudicial para el otro (**hospedero**). Ejemplo: la lombriz intestinal (endoparásito), la pulga (ectoparásito) y el hombre (hospedero).

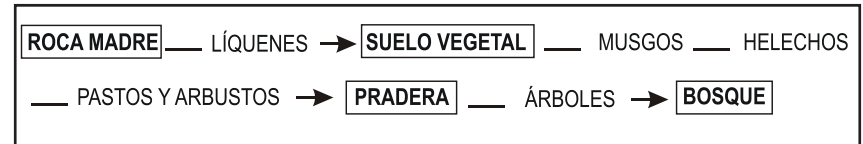


Sucesión ecológica

Proceso de cambios de vegetación en una comunidad biótica con el tiempo. Es un proceso ordenado y unidireccional: **comunidad pionera**, **cambios graduales**, **comunidad clímax** (relativamente estable).

a. **Sucesión primaria**

Se origina a partir de la colonización. Es el establecimiento y desarrollo de vegetación en un nuevo hábitat; no existe suelo.

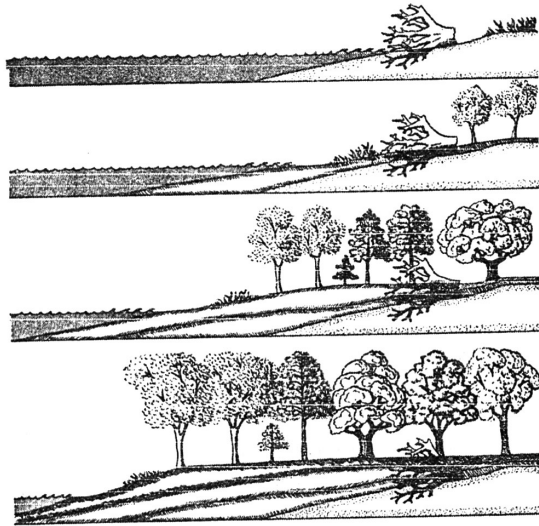


- **Sere.** Serie de comunidades bióticas que se presentan durante la sucesión. Ejemplo: Líquenes, musgos, helechos, pastos, arbustos y árboles.
- **Comunidad seral.** Comunidad biótica de tránsito (de paso) individual. Ejemplo: musgos, helechos, pastos y arbustos.
- **Comunidad pionera.** Líquenes.
- **Comunidad clímax.** Árboles.

a.2. Sucesión secundaria

Se origina después de una destrucción total o parcial y por cualquier medio de la vegetación; existe suelo. Se inicia con una **regeneración** o una **reconstrucción** (líquenes).

En general, a medida que los productores de un ecosistema cambian, los consumidores que le acompañan también cambian.



SUCESIÓN ECOLÓGICA

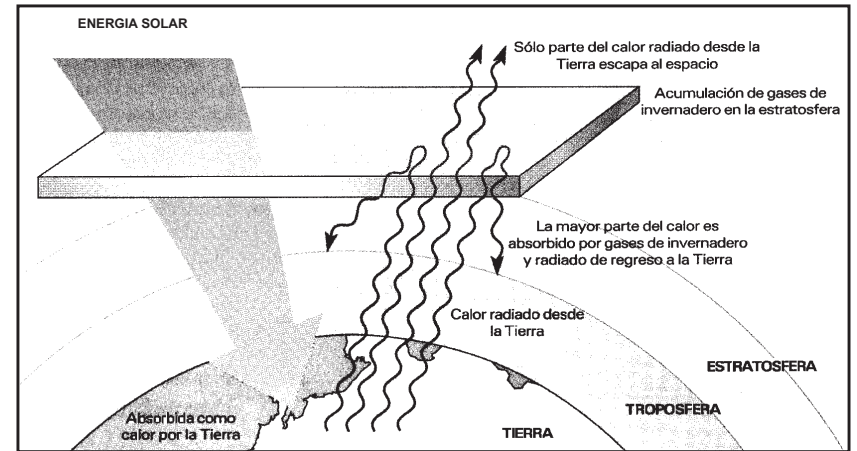
Contaminación ambiental

Alteración desfavorable del medio ambiente provocado por sustancias químicas y biológicas, generalmente ocasionada por la actividad humana.

1. COMBUSTIÓN DE LOS COMBUSTIBLES FÓSILES (petróleo, carbón y gas natural) Y LA GASOLINA

La combustión de los combustibles fósiles arroja al aire **óxidos de azufre**, monóxido de carbono y plomo, y de la gasolina, **óxidos de nitrógeno** (como subproducto). Los óxidos de azufre y de nitrógeno se combinan con el agua del aire y forman ácidos (sulfúrico y nítrico) que se mezclan

con las **gotas de lluvia** (pH 5 ó 6) convirtiéndose en **lluvia ácida** (pH 4 ó menos), ésta acidifica más los suelos, lagunas y lagos, peligrando la existencia de los seres vivos, disgrega la roca caliza, mármol y corroe estructuras metálicas.



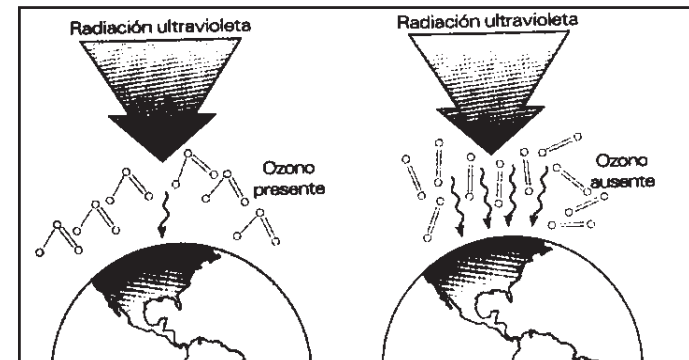
2. Combustión de la gasolina

Los motores de los automóviles arrojan al aire gases dañinos (monóxido de carbono, plomo y moléculas de hidrocarburos) que reaccionan entre sí con la energía de la luz solar y forman el **smog** (niebla - humo).

3. En los Sprays (aerosoles) y la Industria de la refrigeración

Se emplea tricloroetano y el clorofluorcarbono (CFC). Estos liberan cloro (Cl_1), éste reacciona con el Ozono (O_3) de la ozonósfera y forma Cl_2O y O_2 , así perfora o adelgaza la ozonósfera que absorbe la mayoría de radiaciones ultravioletas (UV).

Las **radiaciones UV** dañan las células (al ADN) y las escasas radiaciones UV que logran llegar al suelo pueden causar quemaduras cutáneas y algunas formas de cáncer de piel (**melanoma**), razón por la cual ciertas células (**melanocitos**) sintetizan un pigmento negro pardusco (**melanina**) protector contra las radiaciones UV.



UNIDAD 4

Biomoléculas

Las **Biomoléculas** son moléculas componentes del **protoplasma** (materia viva, base física de la vida) constituyente de la **célula** (unidad morfológica y fisiológica del ser vivo).

Las biomoléculas están constituidas por bioelementos, estos por su abundancia en el protoplasma se clasifican en:

Primarios (99%): C, H, O, N

Secundarios (0,8%): P, S, Ca, Mg, Fe, Na, K, Cl

Oligoelementos o elementos traza (0,2%): Mn, Zn, Cu, I, F, Mo, Se, Cr, Co

Las biomoléculas se clasifican en: orgánicas e inorgánicas

Biomoléculas inorgánicas

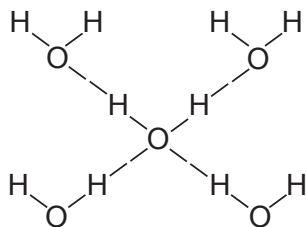
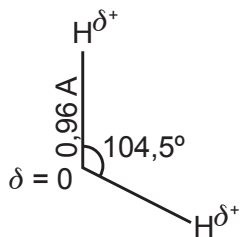
Compuestos con moléculas pequeñas y simples, sin enlaces carbono-carbono, átomos unidos por enlaces iónicos o covalentes, baja polaridad, bajo grado de disociación. Ejemplos: **agua, sales minerales, O₂, CO₂.**

Agua

La molécula de agua (H₂O) es covalente y dipolar.

La molécula de agua es dipolar debido a que el ángulo formado entre los dos átomos de H es de 104,5° y la mayor electronegatividad del átomo de O, en respuesta de una mayor densidad electrónica, este manifiesta una **doble carga parcial negativa** y una **carga parcial positiva** en el átomo de H.

Debido a la naturaleza dipolar, entre las moléculas de agua se establecen enlaces débiles conocidos como **puentes de hidrógeno**, de tal manera que una molécula de agua puede estar rodeada de 4 moléculas de agua.



El agua por ser dipolar:

- Es buen disolvente: **disocia a los componentes iónicos** (electrolitos) en catión y anión y los mantiene separados (constante dieléctrica)
- Es **atraída electrostáticamente por los compuestos polares** (poseen cargas parciales, como las proteínas) y forman una envoltura de moléculas de agua (solvatación).

El agua por los puentes de Hidrógeno:

- Posee **elevada capacidad calorífica**, absorbe calor sin elevar rápidamente su temperatura, permite que el cuerpo elimine rápidamente el exceso de calor evaporando agua.
- Tiene elevada **tensión superficial**: gran cohesión de las moléculas formando una "membrana" tensa y elástica.

El **agua** es el compuesto que mas abunda en el organismo, representa el 65 al 75% del peso corporal; sirve también como **lubricante** (líquido lagrimal, líquido sinovial, líquido pleural, líquido pericárdico), **amortiguador de golpes** (líquido cefalorraquídea, líquido amniótico), **humectante** (líquido amniótico).

Se conoce que en el **agua químicamente pura** (agua destilada), 1×10⁻⁷ por litro se **ioniza** (disocia) en un ión hidrógeno, protón o **hidrogenión** (H⁺) y un oxihidrido u **oxihidrión** (OH⁻); por lo tanto, la concentración de estos iones es 1×10⁻⁷ molar, razón por la cuál el agua es una **solución neutra**.

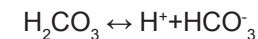
Una **solución** puede ser **ácida** ([H⁺] > [OH⁻]) **neutra** ([H⁺] = [OH⁻]) o **alcalina** ([H⁺] < [OH⁻]).

Electrólitos

Compuestos que se disocian en iones (catión y anión) cuando se disuelven en agua, la solución es conductora de la corriente eléctrica. Ejemplo: ácidos, bases (álcalis) y sales minerales.

Ácidos y bases

Según Bronsted y Lowry, el **ácido** es el compuesto que en el agua es donador de protones (H⁺), y la **base** es el compuesto que en al agua es aceptor de protones (H⁺). Ejemplo: ácido carbónico (ácido) e ión bicarbonato (base).



Hay una relación directa entre la acidez y la concentración de ión hidrógeno ([H⁺]); es decir, a mayor [H⁺], mayor acidez.

Potencial de ión hidrógeno (pH)

Término propuesto por Sorensen en 1909, para señalar con mayor facilidad el grado de acidez de una solución y se define como el logaritmo de la inversa de la concentración de ión hidrógeno.

$$pH = \frac{\log 1}{[H^+]} \quad \text{o} \quad pH = -\log [H^+]$$

Para el potencial de oxhidriliones (pOH).

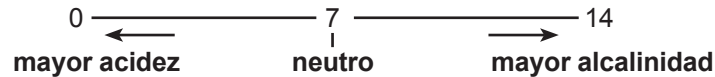
$$pOH = \frac{\log 1}{[OH^-]} \quad \text{o} \quad pOH = -\log [OH^-]$$

Así, por ejemplo, si en el agua pura la $[H^+] = 1 \times 10^{-7} M$, el $pH = 7$, y si en la orina la $[H^+] = 1 \times 10^{-6} M$, el $pH = 6$.

Escala del pH

Es la expresión logarítmica de la concentración de hidrogeniones ($[H^+]$) en una solución.

Teniendo en cuenta el producto iónico del agua ($[H^+] [OH^-] = 1 \times 10^{-14} M$, en término de logaritmo es **pH + pOH = 14**, la escala del pH varía de 0 a 14. El término 7 indica la **neutralidad**; cuando es menor de 7, señala mayor acidez; y si es mayor de 7, indica menor acidez; de lo cual se deduce que en la solución existe mayor alcalinidad o basicidad.



El pH en medios biológicos

Siempre existe un determinado pH en medios biológicos, lo que es una condición para que puedan realizarse las actividades normales en dicho medio. Así, por ejemplo, el plasma sanguíneo (7,35 a 7,45), la orina (5,5 a 6,5), el jugo gástrico (1), el jugo pancreático (8), la saliva (6,8), etc.

Tampones (buffer, amortiguadores)

Son disoluciones reguladoras; no permiten los cambios bruscos del pH, porque aceptan iones hidrógeno (H^+) y neutralizan iones oxhidrilos (OH^-), al ceder iones hidrógeno, de tal forma que colaboran en el mantenimiento de la homeostasis ácido-base fisiológico.

Como ejemplo tenemos el sistema **tampón fosfato** a nivel intracelular y al **tampón bicarbonato** a nivel extracelular, como es el caso del plasma sanguíneo.

Las **proteínas** constituyen otro sistema regulador del pH (**tampón proteínato**) por ser iones dipolares (zwitterions) debido a su propiedad anfotérica (se comporta como ácido y como base). La **hemoglobina** (eritrocito) destaca entre las proteínas tampones por su importancia en la respiración y su abundancia en la sangre, también la **albúmina** en el plasma sanguíneo.

Sales minerales

Son compuestos químicos que se disuelven fácilmente en el agua y se disocian en iones: catión con carga positiva (excepto el H^+) y el anión con carga negativa (excepto el OH^-).



Distribución de los iones: El Na^+ , Ca^{2+} , Cl^- y HCO_3^- están en mayor concentración en el medio extracelular que en el medio intracelular y el K^+ ,

Mg^{2+} y $H_2PO_4^-$ están en mayor concentración en el medio intracelular que en el medio extracelular.

Importancia de los iones: mantienen el **equilibrio ácido-básico**, la **polaridad de la membrana** (en especial el Na^+ y K^+); es decir, que en la célula hay una diferencia de potencial, la superficie externa es positiva y la interna negativa. Además son responsables de la **presión osmótica** (tonicidad), que regula el movimiento del agua a través de la membrana (osmosis); la retención de iones produce un aumento de la presión osmótica y, por lo tanto, la entrada de agua.

El Ca^{2+} interviene en la coagulación sanguínea, con los carbonatos y fosfatos son componentes de los huesos y los dientes.

El Fe^{2+} es componente de la **hemoglobina** (transporta O_2 en la sangre de los anélidos y glóbulos rojos de vertebrados), **mioglobina** (almacena O_2 en los músculos voluntarios) y **citocromos** (respiración celular).

El Mg^{2+} es componente de la **clorofila** (fotorreceptor, fotosíntesis), interviene en el trabajo muscular y la activación de las enzimas.

El Cu^{2+} es componente de la **hemocianina** que es un pigmento azul, transporta O_2 en la **hemolinfa** o "sangre" de los moluscos y artrópodos.

El Na^+ y el K^+ intervienen en la conducción del impulso nervioso y la contracción muscular.

El Cl^- mantiene el balance hídrico en la sangre y el líquido intercelular (Intersticial).

El $CaCO_3$ (caparazones de moluscos y crustáceos, otolitos del oído interno) y el $Ca_3(PO_4)_2$ (huesos, dientes) son sales minerales insolubles en el agua.

Oxígeno molecular (O_2)

El O_2 se encuentra disuelto en ambiente aéreo y acuático, proviene de las cianobacterias algas y plantas (fotosíntesis oxigénica).

El O_2 es utilizado por los seres vivos (respiración celular aeróbica) y como comburente (combustión de combustible).

El O_2 esta en mayor concentración en el medio extracelular que en el medio Intracelular.

Dióxido de carbono (CO_2)

El CO_2 se encuentra disuelto en el ambiente aéreo y acuático, proviene de los seres vivos (Respiración celular aeróbica y anaeróbica: fermentación alcohólica) y de la combustión de los combustibles.

El CO_2 es utilizado en la fotosíntesis (bacterias, algas y plantas) y la quimiosíntesis (bacterias) para la producción de compuestos orgánicos (azúcares).

El CO_2 esta en mayor concentración en el medio intracelular que en el medio extracelular.

UNIDAD 5

Biomoléculas orgánicas

Compuestos con moléculas grandes y complejas con enlaces carbono-carbono (forman un “esqueleto”), átomos unidos por enlaces covalentes, baja polaridad (bajo grado de disociación). Ejemplo: **glúcidos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos**.

Glúcidos

Compuestos ternarios (C, H, O) conocidos como **carbohidratos** ($C_n(H_2O)_n$), mayormente solubles en agua. Predominan tres elementos primarios y responden a la fórmula general $(CH_2O)_n$. Son **fuentes de energía** (4 Kcal-g), como el almidón (plantas) y el glucógeno (animales) o tienen **función estructural**, como la celulosa en la pared celular de las plantas y la quitina en la pared celular de los hongos y el exoesqueleto de artrópodos.

Los glúcidos, por su posibilidad de hidrólisis, se clasifican en: **monosacáridos, oligosacáridos y polisacáridos**.

a. Monosacáridos (azúcares simples)

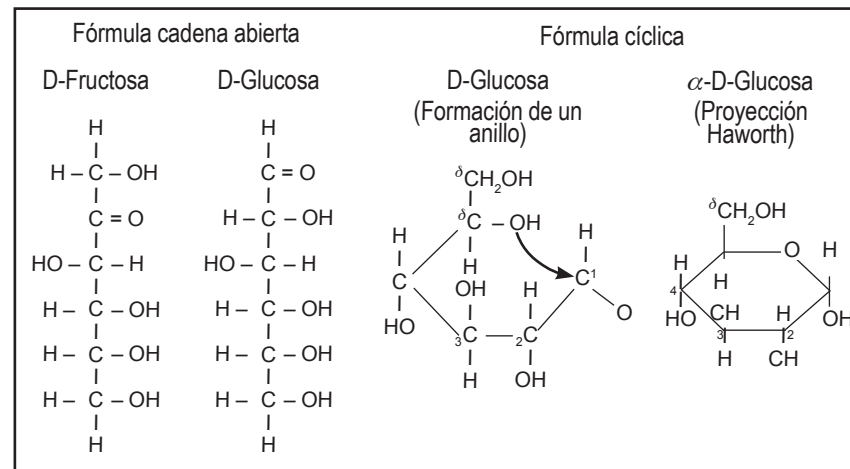
Glúcidos, blancos y **dulces** (azúcares). Presentan los grupos aldehídos (-COH) o cetonas (-CO-) y varios grupos alcohol (-OH). Son **agentes reductores** (ceden electrones a otro compuesto o elemento) por los grupos aldehídos o cetonas, y solubles en el agua por los grupos alcohol. Desvían la luz polarizada (**ópticamente activos**) hacia la derecha (dextrógiros, +52°, dextrosa o glucosa) o hacia la izquierda (levógiros, -92°, levulosa o fructosa).

Clasificación de monosacáridos

- **Por su número de carbonos:** **triosas** (3C: gliceraldehído, dihidroxicetona), **tetrosas** (4C: eritosa, eritrolosa), **pentosa** (5C: ribosa, desoxiribosa, ribulosa), **hexosa** (6C: glucosa, galactosa, fructosa).
- **Por su grupo funcional:** **aldosas** (gliceraldehído, eritrosa, ribosa, desoxiribosa, glucosa, galactosa) y **cetosas** (dihidroxicetona, eritrolosa, ribulosa, fructosa).

A los monosacáridos se les representa mediante una fórmula general, fórmula de cadena abierta, fórmula cíclica (en anillo).

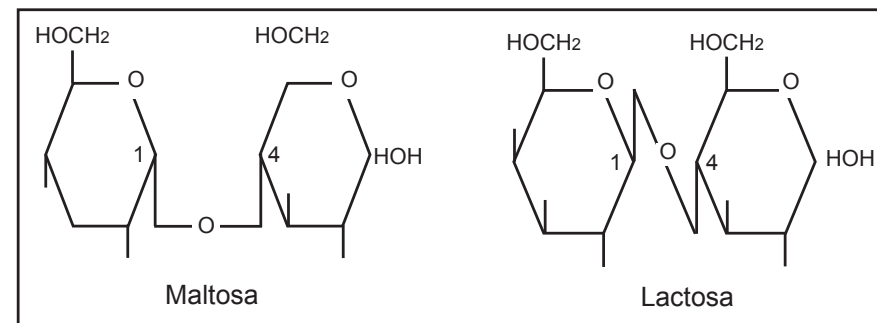
Fórmula general: $C_6H_{12}O_6$ (glucosa o fructosa)



b. Oligosacáridos

Glúcidos formados por un pequeño número de monosacáridos (disacáridos, trisacáridos, tetrasacáridos).

Los **disacáridos** resultan de la condensación de 2 monosacáridos (azúcares simples), mediante un **enlace glucosídico**. Como ejemplo tenemos: la **maltosa** (azúcar de malta) proviene de hidrólisis enzimática o digestión del almidón y está formada de dos moléculas de glucosa; la **sacarosa** (azúcar común), de fructosa y glucosa; la **lactosa** (azúcar de la leche), de galactosa y glucosa.

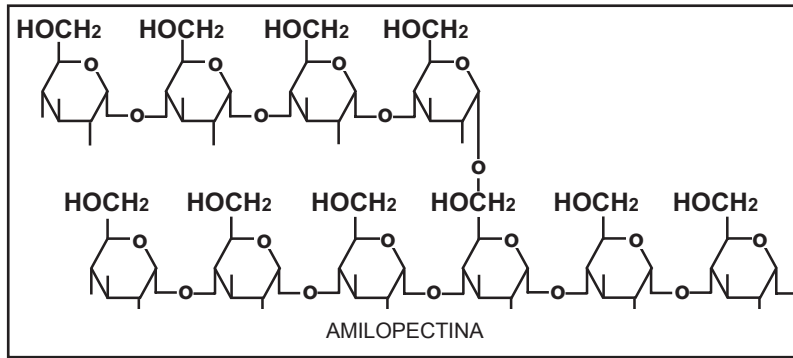


c. Polisacáridos (glucanos)

Son macromoléculas (polímeros) formados por monosacáridos (monómeros) unidos por **enlaces glucosídicos**, de elevado peso molecular, insolubles en agua o forman disoluciones coloidales; comprenden a los homopolisacáridos y los heteropolisacáridos.

1. **Homopolisacáridos:** Contiene un monómero (glucosa) que se repite formando un polímero de glucosa.

- **Almidón:** Reserva energética en plantas. Tiene dos componentes: **amilosa** con aspecto helicoidal y **amilopectina** con cadenas ramificadas.
- **Glucógeno:** Reserva energética en animales, abunda en hígado y músculos voluntarios parecido a la amilopectina, pero de mayor tamaño.
- **Celulosa:** Componente de la pared celular de algas y plantas (función estructural). No digerido por el organismo humano por carecer de celulasa.
- **Quitina:** Polímero de N-acetil-glucosamina, componente de la pared celular de hongos y exoesqueleto de artrópodos (función estructural).



2. **Heteropolisacáridos** (Mucopolisacáridos):

Contienen dimeros (N - acetil - glucosa amina y ácido glucorónico) que se repiten; con frecuencia se unen a proteínas. Ejemplo: **ácido hialurónico** que forma parte del líquido sinovial, las mucosas y el humor vítreo del ojo, **sulfato de condroitina** (dímero y ácido sulfúrico), se encuentra en la córnea (ojo), hueso y cartílago; **pectina** (galactosa, arabinosa, ácido galacturónico) en la pared celular de cianobacterias y plantas.

Lípidos

Compuestos ternarios (C,H,O) insolubles en el agua (carecen de carga parciales) y solubles en solventes orgánicos (acetona, cloroformo, alcohol, bencina). Son fuentes de energía (9,5 kcal-g), con función estructural (membranas celulares), función hormonal, reserva energética (grasas), y emulsionante (ayudan al transporte y la absorción de ácidos grasos).

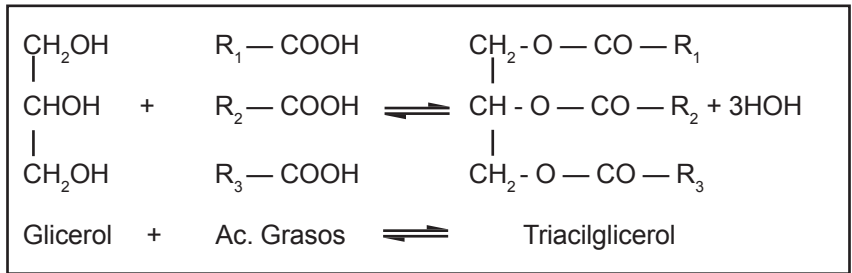
Se clasifican en: lípidos simples, lípidos compuestos, lípidos isoprenoides.

a. **Lípidos simples**

a.1. **Glicéridos.** Son ésteres de ácido graso y glicerol (propanotriol, glicerina).

Los **ácidos grasos** son hidrocarburos que contiene el grupo carboxilo; responden a la fórmula: CH₃-(CH₂)_n-COOH. Los más frecuentes poseen entre 16 a 18 carbonos; pueden ser: **saturados** (solo enlaces simples), como el ácido palmítico (16C), ácido esteárico (18C); se presentan en la grasa animal e **insaturados** (con enlaces simples y algunos enlaces dobles), como los ácidos linoleico (18C) y oleico (18C). Se representan en el **aceite vegetal** y **aceite de pescado**.

El triglicérido (trigacilglicerol) es la **grasa neutra** que más abunda en la naturaleza, representa una gran reserva energética; constituye la grasa animal y el aceite vegetal, es producto de condensación del glicerol (1) y ácidos grasos (3), mediante **enlaces éster** (3).



a.2. **Ceras:** Son ésteres de ácido graso con un alcohol monohidroxilado de cadena larga. Ejemplo: la **cera de las abejas**, **lanolina** (en lanas) y la **cutina** en la epidermis del tallo, hoja y flor (reduce las pérdidas de agua de la transpiración).

b. **Lípidos complejos**

Lípidos constituidos por ácidos grasos, glicerol y otros compuestos. Comprende a:

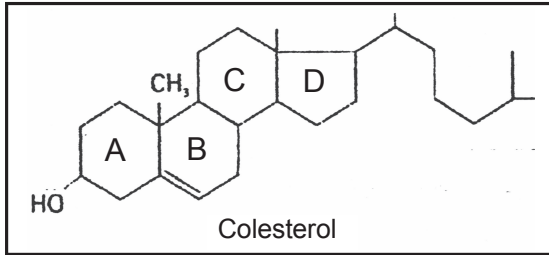
b.1. **Fosfolípidos** (fosfoacilglicéridos). Son diglicéridos con un grupo fosfato; presentan extremo polar (grupo fosfato, hidrófilo) y resto neutro (hidrófobo), por lo tanto es una molécula anfipática. Componentes de la membrana celular. Ejemplo: **lecitina** o fosfatidilcolina (emulsionante, fuente de ácido fosfórico) y **cefalina** o fosfatidiletanolamina (coagulación sanguínea).

b.2. **Glucolípidos.** Poseen la unidad **ceramida** (ácido grasos y esfingosina; amino - dialcohol) y un carbohidrato, son moléculas anfipáticas por su extremo polar (carbohidratos) y el resto neutro (ácidos grasos). Abundan en las membranas del sistema nervioso central. Ejemplo: **cerebrósidos** (presenta galactosa), **gangliósidos** (membrana plasmática, transporte de iones) y **esfingolípidos** (vainas de mielina: neuronas).

c. **Lípidos isoprenoides**

Lípidos sin ácidos grasos ni glicerol, son oleosos e insolubles en el agua. Sintetizados o constituidos a partir del **isopreno** (C₅H₈) hidrocarburo con gran tendencia a polimerizarse. Ejemplos: esteroides y carotenoides.

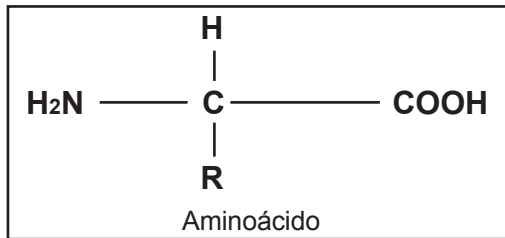
- c.1. Los **esteroides** contienen como núcleo químico al ciclopentano perhidrofenantreno (ABCD). Ejemplo: colesterol, hormonas sexuales, ácidos biliares, vitamina D, corticosteroides, etc.
- c.2. Los **carotenoides** son pigmentos vegetales como el betacaroteno (pro vitamina A, anaranjado), xantófila (amarillo) y licopeno (rojo). Se representan en plantas y animales.



Proteínas

Macromoléculas (polímeros) formados por **aminoácidos** (monómeros) unidos por **enlaces peptídicos**, poseen elevado peso molecular. Compuestos constituidos por C, H, O y N (cuaternarios) y también P y S, tienen **función:** **contráctil** (músculos: actina, miosina); **estructural** (elastina, colágeno, queratina), de **defensa** (anticuerpos), **hormonal** (insulina, somatomedina), **catalizadora** (enzimas), **transportadora** (hemoglobina, hemocianina), **almacenadora** (mioglobina) y **fuentes energéticas** (4,3 kcal-g).

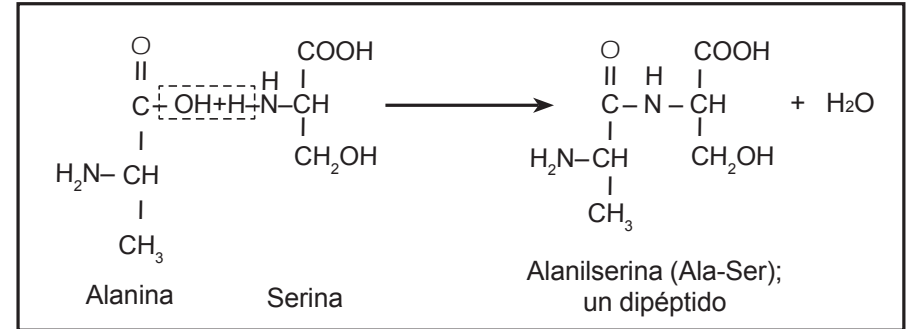
Aminoácido: compuesto nitrogenado formado por el **grupo amino** (-NH₂), **grupo carboxilo** (-COOH) y **radical** orgánico o cadena lateral (R) unidos al **carbono alfa**; es una molécula anfótera (su grupo carboxilo se comporta como ácido y su grupo amino con base).



El radical orgánico o cadena lateral (R), es específico para cada uno de los 20 aminoácidos naturales que se han encontrado formando parte de las proteínas.

De acuerdo al resto o cadena lateral, los aminoácidos se agrupan en: **hidrofóbicos** (glicina, alanina, valina, leucina), **hidroxilados** (serina, treonina), **polares** (lisina, ácido aspártico), **azufrados** (cisteína, metionina), **aromáticos** (fenilalanina, triptófano, tirosina), **iminoácidos** (prolina).

Péptido es una amida (-COHN-), producto de la unión de dos o más **aminoácidos** mediante **enlaces peptídicos**, los cuales resultan de la reacción del carboxilo de un aminoácido y el grupo amino del siguiente aminoácido, eliminándose una molécula de agua.



Se denomina **oligopéptido** cuando posee 10 o menos aminoácidos (dipéptido, tripéptido, etc.), y **polipéptido** si posee 11 ó más aminoácidos, se llama **proteína** cuando el polipéptido tiene más de 81 ó más aminoácidos.

Estructura de las proteínas

Se denomina **Primaria** cuando se hace referencia al número y secuencia de aminoácidos, lo cual está controlado directamente por los genes. Ejemplo: la **cadena de la hemoglobina** (cadena alfa con 141 aminoácidos y cadena beta con 146 aminoácidos). Se llama **Secundaria**, si la proteína adopta una forma helicoidal o plegada (hoja beta), las que se mantienen solamente por puentes de hidrógeno, Ejemplo: **queratina** (tejido epidérmico, uña, pelo, garra, pluma) y **fibroina** (seda natural, tela de araña). Se denomina **Terciaria**, cuando la proteína, que contiene parte de forma helicoidal y forma plegada, adopta un aspecto globular. Esta conformación se mantiene por una variedad de enlaces débiles y con cierta frecuencia también hay un enlace covalente (puente disulfuro). Ejemplo: **mioglobina** (almacena O₂ en los músculos voluntarios). **Cuaternaria** (oligómero), proteínas formadas por 2 ó más polipéptidos unidos por enlaces débiles. Ejemplo: **hemoglobina**: Hb (2 cadenas alfa y 2 cadenas beta), **enzimas**.

Desnaturalización de proteínas: pérdida de la estructura cuaternaria, terciaria y hasta secundaria, por la ruptura de enlaces no covalentes que la forman, es producto de temperatura (más de 50°C) o del pH. La proteína pierde su actividad biológica.

Clasificación de proteínas:

- a. **Proteínas simples:** al ser hidrolizadas producen solo aminoácidos. Ejemplo: albúmina, elastina, colágeno, queratina, histonas.
- b. **Proteínas conjugadas:** al ser hidrolizadas producen aminoácidos y sustancias no proteicas (grupo prostético). Ejemplo: **glucoproteínas** (mucina: saliva), **fosfoproteínas** (caseína: leche), **lipoproteínas**, **cromoproteínas** (hemoglobina, hemocianina, melanina).

Proteínas por su configuración

- a. **Proteínas fibrosas:** son alargadas, resistentes e insolubles en el agua. Ejemplo: **queratina, colágeno.**
- b. **Proteínas globulares:** presentan torsiones y plegamiento muy ordenado; soluble en el agua. Ejemplo: **hemoglobina, albumina, enzimas.**

Enzimas

Biocatalizadores específicos de naturaleza proteica (proteínas globulares de estructura terciaria o cuaternaria) que aceleran reacciones químicas sin intervenir en ellas.

Las **enzimas** aumentan la velocidad de las reacciones químicas porque disminuyen la **energía de activación** que es la cantidad de energía necesaria para alcanzar un punto en que la molécula es inestable.

Son muy específicas, poseen un **sitio activo** (centro activo), que es una porción molecular donde se une exactamente el compuesto o sustrato (S), formándose un complejo reversible enzima y sustrato (ES). Terminada la reacción, la enzima (E) no se altera y aparece el producto (P) de la reacción.



El complejo ES puede ser de tipo "llave (S) – cerradura (E)" o "encaje (S) – inducido (E)". Determinada temperatura y pH son las condiciones óptimas para que una enzima realiza su actividad normal.

Existen algunas enzimas inactivas (**apoenzimas**) y son activadas con **cofactores** inorgánicos (Cu, Fe, Zn, Mg, etc.) o **coenzimas** (cofactores orgánicos, como las vitaminas del complejo B). Los jugos digestivos poseen enzimas inactivas (**proenzimas** o zimógenos) y requieren de un activante (**quinasa** o **proteasa**).

Para la **nomenclatura de las enzimas** se utiliza el nombre del sustrato o la naturaleza de la reacción y el sufijo: asa. Ejemplo: glucosidasa, lipasa, proteasa, nucleasa, oxidasa, reductasa, oxidorreductasa.

Ácidos nucleicos

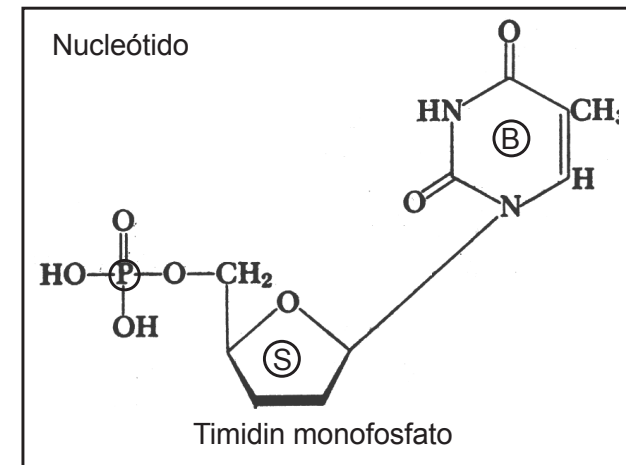
Son macromoléculas (polímeros) que almacenan y transmiten información hereditaria y determinan que proteínas producen las células; formados por **nucleótidos** (monómeros) unidos por **enlaces fosfodiéster**. Comprenden

al ácido desoxirribonucleico (**ADN**) y el ácido ribonucleico (**ARN**). Su nombre hace referencia a que estos compuestos están formados por grupos ácidos (fosfatos) derivados del ácido fosfórico y que fueron localizados por primera vez en el núcleo (Miescher; 1869).

La unidad es el **nucleótido** formado por un grupo fosfato primario (**P**), una pentosa (azúcar: **S**) y una base nitrogenada (**B**); el nucleósido es un nucleótido sin el grupo fosfato primario.

La pentosa es la ribosa (**R**) o la desoxirribosa (**D**).

Las bases nitrogenadas son **purínicas** (derivan de la purina) como la adenina (**A**) y guanina (**G**), y **pirimidínicas** como la citosina (**C**), timina (**T**) y uracilo (**U**).

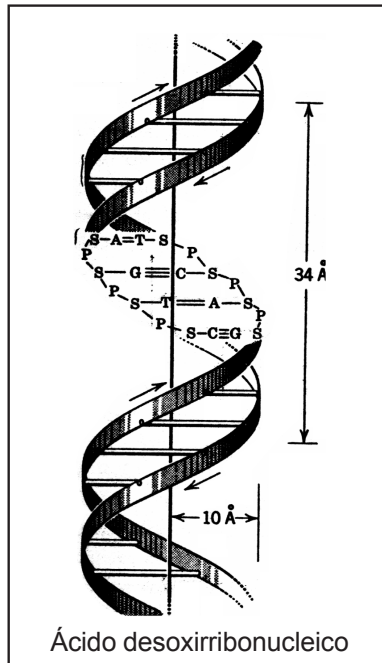


Ácido desoxirribonucleico (ADN o DNA)

Constituye los genes (unidades hereditarias); se le localiza en el citoplasma de la célula procariota o en el núcleo, cloroplastos y mitocondrias de la célula eucariota. Es sintetizado (replicación) tomando como modelo directo cada cadena de la molécula, así cada nueva molécula de ADN formada (2) tiene una cadena antigua y una cadena nueva (**replicación semiconservativa**) y cada nucleótido tiene un grupo fosfato, una desoxirribosa y una base nitrogenada (adenina, guanina, citosina o timina).

El modelo que representa al ADN se conoce como **doble hélice** (J. Watson y F. Crick, 1953).

El ADN está formado de 2 cadenas helicoidales dextrógiras de orientación antiparalelas y unidas por enlaces débiles (puentes de hidrógeno) que se establecen entre pares de bases nitrogenadas complementarias: la adenina (**A**) se une a la timina (**T**) mediante dos puentes de hidrógeno, y la guanina (**G**) se une a la citosina (**C**) mediante tres puentes de hidrógeno.



El diámetro de la molécula es de 2 nm y la separación entre los pares de bases nitrogenadas mide 0,34 nm; la doble hélice da una vuelta completa cada 10 pares de bases nitrogenadas (3,4 nm).

La información genética esta almacenada en la secuencia lineal de las cuatro bases nitrogenadas **A, G, C, T**, constituye el **alfabeto genético**.

Las proporciones entre las bases purínicas y las bases pirimidínicas, y también de adenina y timina y de guanina y citosina son iguales (**Regla de Chargaff**).

Al modelo doble hélice se le compara con una “escalera en caracol”, donde los “peldaños” están formados por los pares de bases nitrogenadas y las partes laterales (“esqueleto”), cada una esta formada por grupos fosfatos y desoxirribosas.

Feulgen (1914) descubre que la **fuccina** (colorante rojo) colorea al ADN, esto sirvió para demostrar que el ADN está presente en todas las células y se le ubica en los cromosomas.

Ácido ribonucleico (ARN o RNA)

Cadena única de **nucleótidos** unidos por **enlaces fosfodiéster**. Es sintetizado (**transcripción**) de una de las cadenas (“filamento con sentido” del ADN), cada nucleótido tiene un grupo fosfato, una ribosa y una base nitrogenada adenina, guanina, citocina o uracilo). Se el localiza en el núcleo, citoplasma y ribosomas.

El ARN esta formado por nucleótidos, y ésta puede presentar plegamientos (**bucles**) que se mantiene por enlaces débiles (puentes de hidrógeno), que se establecen entre pares de bases nitrogenadas complementarias : la adenina con el uracilo mediante dos puentes de hidrógeno y la guanina con la citosina mediante tres puentes de hidrógeno.

Se conocen tres tipos de ARN, que intervienen en el **proceso de traducción** (biosíntesis de proteínas).

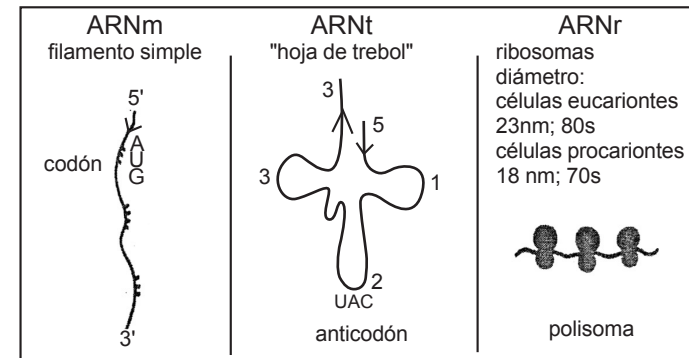
ARN mensajero (ARNm): Contiene el código genético que está determinado por tripletes de nucleótidos adyacentes (**codones**) e informa con exactitud sobre la estructura primaria de una proteína.

El **código genético** es un sistema de correspondencia de nucleótidos del ARNm (especificado por una cadena del ADN) y la secuencia de aminoácidos (forma proteínas).

El codón especifica un aminoácido particular. Ejemplo: el codón para la alanina: 5'-GCG-3'.

ARN de transferencia (ARNt): Transporta aminoácidos (en el extremo 3') hasta los ribosomas, tiene la forma de una hoja de trébol (tres asas) y posee un triplete de nucleótidos adyacentes (**anticodón**, en el asa dos) que sirve para unirse al codón del ARN mensajero durante la traducción. Ejemplo: El anticodón 3'-CGC -5' es complementario del codón para la alanina.

ARN ribosomal (ARNr): Forma gran parte de los ribosomas, en cuya superficie se realiza la síntesis de proteínas. Es sintetizado (transcripción) del nucleolo (bucles de cromatina: segmentos del ADN).



El **dogma central de la Biología molecular** proclama que el **ADN** especifica (**transcripción**) al **ARN** y este especifica (**traducción**) a la **proteína**.

Excepto en los **retrovirus** (ejemplo: VIH); el **ARN-viral** especifica (**transcripción inversa** mediante la transcriptasa reversa) al **ADN-complementario** que luego se integra al **ADN-celular (lisogenia)** de donde especifica (**transcripción**) al **ARN-viral**, y éste especifica (**traducción**) a la **proteína viral**.

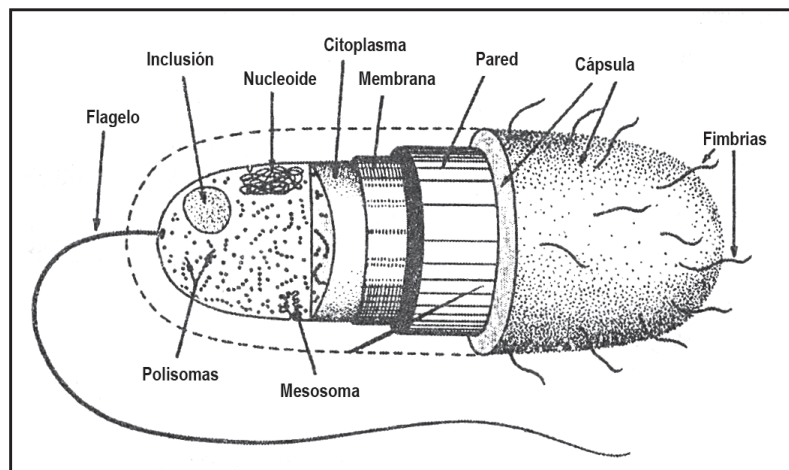
Célula Procariota y Virus

La **célula procariota** es la menos evolucionada, carece de organización nuclear y organelas (estructuras membranosas), y posee ribosomas 70s (organoides); su material genético está constituido por **ADN circular** sin proteínas histónicas («cromosoma desnudo»: **nucleoide**) y está en el citoplasma. Es constituyente del cuerpo de las **arqueobacterias** y las **eubacterias** (bacterias y cianobacterias antes: algas azuladas o verde azuladas) que son componentes del **Reino Monera**.

La membrana celular de la célula procariota y sus plegamientos (mesosoma) presentan enzimas, citocromos o pigmentos que participan en la respiración celular aeróbica o la fotosíntesis.

Bacterias (Eubacterias)

Microorganismos unicelulares que forman parte del Reino Monera. Existen alrededor de 10000 especies; su tamaño varía entre 1 y 10 μm (micrómetros).



Observación de las bacterias

Como la resolución del ojo humano es inferior al tamaño de las bacterias, la visualización de éstas se realiza a través del microscopio: en forma directa (**examen en fresco**) o mediante **tinciones bacterianas**.

El método de Gram

Tinción diferencial más importante y la más utilizada en microbiología. Permite diferenciar y observar la forma de las bacterias, clasificándolas en dos grupos:

- **Grampositiva** se tiñen de violeta oscuro (violeta de genciana del colorante de Gram) por tener pared celular con abundante peptidoglucano; no decolora con el alcohol. Ejemplo: Neumococo.
- **Gramnegativa** por tener pared celular con escaso peptidoglucano; membrana externa y capa de polisacáridos; decolora con el alcohol, y con la fuccina (colorante de contraste) se tiñe de rojo. Ejemplo: Salmonella (tifoidea).

Formas de las bacterias

- **Cocos**: Son esferoideas, están solitarias (**micrococos**), en pareja (**diplococo**), en cadena (**estreptococos**) o en racimo (**estafilococos**).
- **Bacilos**: Son abastionados, algunos forman cadenas (**estreptobacilos**).
- **Espirilo**: Con pocas espiras y rígidas.
- **Espiroquetas**: Con muchas espiras y flexible.
- **Vibriones**: Bastones cortos, encorvados (espira incompleta).

Estructura bacteriana

Para su estudio, presenta envoltura (cápsula y pared celular), membrana celular (plasmática), citoplasma y nucleoide.

La **pared celular** está constituida por peptidoglucano (mureina), con canalículos (difusión de solutos), brinda protección y configuración a la bacteria.

La **membrana celular** es de naturaleza fosfolipoproteica, con permeabilidad selectiva para transporte de materiales. La membrana celular y sus plegamientos (**mesosomas**) presentan enzimas y citocromos (respiración celular aeróbica) y/o bacterioclorofila (fotosíntesis).

Pueden o no estar presentes. (estructuras facultativas):

- **Cápsula**: capa viscosa que rodea la pared celular, constituida por polisacáridos y escasos polipéptidos. Está asociada a la actividad patogénica de la bacteria y la protege de la fagocitosis de los glóbulos blancos del hospedero.
- **Flagelo**: organoide locomotor, constituido por cuerpo basal, gancho y filamento tubuliforme proteínico (**flagelina**). Las bacterias por su flagelo son monotricas, anfitricas, lofotricas, peritricas.

- **Pili** (fimbria): “pelo” proteínico (**pilina**) para la fijación o la adherencia entre bacterias.

El **citoplasma** presenta abundantes ribosomas 70s (síntesis de proteínas) libres o unidos por un ARNm (**polisoma**), inclusiones citoplasmáticas (glucógeno, lípidos y proteínas). Puede presentar **plásmidos** (moléculas de ADN circular, independiente del ADN circular bacteriano), contienen genes que codifican enzimas catabólicas que generan resistencia a los antibióticos y están relacionados con la transferencia genética (conjugación).

El nucleóide está en el citoplasma, consta de un ADN circular (los extremos 5'-3' y 3'-5' se unen) unido a un repliegue (mesosoma) de la membrana celular, con poliaminas y sin proteínas histónicas (“cromosoma desnudo”).

El ADN circular constituye el **genoma bacteriano** (todos sus genes).

Nutrición bacteriana

Las bacterias obtienen alimentos en forma autótrofa o heterótrofa.

- Autótrofa.** Obtienen alimentos de los compuestos orgánicos, producto de la fotosíntesis o la quimiosíntesis (quimiolitotrofia o quimiorganosíntesis) que ellos realizan.
- Heterótrofa.** Obtienen alimentos de los compuestos orgánicos procedentes de otros organismos vivos (son parásitos o mutualistas) u organismos muertos (son saprobiontes o saprófagas).
- Mixotrofos.** Son quimiolitotrofos y heterótrofos.

Respiración

Proceso de obtención de energía contenida en los alimentos para sintetizar ATP (este libera la energía para el trabajo celular) y puede ser:

- Aerobias estrictas.** Utilizan O₂ para la respiración. Ejemplo: *Acetobacter aceti*.
- Anaerobias estrictas.** No utilizan O₂ para la respiración. Ejemplo: *Lactobacillus bulgaricus*.
- Anaerobias facultativas.** Pueden o no utilizar O₂ para la respiración. Ejemplo: *Escherichia coli*.

Reactividad (relación)

Las bacterias realizan movimientos de desplazamiento como respuesta a un estímulo (tactismo). Los estímulos pueden ser luminosos (**fototactismo**) y químicos (**quimiotactismo**).

Reproducción

Es de tipo **asexual** por **fisión binaria** previa replicación del ADN circular.

Importancia

- En los ecosistemas:** las bacterias descomponedoras degradan los compuestos orgánicos de los organismos muertos hasta compuestos

inorgánicos utilizados por los organismos desnitrificantes degradan NO₃⁻ liberando N₂ al aire.

- Sintetizan compuestos orgánicos:** Para ellas (autótrofas) u otros organismos (heterótrofos). Ejemplo: **bacterias nitrificantes** (utilizan el N₂ del aire para la síntesis de proteínas) y **bacterias autótrofas** (utilizan el CO₂ para la síntesis de glúcidos).
- Para la producción de alimentos** como la mantequilla, el queso, el yogurt y otros alimentos, son productos de la fermentación.
- Productores de antibióticos** como la bacitracina (*Bacilo subtilis*), y la estreptomycinina (*Streptomyces griseus*).
- Perjudiciales:** como agentes patógenos (causantes de enfermedades). Ejemplos:
 1. Tuberculosis (*Micobacterium tuberculosis*)
 2. Faringitis (*Streptococcus pyogenes*)
 3. Neumonía (*Streptococcus pneumoniae*)
 4. Caries dental (*Streptococcus mutans*)
 5. Difteria (*Corynebacterium diphtheriae*)
 6. Gonorrea (*Neisseria gonorrhoeae*)
 7. Cólera (*Vibrio cholerae*)
 8. Tifoidea (*Salmonella typhi*)
 9. Sífilis (*Treponema pallidum*)
 10. Bartonelosis (*Bartonella bacilliforme*); fase hemática (fiebre de La Oroya) y fase dérmica (Verruga peruana).

Cianobacterias

Eubacterias gramnegativas unicelulares o talosas (laminares; unicelulares unidas por una matriz gelatinosa).

La **pared celular** (aminoazúcares, pectina, hemicelulosa) rodeada por una vaina mucoide (polisacáridos).

El **citoplasma** posee **membranas tilacoidales** (fotosíntesis) con pigmentos fotorreceptores: **ficocianina** (azul) y **clorofila a** (verde azulada).

Ejemplo: “Cushuro” (*Nostoc*) en las lagunas andinas, comestible. *Chroococcus* y *Gloeocapsa* son colonizadores de rocas y suelos húmedos.

Arqueobacterias

Bacterias ancestrales unicelulares.

La **pared celular** con pseudopéptidos glucano. La **membrana celular** con lípidos diferentes a los de la membrana celular de las eubacterias. Secuencia estructural de ácidos nucleicos diferentes al de los ácidos nucleicos de las eubacterias.

Habitán ambientes semejantes a los que existían hace tres mil millones de años. Puede ser:

- **Termoacidofilas extremas:** en manantiales muy ácidos y muy calientes (85° a 90°) como las fuentes sulfurosas del parque Yellowstone (USA).
- **Metanógenas:** sintetizan CH₄ a partir de CO₂ y H₂. Habitán en ambientes anóxicos (Sin O₂) como desagües, pantanos, tubo digestivo humano (colon).
- **Halofila extremas:** en ambientes acuáticos con altísimo grado de salinidad (210 a 250 g/l). algunas poseen bacteriorrodopsina (pigmento púrpura fotosintetizador) en su membrana celular.

VIRUS

El término **virus** (latín) significa «veneno o líquido venenoso», se aplicó a los productores de enfermedades que no se observaban con el microscopio óptico, y no se podían cultivar en los medios habituales en el laboratorio.

Se considera a **Ivanowsky** (1892) como el pionero de la **Virología**, por demostrar que la enfermedad mosaico del tabaco podía transmitirse a plantas sanas a través de la savia después de haberla hecho pasar por filtros que retenían a las bacterias conocidas. **Stanley** (1935) aísla y cristaliza el virus del mosaico del tabaco; cuando estos cristales se introducen en la célula hospedera específica se reproducen (replicación) y producen los síntomas de la enfermedad; la cristalización los aleja de los seres vivos y los acerca a los minerales.

El primer virus capaz de infectar animales (virus de la fiebre aftosa) fue identificado por Loffer y Frosch; y en el caso del ser humano, fue el virus de la fiebre amarilla (Wedd y Carroll).

Los **virus** son agregados supramoleculares heterogéneos nucleico-proteico, considerados también como **microorganismos acelulares**, que utilizan aminoácidos, nucleótidos, enzimas, ribosomas de la célula infectada (**parásitos obligados**). Tienen **forma** esferoide, abastionada cuboide y su **tamaño** varía entre 20 a 400 nm (nanómetros), el **virus del resfriado común** (20 a 300nm) puede verse con la ayuda del microscopio electrónico y el **virus de la viruela** (350 a 400 nm) con un microscopio compuesto.

Los virus son mutantes y muy específicos porque infectan determinada célula de animales, hongos, plantas y bacterias.

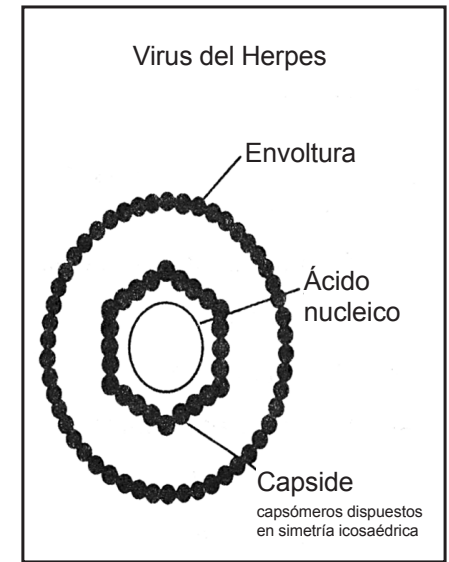
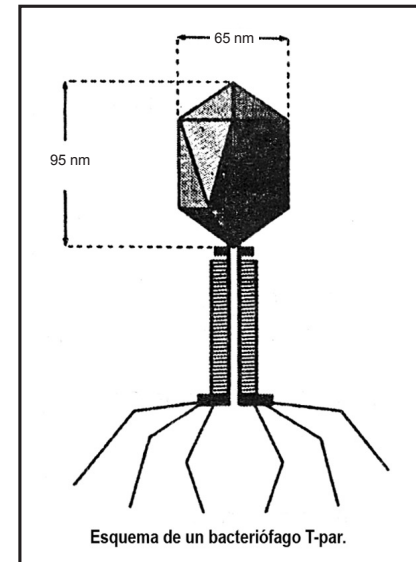
Sensibles a la acción del ácido clorhídrico diluido, hipocloritos y yodoformas, utilizados como antisépticos, pero no sensibles a la acción de los antibióticos.

El interferón es una proteína producida por la célula infectada que dificulta la multiplicación viral (replicación).

Sobre el **origen de los virus** muchos consideran que son fragmentos de ácidos nucleicos que escaparon de organismos celulares debido a la similitud genética entre el virus y la célula que infecta y otros que son producto de un proceso evolutivo retrogrado a partir de bacterias patógenas.

Estructura viral

- Cápside.** Cubierta proteica constituida por **capsómeros** (una proteína). Posee enzimas y aglutinantes que permite al virus penetrar en la célula que parasita; la **infectividad del virus** esta en el ácido nucleico que inyecta el virus maduro (virión).
 - Ácido nucleico.** Puede ser el **ARN** o el **ADN**, es el material genético (genoma) y se ubica en la parte central (**core**). En algunos virus, el ácido nucleico está dentro de la cápside y forma el **nucleocápside** (virus del mosaico del tabaco).
- **Envoltura.** Se presenta en algunos virus. Es de naturaleza lipoproteica; proviene de la célula infectada. Algunas veces presentan proyecciones glucoproteicas que facilitan la fijación a la célula hospedera. Ejemplo: el virus del herpes, virus de la gripe y virus del sida.



Simetría geométrica viral

- Simetría poliédrica** (la más común). Los capsómeros forman caras y se disponen como en un poliedro (icosaedro). Ejemplo: Adenovirus, virus del herpes, virus del polio.
- Simetría helicoidal.** El nucleocápside, es tubuliforme en espiral. Ejemplo: Virus del mosaico del tabaco.

- c. **Simetría mixta o binaria.** Presenta simetría icosaédrica y simetría helicoidal. Ejemplo: bacteriófago T (cabeza icosaédrica y cola helicoidal).
- d. **Simetría no bien definida.** Son asimétricos. Ejemplo: virus de la viruela.

Clasificación

- a. **Por el tipo de Ácido Nucleico**
 - **Ribovirus:** Tienen **ARN**. Ejemplo: virus de la poliomielitis, hepatitis A, sida, fiebre amarilla, dengue, rabia, sarampión, gripe, mosaico del tabaco.
 - **Desoxiribovirus:** Tienen **ADN**. Ejemplo: virus de la viruela, herpes, adenovirus, hepatitis B, Epstein-Barr, bacteriófago T4.
- b. **Por los seres vivos que invaden**
 - Zoófagos: animales.
 - Fitófagos: vegetales.
 - Micófagos: hongos.
 - Bacteriófagos: bacterias.
- c. **Por la célula que invaden**
 - Linfotrópicos: Linfocitos (VIH)
 - Dermotrópicos: Células de la piel (sarampión).
 - Neurotrópicos: Células nerviosas (poliomielitis).
 - Viscerotrópicos: Células de las vísceras, estómago intestino, etc. (hepatitis).
 - Pantotrópicos: Atacan a varias células diferentes a la vez (Epstein-Barr).
 - Neumotrópicos: Células de los pulmones (neumonía).

Ciclos reproductivos virales

El **virus** para reproducirse, utiliza la maquinaria metabólica de la célula hospedera para los procesos de transcripción, traducción y replicación.

1. **Ciclo lítico.** Este proceso necesita de una célula hospedadora que le facilite materia y energía al virus para sintetizar sus nuevos ácidos nucleicos y sus capsómeros, este ciclo presenta las siguientes fases:
 - a. **Adsorción:** El virus se une a receptores de la membrana de la célula hospedera.
 - b. **Penetración:** El virus inyecta su ácido nucleico, quedando la capsida en el exterior. Los virus que infectan la célula animal (sarampión, sida) penetran íntegros y por endocitosis.
 - c. **Multiplificación:** El ácido nucleico viral se replica utilizando las enzimas y nucleótidos de la célula hospedera. Se sintetizan capsómeros (forman la cápsida) utilizando las enzimas y aminoácidos de la célula hospedera.

- d. **Ensamblaje.** Con los capsómeros y ácidos nucleicos sintetizados se forman los nuevos virus.
 - e. **Liberación:** Es la salida de los virus ensamblados en la célula hospedadora, formando vesículas con la membrana celular («gemación») o destruyendo la célula hospedadora (**lisis**).
El virus para reproducirse destruye (lítico: lisis) la célula hospedera; son **virus virulentos**.
2. **Ciclo lisogénico:** Algunas veces, determinados virus en lugar de iniciar un ciclo lítico incorporan su ácido nucleico al ADN celular (lisogenia) y se multiplican (replican) con la replicación del ADN celular. A estos virus se les conoce como **profagos** (provirus). El virus permanece en estado latente en todas las células infectadas hasta que se produzca un estímulo capaz de «despertar» a los profagos que iniciarán un ciclo lítico. Ejemplo el VIH.
 - a. **Adsorción:** el virus se fija a los receptores de la membrana de la célula hospedera.
 - b. **Penetración:** el virus inyecta su ácido nucleico, quedando la capsida en el exterior.
 - c. **Integración:** el ácido nucleico viral se incorpora al ADN celular (Lisogenia) y se convierte en un provirus.
 - d. **Multiplificación:** el provirus incorporado se replica cuando se replica el ADN celular; la división de la célula hospedera forma células (2) y cada una presenta el ácido nucleico viral en el ADN celular.

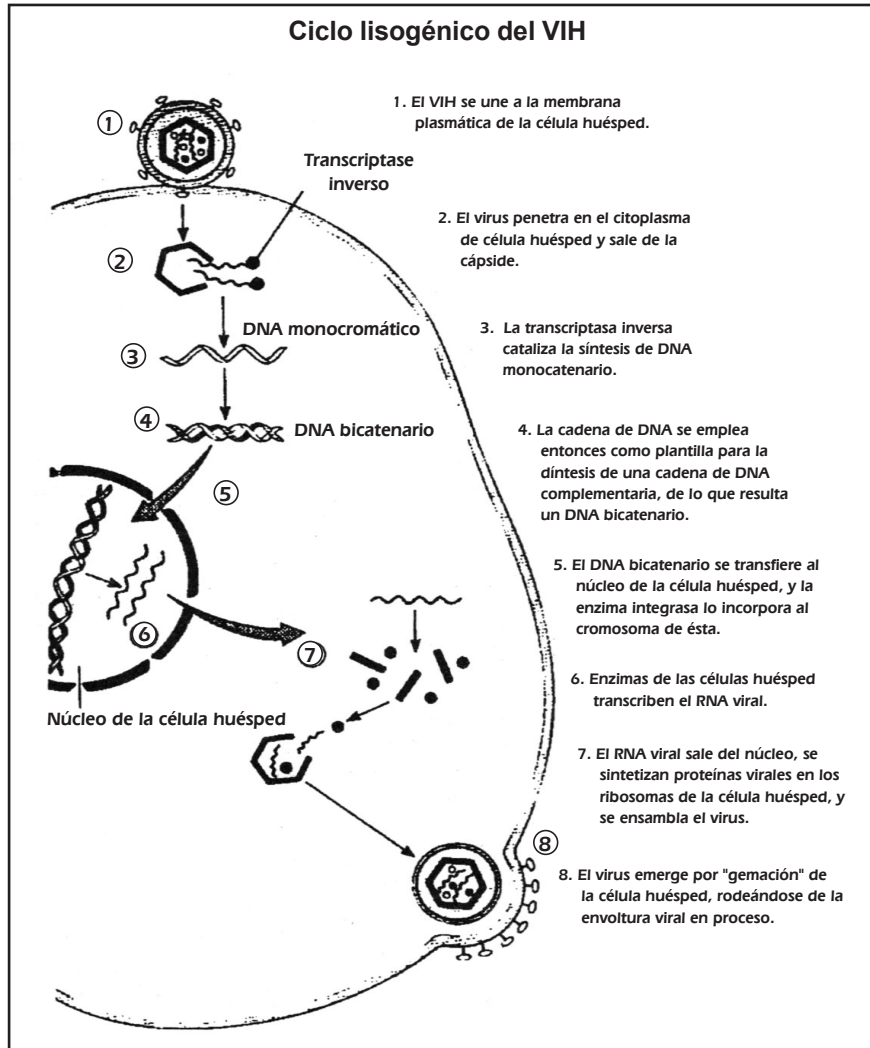
El virus para reproducirse no destruye (Lisis) la célula hospedera, son **virus templados**.

Virus de la inmunodeficiencia humana (VIH)

Fue descrito en 1981, como resultado de una reciente infección de seres humanos que comenzó en África Central, posiblemente en la década del 50. El VIH es un ribovirus (posee dos cadenas de ADN) y se agrupa como **retrovirus** porque sintetiza ADN a partir de ARN (**transcripción inversa**) mediante la **retrotranscriptasa** (enzima viral), y lisogeno porque el ADN sintetizado se incorpora al ADN del Linfocito T4 (leucocito o glóbulo blanco).

El VIH se encuentra en la sangre y en el semen de los individuos infectados y se transmite por contacto sexual (heterosexual u homosexual, oral, vaginal, anal) por vía sanguínea y de madre a hijo en el momento del nacimiento o a través de la lactancia.

En la inyección el VIH se adhiere al receptor CD4 en la membrana celular del Linfocito T4 y se invagina formando una vesícula que contienen al VIH; dentro de la célula por transcripción inversa se sintetiza ADN complementario y se incorpora al ADN del Linfocito T4 y permanece la lente por cierto tiempo



como **provirus**; posteriormente se replican y ensamblan nuevos virus que salen ("gemación") del linfocito T4, este generalmente se destruye. Los nuevos virus invaden a otros linfocitos T4. Este proceso altera la producción de sustancias que neutralizan o destruyen (anticuerpos) a los cuerpos externos (antígenos) que invade el organismo humano dejándolo indefenso y sin respuesta para otras infecciones; en las etapas finales de la enfermedad invade otras células del cuerpo incluidas las del sistema nervioso.

Viroides

Partículas nucleicas infecciosas de células vegetales, constituidas por **ARN circular o lineal** (250 a 400 nucleótidos), carecen de cápside. Su tamaño varía entre 3 a 5 nm. Descubiertos por **Diener** (1971). Son parásitos obligados porque viven y se reproducen (replicación) intracelularmente (núcleo).

Ejemplo: viroide PSTV, causante de la enfermedad tubérculo fusiforme de la papa y de la atrofia del crecimiento del tomate. Viroide del Cadang-Cadang (palmeras cocoteras)

Priones

Partículas proteínicas, constituidas por aminoácidos (208); carentes de ácidos nucleicos. Descubiertos por **Prusiner** (1977). Son parásitos obligados y causantes de enfermedades degenerativas cerebrales como la "picazón" (scrapie) en las cabras y las ovejas, encefalopatía espongiforme bovina ("enfermedad de las vacas locas"), encefalopatía espongiiforme humana (enfermedad de Creutzfeldt-Jacob).

UNIDAD 7

Célula Eucariótica

Reseña histórica

El término célula (del latín *cella*: espacio vacío) fue utilizado por primera vez por R. **Hooke** (1665) al observar, mediante lentes de aumento, la textura del corcho (felema, células muertas).

Posteriormente A. **Leeuwenhoek** (1684), quien perfeccionó el microscopio, descubre células libres en una gota de agua («animáculos», actualmente protozoarios).

R. Brown (1831) descubrió el núcleo al estudiar la epidermis de la orquidea.

T. Schleiden (1838) y T. Schwann (1839) formularon la **Teoría Celular**: «Los organismos vivos están constituidos por células». Esta teoría fue ampliada por R. **Virchow** (1855), al afirmar que toda célula proviene de otra célula (*Omnis cellula e cellula*).

En la actualidad, la **teoría celular** establece que:

1. La célula es la unidad más pequeña de la vida.
2. Es la unidad morfológica y fisiológica del ser vivo.
3. Las propiedades de un ser vivo dependen de sus células individuales.
4. La célula se origina solamente de otro célula y su continuidad se mantiene a través del material genético.

La **célula eucariota** es la más evolucionada, posee organización nuclear, organelas y organoides; su material genético (ADN) está aislado del citoplasma por una envoltura (carioteca) configurando el **núcleo**. Es constituyente del cuerpo de los seres vivos integrantes de los Reinos: **Protistas** (algas, protozoarios), **Fungi** (hongos), **Plantas** y **Animal**.

Estructura de la célula eucariota

Para su estudio, comprende a la cubierta celular, membrana celular (plasmática), citoplasma y núcleo.

I. Cubierta Celular

Envolturas (pared celular, glucocálix).

1. Pared Celular

Estructura presente en la célula de algas, hongos y plantas, protege y da configuración a la célula es gruesa.

- Algas: pared celular constituida por **celulosa** y **mucílago**.
- Hongos: pared celular constituida por **quitina**.
- Plantas: pared celular gruesa, rígida y porosa (**puntuaciones**) y está constituida por **celulosa** (principal componente), hemicelulosa y pectina.

2. Glucocálix

Estructura presente en los protozoarios y las células animales; está formada por **oligosacáridos** adheridos a las proteínas y lípidos de la membrana celular. Protege a la membrana celular contra daños físicos y químicos. Interviene en el reconocimiento celular y presencia de antígenos, como los determinantes en los grupos sanguíneos (ABO) en la superficie de los eritrocitos.

II. Membrana celular

Estructura presente en las células procariotas y eucariotas, es delgada (8 a 10 nm), continua, elástica y semipermeable.

a. Estructura

Según el modelo "**Mosaico Fluido**" (Singer y Nicholson, 1972), está formada por **fosfolípidos** (bicapa), **proteínas periféricas** (globulares, polares, hidrófilas), **proteínas integrales** (globulares, apolares, hidrófobas), proteínas **canal** (transporte de materiales) y **oligosacáridos**; además, presenta **colesterol** (célula animal) o uno similar a este (célula vegetal). Tanto los fosfolípidos como las proteínas tienen desplazamientos laterales (**fluidez de membrana**) sin desintegrarse (**unidad de membrana**).

b. Funciones

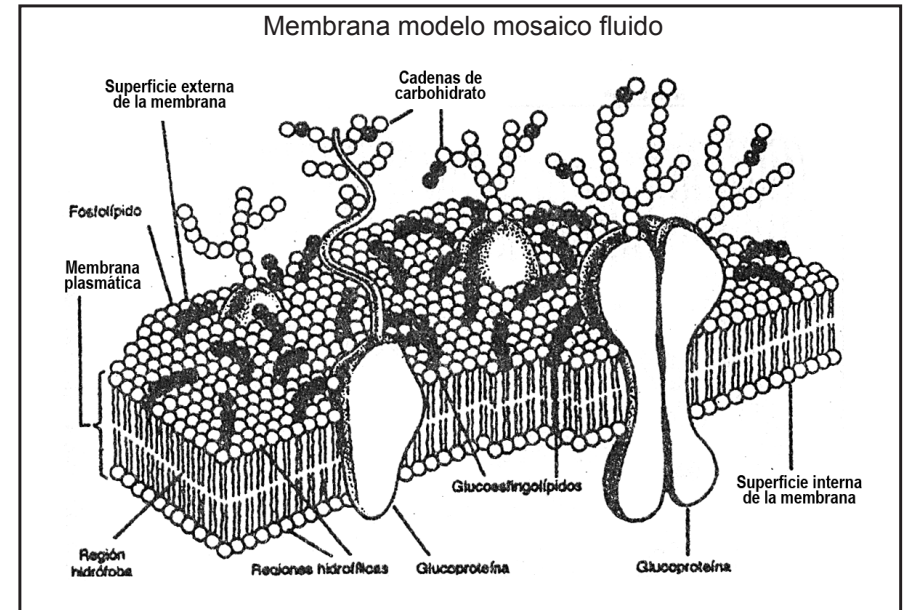
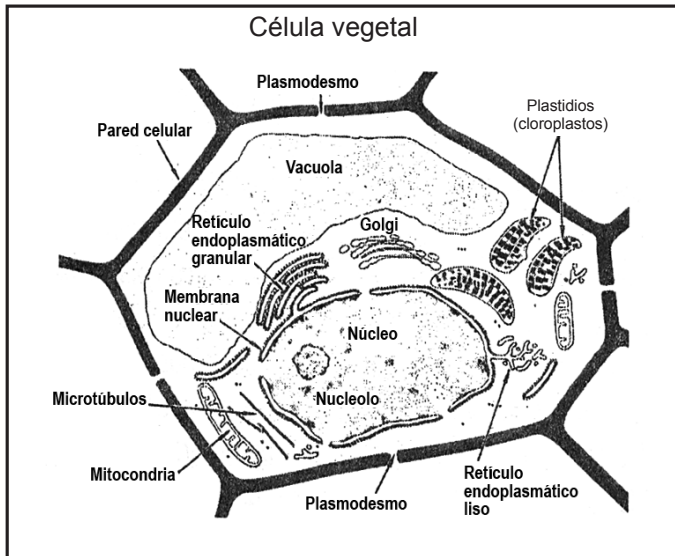
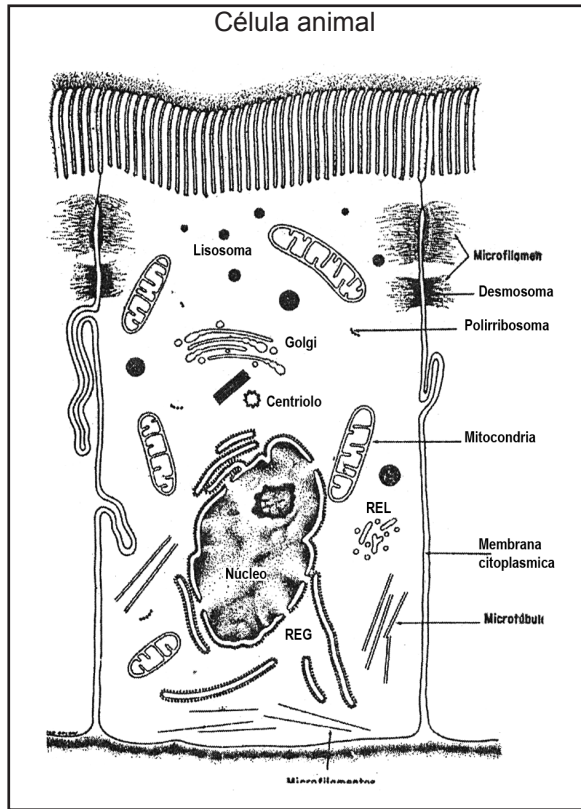
- Regula la entrada y salida de moléculas en la célula.
- Mantiene el equilibrio interno celular (homeostasis) a través de la llamada "permeabilidad selectiva" (semipermeabilidad).
- Recepción de señales químicas, que permite a la célula detectar cambios en su entorno y reaccionar ante ellos, como es el caso de los receptores de hormonas.

III. Citoplasma

Porción comprendida entre la membrana celular y el núcleo; presenta al citosol, citoesqueleto, sistema de endomembranas, organelas, organoides e inclusiones.

a. Citosol (matriz citoplasmática). Porción soluble que contiene a los glúcidos, lípidos, proteínas, enzimas, iones, agua y al resto de componentes del citoplasma.

b. Citoesqueleto. Conjunto de estructuras proteicas (microtúbulos y microfilamentos) que se entrecruzan formando el "armazón" que da forma a la célula, fija organelas y organoides y dirige su tránsito. Los **microtúbulos** (tubulina A y B) son componentes del centriolo, cuerpo basal, flagelo y cilio. Los **microfilamentos de actina** intervienen en las corrientes citoplasmáticas y la emisión de pseudópodos (locomoción, fagocitosis).



c. **Sistema de endomembranas.** Integrado por la carioteca, retículo endoplasmático y golgisoma.

1. **Carioteca** (membrana nuclear). Envoltura constituida por dos membranas (externa e interna). La membrana externa forma evaginaciones que se continúan con el retículo endoplasmático.
2. **Retículo endoplasmático (RE).** Membranas que forman una red de canales y cisternas; forma a los **golgisomas**. Puede ser:
 - R.E. Rugoso (**RER**). Posee ribosomas adheridos a su membrana. Las proteínas sintetizadas (ribosomas) son procesadas y conducidas hacia el **golgisoma** principalmente.
 - R.E. Liso (**REL**). Carece de ribosomas; participa en la síntesis de grasas, fosfolípidos, esteroides, en la detoxificación celular.
3. **Golgisoma** (Aparato de Golgi). Formado por sacos discoidales (dictiosomas) y vesículas. Recibe y procesa las vesículas del RE y luego las secreta; las vesículas secretadas contienen materiales de secreción, materiales para la membrana celular o la pared celular; también forma **lisosomas**.

d. **Organelas.** Estructuras membranosas.

1. **Mitochondria.** Organela (membranas: externa e interna) transductora de energía. Participa en la **respiración celular aerobia** para obtener energía de los alimentos para **sintetizar ATP**. La membrana interna

forma numerosos pliegues (crestas) y contiene enzimas respiratorias como los citocromos. La cavidad interna (matriz mitocondrial o mitosol) contiene enzimas oxidativas, ADN circular, ARN y ribosomas 70s.

2. **Plastidios.** Organelos bitembranosos, transductores de energía de la célula vegetal. Pueden ser:
 - **Cromoplastos.** Poseen diversos pigmentos (xantófila, caroteno, licopeno) responsables de la coloración de las hojas, flores y frutos. El **cloroplasto** contiene la clorofila (membrana tilacoide), que es un pigmento verde fotorreceptor en la **fotosíntesis**; su estroma presenta enzimas, ADN circular, ARN y ribosomas 70s.
 - **Leucoplastos.** Carecen de pigmentos, sintetizan y almacenan almidón (**amiloplastos**), aceites (**oleoplasto**) o proteínas (**aleuoplastos**, **proteinooplastos**, o **elaioplastos**)
 3. **Lisosoma.** Organela unimembranosa vesiculosa con enzimas digestivas inactivas que se activan al disolverse su membrana. Intervienen en la **digestión celular**, la **autofagia** (destrucción de organelas que ya no funcionan) o la **autólisis** (destrucción de su célula).
 4. **Peroxisomas.** Organela unimembranosa, vesiculosa, contiene **peroxidasas** que producen H_2O_2 al oxidar ácidos grasos; dicho compuesto es tóxico, por lo que es desdoblado en H_2O y O_2 por la **catalasa**.
 5. **Glioxisoma.** Organela unimembranosa, esferoidea, propia de la célula vegetal (semilla); sus enzimas transforman los lípidos en glúcidos (durante la germinación).
 6. **Vacuola.** Organela unimembranosa. En la **célula vegetal** son grandes, abundantes y se fusionan en una sola, contiene agua (presión hidrostática: **turgencia**), solutos y algunos pigmentos (**antocianina**: azul o violeta). En la **célula animal**, las vacuolas (alimenticias, digestivas o de desecho) son pequeñas y escasas; los protozoarios poseen **vacuolas contractiles** (balance hídrico).
- e. **Organoides.** Estructuras no membranosas, son asociaciones supramoleculares.
1. **Ribosomas 80s.** Organoides formados por **esférulas** (mayor y menor), constituidos por ARNr y proteínas. Se disponen en grupos (**polisomas**) o se unen al retículo endoplasmático (RER). Es el lugar de la **síntesis de proteínas** (traducción).
 2. **Centrosoma.** Organóide formado por centriolos (2) y material pericentriolar. Los **centriolos** (diplosoma) intervienen en la división celular (mitosis y meiosis); pueden servir como **cuerpo basal**, donde se forma un flagelo o un cilio; las células de los hongos (hongos) y

las antófitas (plantas con flores) carecen de centriolos. El **material pericentriolar** organiza los microtúbulos, y de él surgen los que forman huso acromático (mitosis, meiosis).

- f. **Inclusiones citoplasmáticas.** Son sustancias de reserva, producto del metabolismo celular, en las **células vegetales** (almidón, aceite), **células fúngicas** (glucógeno, lípidos), **células animales** (glucógeno, grasas).

IV. Núcleo

Estructura característica de las células eucariotas; es generalmente esferoideo, único o múltiple y de posición central o periférico.

Estructura nuclear

El núcleo está constituido por carioteca, carioplasma, nucléolo y cromatina.

- a. **Carioteca** (membrana nuclear). Envoltura formada por membranas (externa e interna), presenta **poros** (annuli, es un complejo proteínico) para el intercambio de materiales entre el núcleo y el citoplasma.
- b. **Carioplasma** (nucleoplasma, cariolinfa o jugo nuclear). Es una disolución coloidal en estado de gel, contiene enzimas, nucleótidos, ácido fosfórico y iones para la síntesis de ADN y ARN.
Es el medio donde se realizan los procesos de **replicación** (síntesis de ADN) y la **transcripción** (síntesis de ARN).
- c. **Nuécleolo.** Corpúsculo esferoideo constituido por bucles de cromatina de las fibras de cromatina (región organizadora del nucléolo: RON). A partir de los bucles de cromatina, se sintetizan moléculas de ARN ribosomal (ARNr), las que conjuntamente con proteínas forman las **subunidades ribosómicas** (esférulas), que luego abandonan el núcleo a través de los poros (annuli) y posteriormente se ensamblan originándose los ribosomas.
- d. **Cromatina.** Material genético constituido por **ADN**, **proteínas histónicas** y **proteínas no histónicas**. Las **histonas** son proteínas que se agrupan por su peso molecular en H1, H2A, H2B, H3 y H4. La H1 es la única que tiene secuencia típica para cada especie de acuerdo al proceso evolutivo. La cromatina presenta formaciones granulares llamadas **nucleosomas** que resultan de la asociación del ADN y las histonas (2 de cada una, excepto la H1 que se localiza entre los nucleosomas).
Las **fibras de cromatina** se condensan al inicio de la división celular (mitosis y meiosis) formando los **cromosomas** y se descondensan al final del proceso.

Funciones del núcleo

Regula los procesos vitales de la célula. Interviene en la división celular (cariocinesis), los procesos de la herencia mediante los cromosomas. Es el lugar donde se realiza la replicación (síntesis del ADN) y la transcripción (síntesis del ARN mensajero, de transferencia y ribosomal).

Cromosomas

Cuerpos filamentosos que se forman al condensarse las fibras de cromatina al inicio de la división celular (cariocinesis). Su morfología se observa mejor en la metafase.

Partes del cromosoma

Centrómero y brazos. El **centrómero** es una esferula de ADN o constricción primaria y contienen cinetocoro (proteínas). Los **brazos** (2) están a ambos lados del centrómero y pueden presentar estrechamientos o constricciones secundarias. La fibra de cromatina que los constituye presenta un ciclo de máxima espiralización y se le denomina **cromátide**, estos pueden formar **diadas** (2 cromátides, cromosomas metafásico, mitosis) **monada** (1 cromátide, cromosoma anafásico; mitosis), **tétrada** (4 cromátide, cromosoma paquiténico; meiosis). En cuanto a su número y características, son típicos de cada especie (cariotipo).

Numero de cromosomas

Es constante en cada célula de cada especie y determina.

- **Célula diploide:** 2n cromosomas.
- **Célula haploide:** n cromosomas.

Todos los cromosomas morfológicamente diferentes forman un **juego de cromosomas** (n). En la célula diploide existen dos cromosomas exactamente iguales (**cromosomas homólogos**) formando pares. Al conjunto de caracteres (forma, tamaño, número) de todos los cromosomas de una célula somática típica se le denomina **cariotipo**.

Cromosomas por su forma:

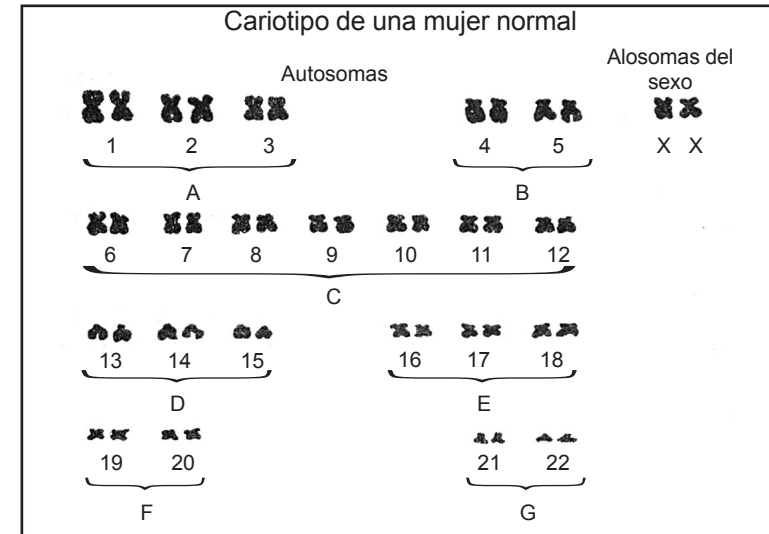
- **Metacéntrico.** Cromosoma con brazos de igual longitud.
- **Submetacéntrico.** Con brazos de diferente longitud.
- **Acrocéntrico.** Con un brazo muy corto y uno largo.
- **Telocéntrico.** Con el centrómero en uno de sus extremos, carece de un brazo. No existe en la especie humana.

Cromosomas por su función:

- **Cromosomas somáticos** (autosomas). Portan los genes responsables de los caracteres corporales (somáticos).

- **Cromosomas sexuales** (alosomes). Portan los genes responsables de los caracteres sexuales.

NOTA: En el ser humano existen 46 cromosomas, 44 somáticos (autosomas) y 2 sexuales (alosomes: X, Y); el cariotipo es 44 + XX en la mujer, y 44 + XY en el varón.



Fisiología de la membrana celular

Permeabilidad de membrana

La membrana celular permite el ingreso de glucosa, ácidos grasos, aminoácidos, iones, agua; y que no egresen los metabolitos intermedios, pero sí las sustancias de desecho. Esto hace posible el mantenimiento del equilibrio de su ambiente interno (**homeostasis**). Para realizar ese ingreso y salida de sustancias (**transporte de materiales**) la membrana celular presenta una bicapa fosfolipídica y proteínas transportadoras (permeasas).

El transporte de materiales se realiza en forma pasiva o activa.

1. **Transporte pasivo.** Se realiza **sin gasto de energía**. Es un proceso de **difusión** a favor de un gradiente de concentración, es decir, un movimiento de moléculas de un medio donde se encuentren en mayor concentración a otro de menor concentración. Es producto de la energía cinética de dichas moléculas.
 - a. **Difusión simple.** Se realiza a través de la bicapa fosfolipídica; la sustancia se disuelve en los fosfolípidos de la bicapa y la atraviesa.

Así difunde el oxígeno molecular, dióxido de carbono, agua, alcohol y ácidos grasos.

- b. **Difusión facilitada.** Requiere de proteínas transportadoras (**permeasas**) como sucede con la glucosa, aminoácidos, iones. Estas proteínas son muy específicas, poseen un centro activo donde se une el compuesto o elemento, como sucede con la **proteína Glut** que transporta glucosa.

La difusión facilitada se explica mediante el modelo conocido como «canal con compuerta» o «poro fijo».

Osmosis. Es el paso del solvente (agua) a través de una membrana semipermeable desde una zona más diluida a otra de menor dilución. Tomando en cuenta la concentración de solutos, el paso de agua se produce desde una zona de menor concentración (hipotónico) a una zona de mayor concentración (hipertónico).

El mantenimiento del equilibrio interno celular depende en gran parte de la concentración de solutos en el medio o solución: si la célula se encuentra en un **medio isotónico** ingresa y sale agua sin alterar su volumen. Si está en un **medio hipertónico**, sale el agua y sufre un proceso llamado **crenación** (célula animal), **plasmólisis** (célula vegetal). Si la célula está en un **medio hipotónico**, ingresa agua, se hincha y puede reventar (**lisis**) en la célula animal o **turgencia** sin lisis (por la pared celular) en la célula vegetal.

El **agua** cruza la membrana celular a través de la **bicapa fosfolipídica** y las **acuaporinas** (proteínas transmembranas: canales de agua).

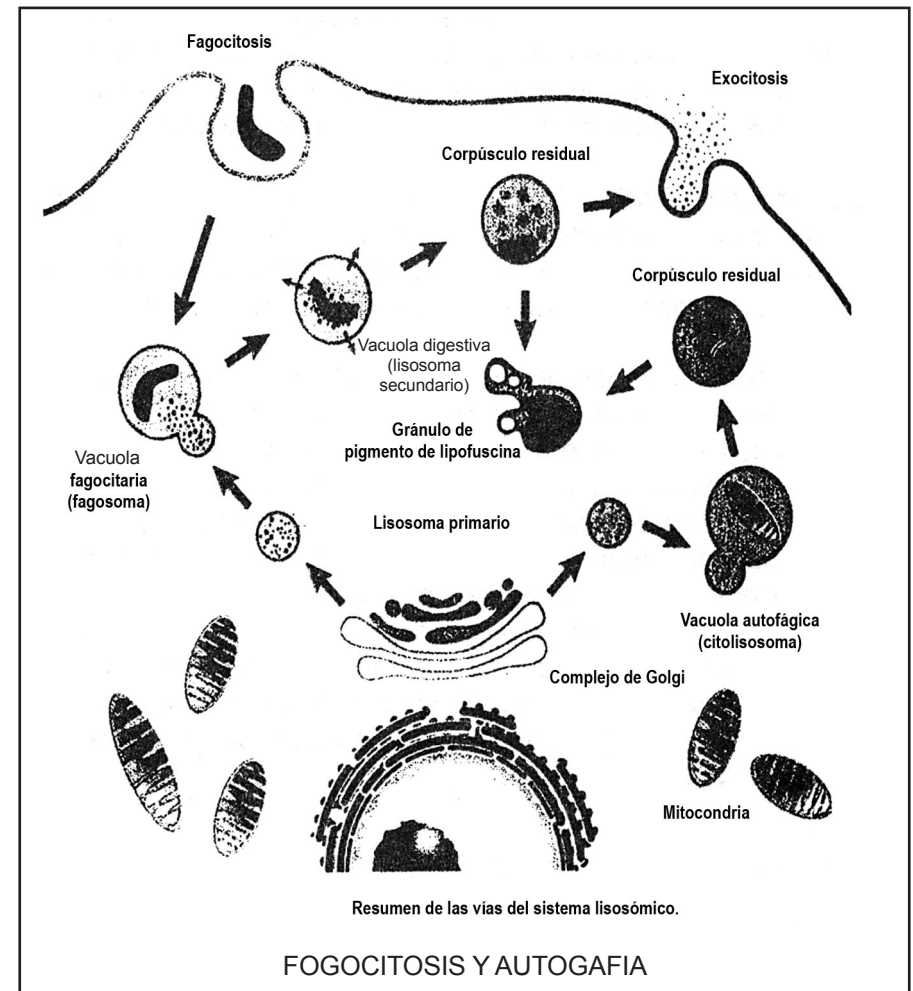
- 2. **Transporte activo.** Se realiza **con gasto de energía** (ATP o gradiente electroquímico). Es un movimiento en contra de un gradiente de concentración (de un medio de menor concentración a otro de mayor concentración).

- a. **Bombas moleculares.** Como la **Bomba de Na y K**, que regulan la concentración de estos iones en la célula. Está orientado de tal manera que el Na^+ sale de la célula y el K^+ entra en ella (por cada 3Na^+ que salen, ingresan dos 2K^+ a la célula). El ATP que se requiere para el proceso se encuentra en la superficie interna celular.

- b. **Endocitosis.** Proceso de internalización de sustancias al citoplasma que se realiza mediante:
 - **Pinocitosis.** Internalización de sustancias líquidas por una invaginación de la membrana celular, formando vesículas (**pinosomas**) que luego se fusionan con los lisosomas (posee enzimas digestivas).

- **Fagocitosis.** Internalización de sustancias sólidas (alimentos, bacterias) por evaginaciones (seudópodos) que engloba a las partículas sólidas e ingresan al citoplasma en forma de vesícula (**fagosoma**) que luego se fusionan con los lisosomas (contienen enzimas digestivas).

- c) **Exocitosis.** Proceso de evacuación de sustancias utilizables (**secreción**: proteínas, enzimas, hormonas) o sustancias de desecho (**excreción**).

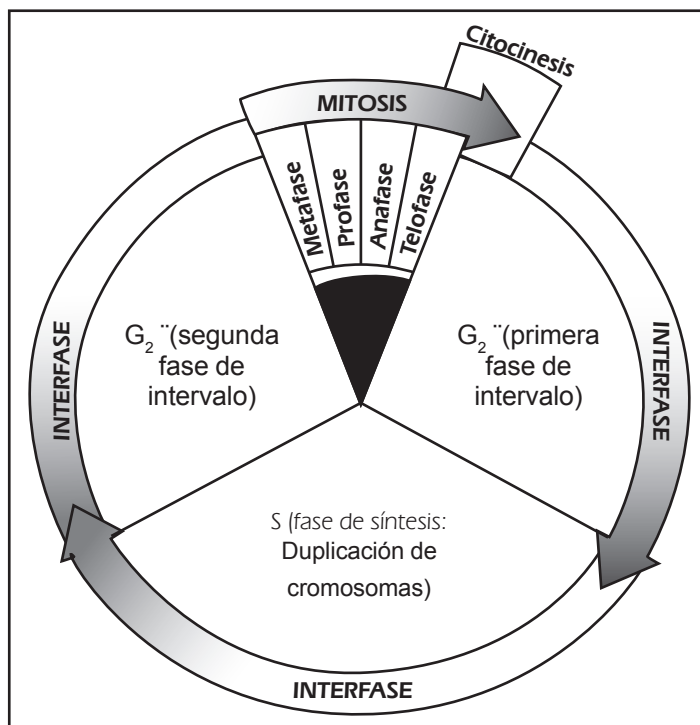


UNIDAD 8

Ciclo Celular

La célula es la unidad anatómica fundamental de todo ser vivo. El crecimiento de los organismos multicelulares depende del incremento del número de células. Así mismo nuevas células tienen que reemplazar a células que mueren, manteniendo de esta manera las características anatómicas del individuo y cada tejido que lo forma.

El **ciclo celular** asegura el crecimiento y desarrollo de toda célula (**interfase celular**), que culmina con la formación de nuevas células (hijas) a partir de una célula madre (**división celular**).



Etapas del ciclo celular

El proceso se realiza en dos etapas: Interfase celular (G₁, S, G₂) y División celular (M).

1. **Interfase celular.** Es la primera etapa en la cual la célula realiza una intensa actividad metabólica.

Presenta tres periodos:

a. **Fase G₁** (GAP₁, primer intervalo). Periodo más variable, puede durar horas, días, meses o años, dependiendo del tipo de células. Llamado también período «**pre-replicative**», porque se realiza antes de la duplicación o replicación del ADN.

Los fenómenos moleculares que acontecen en este intervalo son:

- Incremento del volumen citoplasmático.
- Formación de nuevas organelas y organoides.
- Síntesis de ARNm.
- Síntesis de proteínas.

Las células que no se dividen como neuronas y miocitos, suelen detener el ciclo antes del inicio de la fase S. Se dice que están en la **fase G₀**.

b. **Fase S** (Síntesis). Periodo donde ocurren los fenómenos moleculares más importantes, como:

- Duplicación del ADN (**replicación**).
- Síntesis de proteínas histónicas y otras proteínas asociadas al ADN.
- Se inicia la duplicación de los centriolos (1 Par).

c. **Fase G₂** (GAP₂, segundo intervalo). Los centriolos están duplicados (2 pares). Se fosforila la histona H1, lo que ayuda a condensar a los filamentos de cromatina.

2. **División celular** (etapa M). Es la distribución de los productos de la interfase celular (G₁, S, G₂) entre las células hijas que se forman.

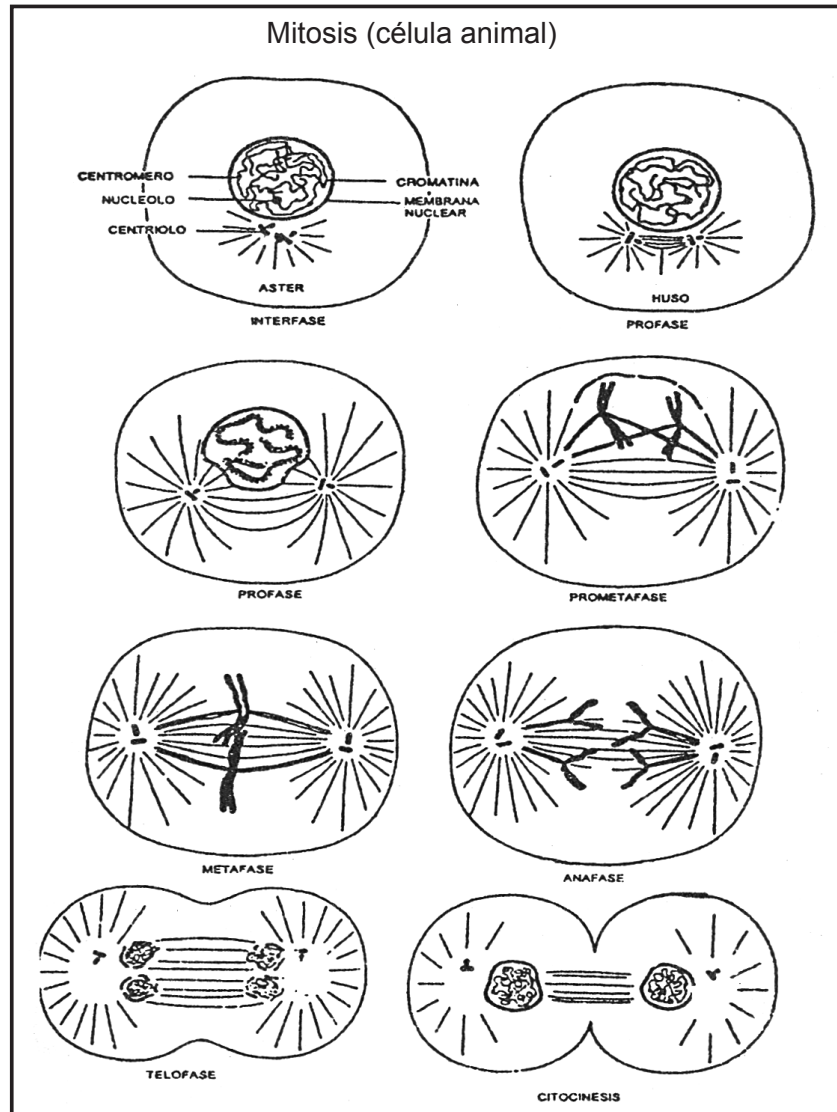
La división celular comprende a la **cariocinesis** (división nuclear) y a la **citocinesis** (división citoplasmática).

a. **Mitosis** (*mitos*: filamento; *osis*: condición). Es una división:

- **Somática:** Se realiza en las células corporales, favorece el crecimiento, la formación o la reparación de los tejidos.
- **Ecuacional:** Las células hijas resultantes (2) poseen 2n cromosomas (diploide) cada una al igual que la célula madre (diploide).
- **Homotípica:** Las células hijas y la célula madre son estructural y fisiológicamente iguales.

La **mitosis** es un proceso continuo e indiviso, para su estudio presenta:

- i. **Cariocinesis.** (*karyon*: núcleo; *kinesis*: movimiento). Consiste en el reparto del material nuclear equitativamente a cada célula hija.
- a. **Profase** (*pro*: antes; *phasis*: aspecto). Se inicia con la condensación de los filamentos de cromatina, haciéndose evidentes los cromosomas mostrando sus dos cromátides unidas por el centrómero. Los centriolos (2 pares) se disponen diametralmente opuestas formando "polos celulares" (1 par de centriolos cada uno) y entre ellos los microtúbulos (material pericentriolar) forman el huso acromático (mitótico); las células que



- carecen de centriolos (vegetal, fungi) forman su huso acromático (mitótico) a partir de los **casquetes polares** (material denso de los microtúbulos).
- **Prometáfase.** Se desintegran la carioteca y el nucleolo. Los cromosomas quedan en aparente desorden en la placa ecuatorial.
 - b. **Metafase** (*meta*: después; más allá). Los cromosomas aparecen más condensados y cortos, disponiéndose en la zona media de la célula (placa ecuatorial). Se ha completado el huso, donde sus fibras (microtúbulos) se han conectado a los cinetocoros que son proteínas asociadas al centrómero de cada cromosoma.
 - c. **Anafase** (*ana*: regresar, volver). Etapa de separación o disyunción de las cromátides a través del centrómero, movilizándose hacia su respectivo polo (centriolos) al acortarse las fibras (microtúbulos) del huso acromático (mitótico).
 - d. **Telofase** (*telos*: fin). Las cromátides, ya ubicadas en sus polos, empiezan a descondensarse para volver al estado de cromatina. Se restituye la carioteca a partir del retículo endoplasmático rugoso y se reorganiza el nucleolo; así queda reorganizado completamente el núcleo.
- ii. **Citocinesis**
División del citoplasma, se realiza conjuntamente con la telofase.
- En la **célula animal** se inicia con la formación de un **anillo de microfilamentos** en la placa ecuatorial y se contraen desde la membrana celular hasta el centro de la célula (**citocinesis centrípeta**).
- En la **célula vegetal** se forma una **placa celular** a partir de los **fragmaplastos** (contienen materiales para la pared celular, procedentes de los golgisosmas), desde el centro de la célula hacia la membrana celular (**citocinesis centrífuga**). Las membranas de los fragmoplastos se fusionan para convertirse en la membrana celular de cada célula hija.
- b. **Meiosis** (*meioum*: reducir; *osis*: condición): Es una división:
 - **Gonídica:** Se realiza en las gónadas (testículo, ovario).
 - **Reduccional:** Las células hijas resultantes (4) poseen n cromosomas (haploides) cada una a diferencia de la célula madre (diploide).
 - **Heterotípica:** Las células hijas y la célula madre son estructuralmente diferentes.
- La meiosis es un proceso continuo e indiviso; para su estudio comprende las etapas: meiosis I, intercinesis y meiosis II.
- i. **Meiosis I** (1ra división meiótica)
La célula madre diploide se divide y forma dos células haploides con cromosomas con dos cromátides cada uno; por lo tanto, cada una de ellas porta consigo la mitad del número de cromosomas que tenía la célula madre. Presenta las siguientes fases:

• **Profase I.** Es la fase más extensa e importante de la división meiótica. En el ser humano, la meiosis (espermatogénesis) puede durar hasta 24 días, siendo la profase I la fase que dura 13 a 15 días. Se subdivide en los siguientes periodos:

- a) **Leptonema** (*lepto*: delgado; *nema*: filamento): Se inicia la condensación de la cromatina para formar los cromosomas. Estos se disponen en el núcleo adoptando la forma de un «bouquet» (ramo de flores).
- b) **Cigonema** (*cygon*: unión). Los cromosomas homólogos se aparean en un proceso denominado **sinapsis**.
- c) **Paquinema** (*paqui*: grueso). Se observan las tétradas como resultado del apareamiento completo de cromosomas homólogos. Se realiza el **entrecruzamiento** (crossing over), que permite la **recombinación genética** por intercambio de genes, lo que asegura la variabilidad en la especie.
- d) **Diplonema** (*diplo*: doble). Los cromosomas apareados inician su separación manteniendo puntos de unión que se observan a manera de una cruz denominados **quiasmas** (*kiasma*: cruz).
- e) **Diacinécis** (*dia*: a través; *cinesis*: movimiento): Continúan el proceso de **separación**, disminuyendo el número de quiasmas.

Nota: Cada cromosoma ahora presenta una secuencia de genes de su homólogo y viceversa.

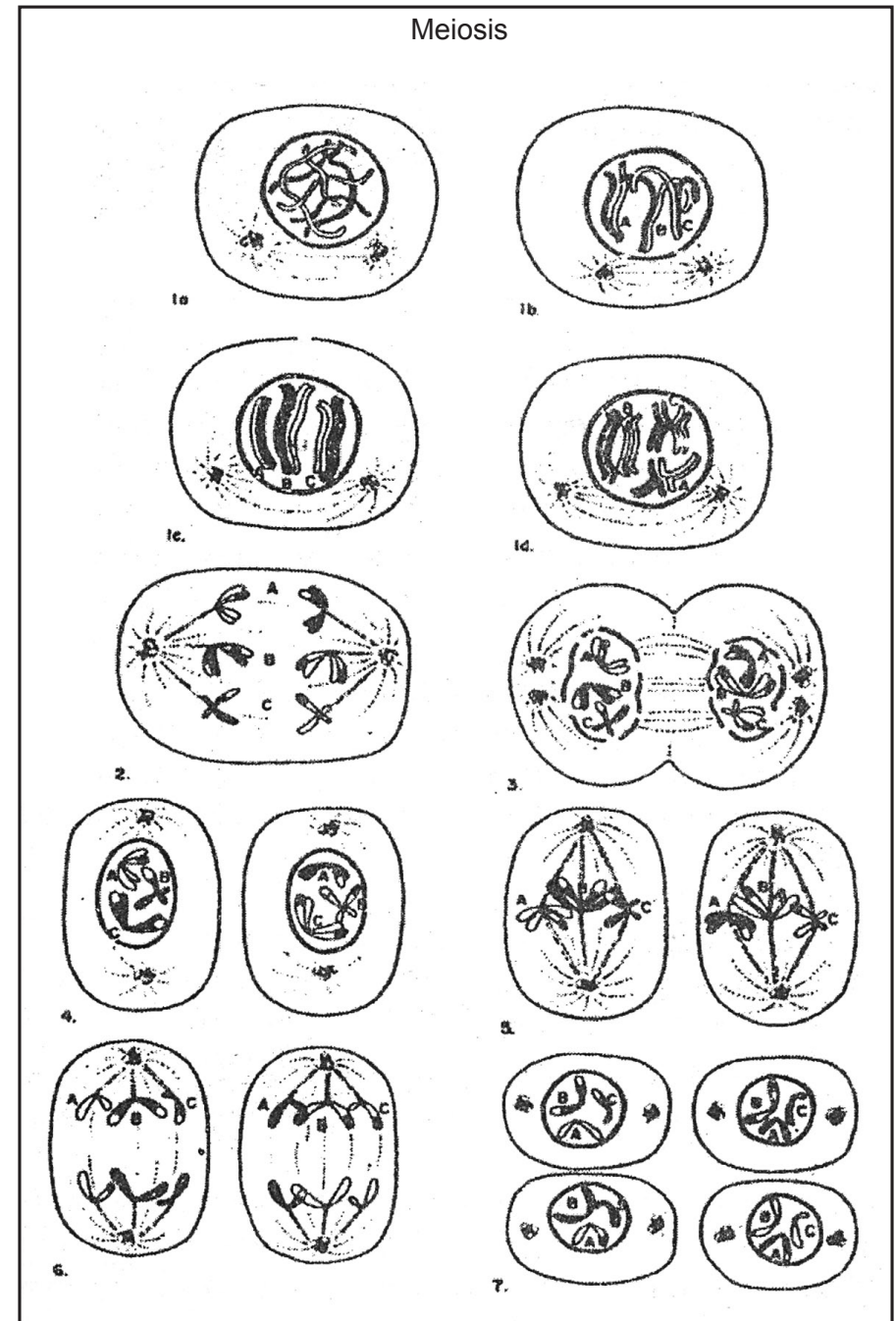
- **Metafase I.** Los cromosomas con porciones recombinadas; se ubican en la zona media de la célula (placa ecuatorial), fijándose con las fibras del huso acromático (mitótico) mediante sus cinetocoros.
- **Anafase I.** Los centriolos al recortar el huso acromático retraen sus respectivos cromosomas homólogos, por lo tanto se van formando las células con núcleo haploide (n).
- **Telofase I.** Los cromosomas se agrupan en los polos (centriolos); se reorganizan la carioteca y el nucléolo, quedando formado el núcleo.

Se realiza la división citoplasmática (**citocinesis**) formando dos células haploides con n cromosomas con dos cromátides cada una.

- **Intercinesis.** Culminada la primera división meiótica, las dos células hijas ingresan a un corto periodo, durante el cual se duplican los centriolos y no se replica el ADN.

ii. **Meiosis II** (2da. división meiótica)

Las células haploides (2) de la meiosis I se dividen y forman cuatro células haploides con cromosomas con una cromátide cada uno. Presenta las siguientes fases:



- **Profase II.** Se inicia la formación del huso acromático; los cromosomas se van ordenando en la zona ecuatorial, las cromátides (2) de cada cromosoma se separan.
- **Metafase II.** Los cromosomas ya ordenados se disponen en la placa ecuatorial, unidos por las fibras del huso acromático por sus centrómeros, tal y conforme lo hacen en la metafase mitótica.
- **Anafase II.** Las cromátides hermanas, unidas a las fibras del huso acromático por centrómeros, se separan y emigran hacia los polos opuestos tal y conforme lo hacen en la anafase mitótica.
- **Telofase II.** Las cromátides se descondensan a cromatinas en cada polo (centriolos), se reorganizan la carioteca y el nucléolo y, finalmente, queda formado el núcleo.

Se realiza la división citoplasmática (**citocinesis**), formando cuatro células haploides con n cromosomas, con una cromátide cada una.

Importancia de la meiosis:

1. La recombinación genética que se produce durante el **paquinema** (profase I) al intercambiar segmentos de cromátides homólogos (no hermanas) permite el aumento de la variación genética entre los descendientes de los progenitores.
2. La reducción del número de cromosomas: Cada célula hija (gameto) formada posee la mitad (n) del número de cromosomas de la célula madre (2n), de tal manera que en la fecundación se mantiene constante el número de cromosomas (2n) de la especie.

Muerte celular

Se produce:

- En el **desarrollo embrionario** para eliminar tejido provisorio, remover células superfluas, formar conductos y orificios.
- En el **organismo adulto** para remoción de células innecesarios, envejecidas, tumorales, infectadas.

Son muertes celulares deliberadas o fisiológicas conocidas como apoptosis.

Para la apoptosis: la célula desarma su citoesqueleto, los componentes citoplasmáticos se condensan, el núcleo es fragmentado por las endonucleasas y cada fragmento se rodea de una porción de citoplasma y se convierte en una **vesícula apoptótica**, estas de desprenden de las células (“gemación”) y sobre ella actúan los macrófagos.

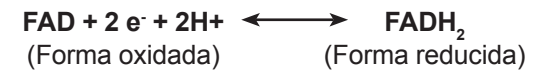
Metabolismo Celular

Es el conjunto de reacciones que permiten una serie de transformaciones moleculares con la participación de enzimas específicas, desarrollándose así las vías metabólicas en las cuales hay etapas catabólicas y anabólicas.

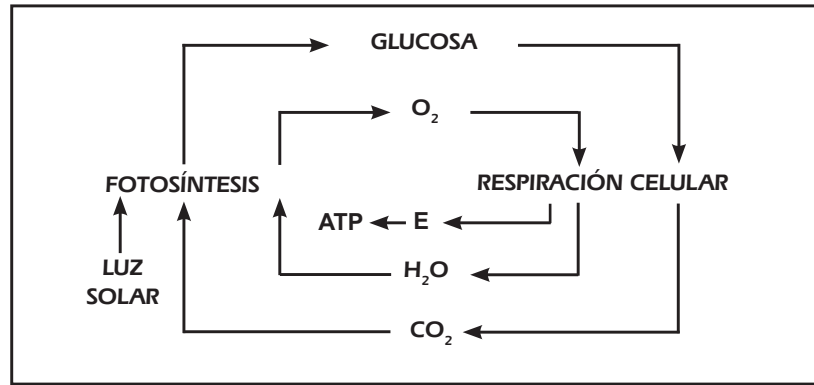
El **catabolismo** es un proceso de desdoblamiento de compuestos orgánicos, poniendo a disposición materia prima (para sintetizar otras sustancias) y suministra la energía química (proceso exergónico) necesaria para sintetizar ergomoléculas como el adenosintrifosfato (ATP).

El **anabolismo** es un proceso de síntesis de compuestos orgánicos con la energía química procedente de las vías catabólicas (proceso endergónico).

Las vías catabólicas y anabólicas implican procesos de **oxidación** (pérdida de electrones) o de **reducción** (ganancia de electrones) que están siempre acoplados (**procesos de oxidoreducción**) y favorecidos por coenzimas (nucleótidos) como la nicotinamida de adenina dinucleótido (NAD), nicotinamida adenina dinucleótido fosfato (NADP) y la flavina de adenina dinucleótido (FAD).



Los glúcidos y los lípidos son compuestos ricos en energía química que al oxidarse liberan dicha energía (calorías) para sintetizar ATP. A la oxidación de un azúcar como la glucosa se le denomina también **respiración celular**, la glucosa es uno de los productos de la **fotosíntesis**, entonces existe una gran relación entre la respiración celular y la fotosíntesis.



Respiración celular

Es un proceso realizado por toda célula con la finalidad de liberar la energía almacenada en los compuestos orgánicos (**alimentos**), como la glucosa, para **sintetizar ATP**. Esto es factible por la oxidación completa de la glucosa en presencia de O_2 (**respiración celular aeróbica**) o por oxidación incompleta en ausencia de O_2 (**respiración celular anaeróbica**).

El **ATP** es un nucleótido que contiene enlaces macroérgicos (~), al ser desdoblado (hidrólisis) libera energía (calorías), que será utilizada en el trabajo celular como transporte activo, contracción, síntesis, reproducción, etc.

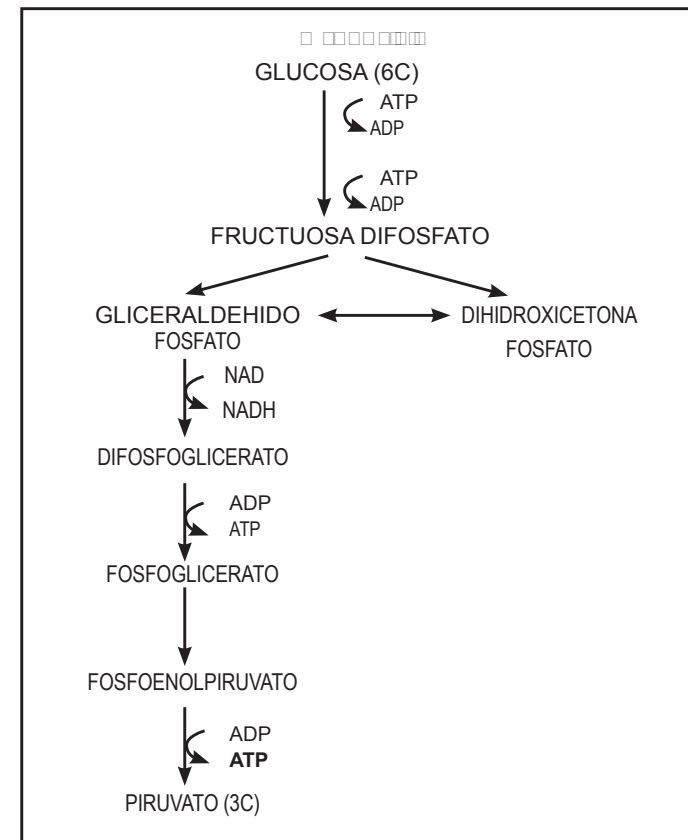
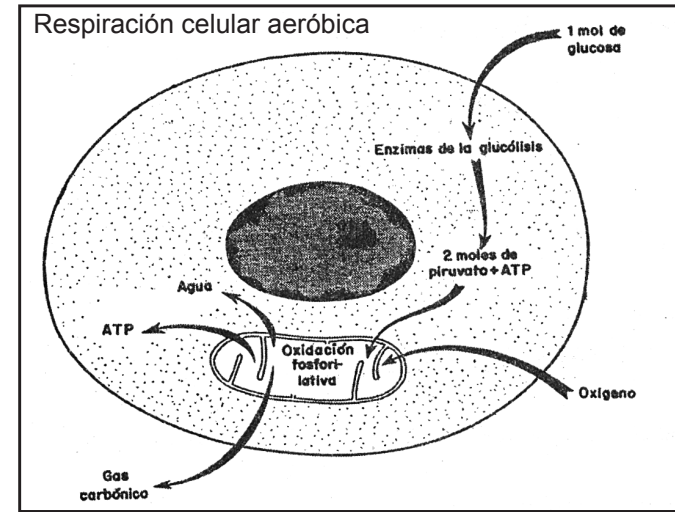


Respiración celular aeróbica

Cuando la célula utiliza la **glucosa** como fuente energética, la primera etapa se denomina **glucólisis**, a nivel del citosol, terminando en dos moléculas sencillas de ácido pirúvico o piruvato; luego se continúa con la **formación de aceti-CoA** y el **Ciclo de Krebs** en la matriz mitocondrial o mitosol; y por último, la **cadena respiratoria** asociada a la **fosforilación oxidativa** en la membrana interna o cresta mitocondrial.

Glucólisis

Se realiza en el citosol. Intervienen varias enzimas que permiten la transformación de la glucosa (6C) utilizando 2 ATP, en fructuosa difosfato (**etapa preparativa**); luego de la fructuosa difosfato (6C) se forman dos gliceraldehido fosfato (**etapa de desdoblamiento**). Los dos gliceraldehido fosfato (3C c/u), **etapa oxidativa**, generan 2 NADH y 4 ATP (fosforilación por sustrato), pero la ganancia efectiva es de 2 ATP por el consumo de 2 ATP en la etapa preparativa. Al final quedan dos moléculas de ácido pirúvico o piruvato (3C), 2NADH y 2ATP.

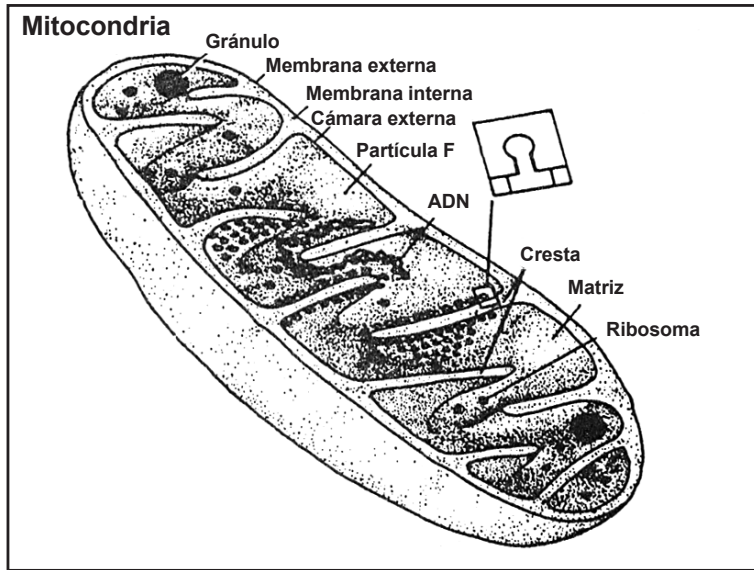


Si la célula no cuenta momentáneamente con O₂, el piruvato (ácido pirúvico) es reducido por acción del NADH, transformándose en lactato (ácido láctico), conociéndose a este proceso como **glucólisis anaeróbica**.



Ejemplo: por un gran esfuerzo muscular (la formación de lactato, en determinado momento, explica la fatiga muscular) y en los eritrocitos por carecer de mitocondrias.

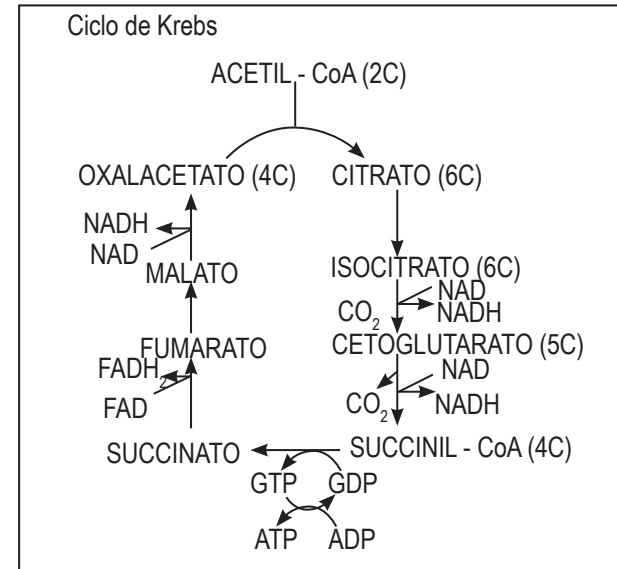
Si la célula cuenta con O₂, los NADH (producto de la glucólisis) transfieren sus electrones y protones (equivalentes de reducción) a la matriz de la mitocondria (sistema de lanzadera), y el piruvato (producto de la glucólisis) es trasladado a la mitocondria (mitosol) donde, por acción enzimática, es oxidado formando 2NADH, 2CO₂ y 2 radical acetil (2C), este se une con la coenzima A para la **formación de acetil-CoA** (2, con 2C cada uno).



Ciclo de Krebs (ciclo del ácido cítrico)

Se realiza en el mitosol, donde una enzima logra unir el radical acetil (2C) con el oxalacetato (4C), dando origen al citrato (ácido cítrico; 6C) que será oxidado en varias etapas, perdiendo también carbonos (CO₂), hasta que al final aparece nuevamente el oxalacetato.

En este ciclo se forman 3 NADH, 1 FADH₂, 1 ATP, mediante la fosforilación por sustrato.



Cadena respiratoria y fosforilación oxidativa

En la membrana interna o la cresta de la mitocondria se localizan las enzimas respiratorias: deshidrogenasa, ubiquinona, citcromo, b-c1, citocromo C, citocromo oxidasa y el complejo F0-F1-ATP-sintasa; los citocromos contienen Fe²⁺ y en la partícula F1-ATP-sintasa se sintetiza ATP.

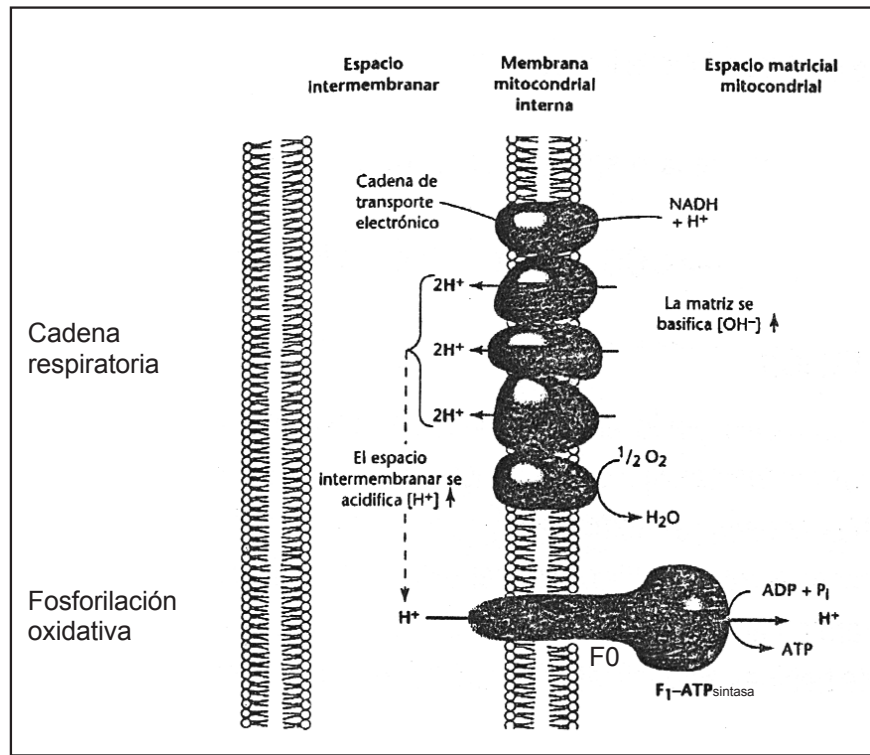
- **Cadena respiratoria**

Las enzimas respiratorias se encargan de transportar electrones que provienen del NADH y FADH₂; dichos electrones son transferidos al O₂, de esta manera se reduce (ganó electrones), captando protones (H⁺) y se forma la molécula de **agua metabólica**.

- **Fosforilación oxidativa**

Con respecto a la **síntesis de ATP**, la hipótesis mejor aceptada afirma que el transporte de electrones por la cadena de enzimas respiratorias, promueve el traslado de protones (H⁺) del mitosol al espacio intermembranar, creando una gradiente de protones que se disipa cuando retorna al mitosol a través de la partícula F0 ("canal de protones") lo que genera la energía necesaria en la partícula F1-ATP-sintasa para sintetizar ATP.

Se ha demostrado que por cada NADH y por cada FADH₂, que cede electrones a la cadena respiratoria se forma 3 ATP y 2ATP, repectivamente.



Balance energético

Es la suma total de ATPs que se forman al oxidarse completamente un compuesto orgánico. En el caso de la **glucosa**:

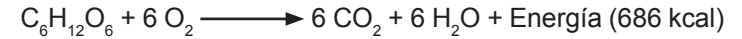
ETAPA	FOSFORILACIÓN POR SUSTRATO	FOSFORILACIÓN OXI-DATIVA
GLUCÓLISIS	2ATP	2NADH → 6ATP
PIRUVATO → ACETIL CoA		2NADH → 6ATP
CICLO DE KREBS	2ATP	6NADH → 18ATP 2FADH → 4ATP
	4ATP	34ATP

Total: 38ATP

En algunos casos, cuando los NADH del citosol transfieren sus electrones y protones al mitosol de la mitocondria (sistema de lanzadera) son captados por un FAD del mitosol (lanzadera del glicerol - 3 fosfato) y no por un NAD del mitosol (lanzadera del malato- aspartato), razón por la cual en el balance aparecen dos ATP menos, dando un total de 36 ATP.

Los **36 ó 38 ATP** formados representan aproximadamente el 40% de toda la energía liberada; el 60% restante se pierde en forma de calor, que es importante para mantener la temperatura corporal.

Ecuación general de la respiración aeróbica:



Respiración celular anaeróbica.

Fermentación

Respiración celular anaeróbica que realizan algunos microorganismos como las bacterias (lactobacilos) y los hongos (levaduras) para obtener energía contenida en los alimentos y con ella sintetizar ATP, formando en algunos casos el ácido láctico (**fermentación láctica**) o el alcohol etílico y CO2 (**fermentación alcohólica**), lo cual tiene gran utilidad en la producción de yogurt y bebidas alcohólicas, respectivamente.

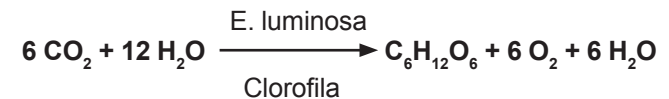
Putrefacción

Es la fermentación de las proteínas (respiración celular anaeróbica) los olores desagradable que se desprenden es producto de los compuestos nitrogenados y azufrados que se forman en el proceso. Realizada por los organismos descomponedores de un ecosistema (bacterias heterótrofas y hongos).

Fotosíntesis

Es un proceso realizado por organismos que poseen clorofila, como las plantas, las algas y las cianobacterias, los cuales logran transformar la energía luminosa en energía química. Se requiere CO₂ y H₂O, sintetizándose glucosa, y se libera O₂ que es de gran utilidad para la respiración de todos los organismos.

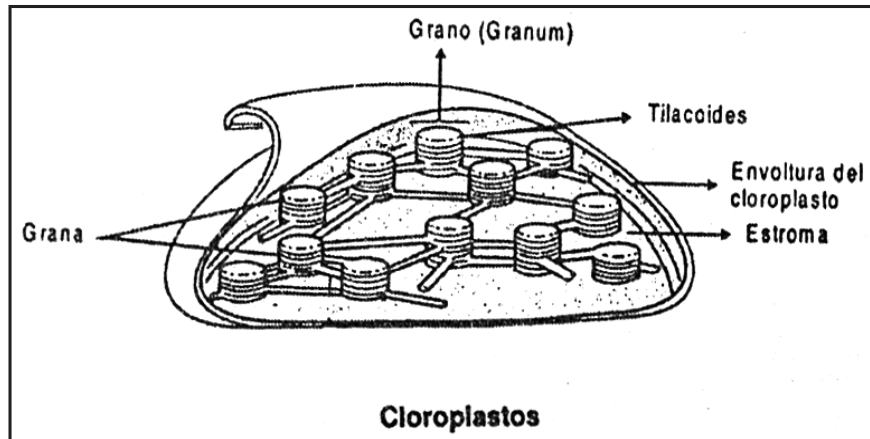
La ecuación general es la siguiente:



La **energía luminosa** corresponde a la **luz visible** (blanca), que está formada por un conjunto de ondas electromagnéticas o luces monocromáticas (7), de las cuales la **clorofila** absorbe mejor el azul y el rojo y refleja el verde; los pigmentos accesorios (**carotenoide**) le transfieren energía de excitación producida por la absorción de la luz verde.

La **clorofila** es el principal pigmento fundamental, contiene Mg^{2+} y **carotenoides** que conjuntamente con los **polipéptidos**, constituyen los **Fotosistemas I y II** que se encargan de captar la luz («antena de luz») y se localizan en la **membrana tilacoide**. En dicha membrana se encuentran los compuestos encargados de transportar electrones: plastoquinona, citocromos (b6 y f), plastocianina, ferredoxina, NADP-reductasa y el complejo F0-F1-ATP sintasa.

La fotosíntesis se realiza en el **cloroplasto** y en dos etapas, la **fase luminosa** a nivel de la membrana tilacoide y la **fase oscura** en el estroma. En las **cianobacterias** se realiza en las membranas tilacoideas (citoplasma).



Fase luminosa

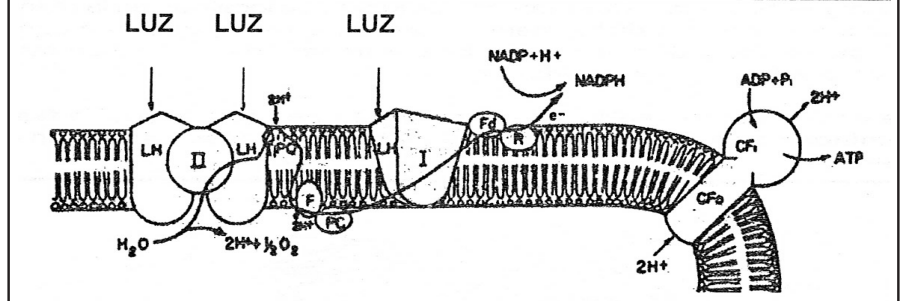
La energía luminosa (**fotones**) es captada y produce la **activación de los fotosistemas I y II**, impulsándose electrones a un orbital más externo, iniciándose la transferencia de electrones.

Paralelamente, se produce la **fotólisis u oxidación del agua** (reacción de Hill), a nivel del fotosistema II, de tal manera que los electrones del agua son rápidamente transportados al fotosistema I; así mismo, hay una transferencia de protones (H^+) del estroma a la cavidad del tilacoide.

Del fotosistema I, los electrones son transportados a la coenzima NADP y también capta protones (H^+), lo que produce la **reducción del NADP**, formando el NADPH.

Con respecto a la síntesis de ATP o **fotofosforilación**, la acumulación de protones en la cavidad o luz del tilacoide crea una gradiente que se disipa al retornar al estroma por la partícula F0 («canal de protones») lo que genera la energía necesaria en la partícula F1-ATP sintasa para sintetizar ATP.

Fase luminosa en membrana tilacoide



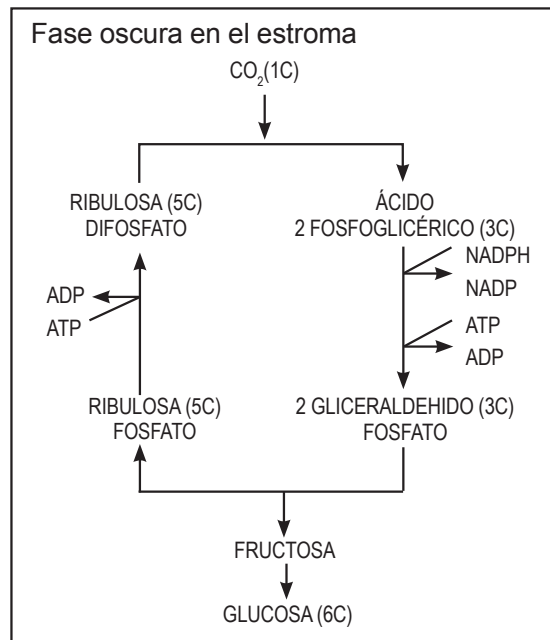
Fase oscura o reductora (Ciclo de Calvin-Benson)

Se lleva a cabo en el estroma. Se inicia con la fijación del carbono (CO_2) a la ribulosa difosfato (**carboxilación**), mediante la rubisco (enzima), formando dos moléculas de **ácido fosfoglicérico** (3C).

La **reducción** del ácido fosfoglicérico por el NADPH y ATP (productos de la fase luminosa) forma el **gliceraldehído fosfato** (3C).

A partir del gliceraldehído fosfato se logra la **síntesis** de monosacáridos de 3, 4, 5, y 6 carbonos, destacando la **glucosa** y también la **ribulosa fosfato** que es importante para que se repita este ciclo.

La ribulosa fosfato y el ATP (producto de la fase luminosa) forma (**regeneración**) la **ribulosa difosfato** (5C).



UNIDAD 10

Aparato Digestivo

El aparato digestivo está constituido por un conjunto de órganos encargados de la **digestión** (mecánica y química) y la **absorción de los alimentos**.

Componentes

Tubo digestivo: Boca, faringe, esófago, estómago, intestino delgado, intestino grueso, ano.

Anexos: Dientes, lengua, glándulas salivales, hígado y páncreas.

Funciones Generales

Ingestión. Introducción de alimentos al tubo digestivo

Secreción. Las glándulas de la pared del tubo digestivo liberan jugos digestivos (enzimas, iones, agua) a la luz del tubo digestivo.

Motilidad. Movimiento de las paredes del tubo digestivo que produce mezcla (**digestión mecánica**) y progresión de los alimentos a lo largo del tubo.

Digestión. Desdoblamiento de compuestos complejos en compuestos sencillos por enzimas digestivas (**digestión química**).

Absorción. Paso de los productos de la digestión a la vía venosa o a la vía linfática a través de las vellosidades intestinales.

Defecación. Evacuación de las sustancias no digeridas ni absorbidas.

Boca (Cavidad bucal)

1. **Situación:** parte anterior e inferior de la cara.

2. **Límites**

- Anterior: Labios (músculo orbicular de los labios).
- Laterales: Carrillos (músculo buccionador).
- Inferior: Suelo de la boca (músculo milohioideo).
- Superior: Paladar óseo y blando.
- Posterior: Faringe (orofaringe); el istmo de las fauces comunica la boca con la faringe.

3. **Órganos anexos**

- **Lengua:** órgano musculoso (músculo esquelético), se fija al maxilar inferior e hioides; el frenillo lingual (pliegue) la fija al suelo de la boca.

Posee **glándulas linguales** (secreta moco, líquido seroso, lipasa lingual), **papilas gustativas y táctiles**. Interviene en la deglución bucal y ayuda a la fonación (lenguaje).

Glándulas salivales. Secretan saliva en la boca por conductos:

1. **Parótidas.** Secretan **saliva serosa** (25%) en la boca por el conducto de Stenon.
2. **Submaxilares.** Secretan **saliva seromucosa** (70%) en la boca por el conducto de Wharton.
3. **Sublinguales.** Secretan **saliva mucosa** (5%) en la boca por el conducto de Rivinus o de Bartholin.

La **saliva** contiene agua, escasos iones (Na^+ , K^+ , Cl^- , HCO_3^-), amilasa salival (ptialina), lipasa lingual, **lisozima** (bactericida) y **mucina** (glucoproteína que lubrica el alimento); la producción diaria de saliva es 1 a 1,5 L y tiene un pH 6,8. La saliva humedece y lubrica los alimentos favoreciendo la masticación y la deglución, respectivamente. Inicia la digestión de los carbohidratos en la boca, la **amilasa salival** al hidrolizar el almidón hasta maltosas y dextrinas. Esta enzima se inactiva en el medio ácido del estómago. La **lipasa lingual** hidroliza triglicéridos, lípidos hasta ácidos grasos y diglicéridos, esta enzima se activa en el medio ácido del estómago.

Dientes

Órganos implantados en los alveolos dentarios del maxilar (superiores e inferior) mediante el ligamento peridontal (tejido conjuntivo fibroso). El diente está constituido por **esmalte** (sustancia más dura del cuerpo), **dentina** (tejido conjuntivo calcificado, más duro que el hueso), **cemento** (parecido al tejido óseo) y **pulpa** (tejido conjuntivo, vasos sanguíneos y nervios).

Partes del diente: Corona, cuello y raíz (1 a 3).

Dientes por su forma: Incisivos (**I**: cortar, trocear), caninos (**C**: desgarrar), pequeños molares (**PM**: triturar), molares (**M**: triturar).

Los dientes son transitorios o de leche (20) y permanentes (32).

Transitorios: I 4/4, C 2/2, M 4/4.

Permanentes: I 4/4, C 2/2, PM 4/4, M 6/6.

En la boca la salivación y la masticación (digestión mecánica) de los alimentos forma el **bolo alimenticio**, se inicia la digestión de los carbohidratos y la progresión del bolo alimenticio de la boca a la faringe (**deglución bucal**).

Faringe

Órgano tubular musculomembranoso (músculo esquelético) de 12 a 14 cm de largo y 2 a 3 cm de diámetro, se comunica con las fosas nasales (coanas), el oído medio (trompa de Eustaquio), y la laringe (aditus). Presenta porciones: **nasofaringe**, **orofaringe** e **hipofaringe**. Es una **vía digestiva** (progresión

del bolo alimenticio de la boca al esófago: **deglución faríngea**) y una **vía respiratoria** (paso del aire entre las fosas nasales y la laringe).

Esófago

Anatomía. Órgano tubular de 20-25 cm de largo y de 2 a 3 cm de diámetro, tiene una luz virtual en reposo y real en la deglución. Comunica la faringe (**esfínter esofágico superior**) con el estómago (**orificio cardias**), delimitado por el esfínter cardias.

- **Esfínter.** Anillo de músculo involuntario, contraído en reposo. El esófago está situado entre la columna vertebral y la tráquea, atraviesa el diafragma en el hiato del esófago (orificio) y termina en la parte superior del estómago.

Función. Progresión del bolo alimenticio de la faringe al estómago (**deglución esofágica**) por las contracciones longitudinales (peristaltismo) de la túnica media (músculo liso).

Estómago

Órgano en forma de «J» con 1 a 1,5 L de capacidad, ubicado debajo del diafragma en la región superior y centro izquierda de la cavidad abdominal. Se comunica con el esófago mediante el **orificio del cardias** (delimitado por el esfínter cardias) y con el intestino delgado (duodeno) por el **orificio piloro** (delimitado por el esfínter pilórico).

Regiones del estómago

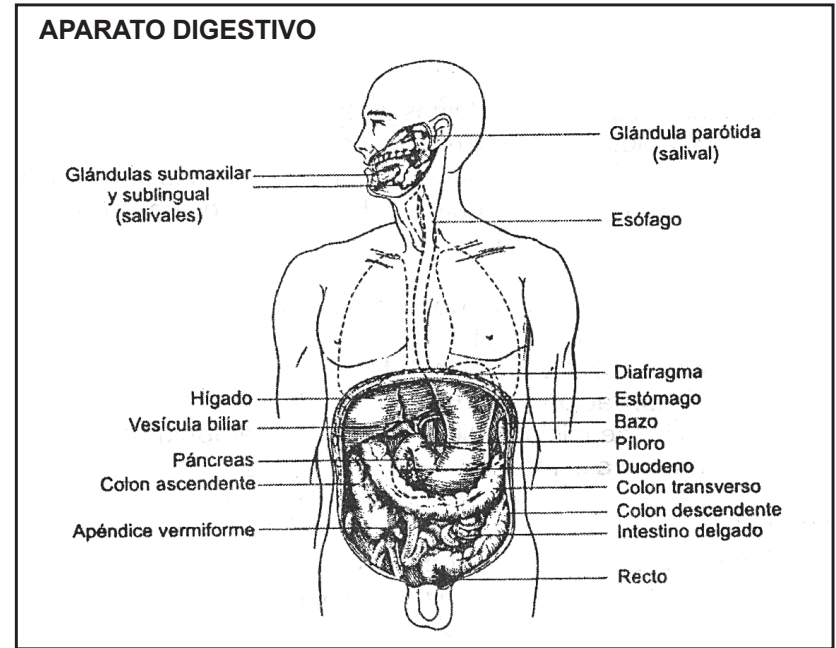
- Cardias:** Parte que rodea al orificio cardias.
- Fúndica:** Parte más alta y a la izquierda del cardias, generalmente contiene aire deglutido («cámara de gases»).
- Cuerpo.** Parte media y de mayor tamaño.
- Antro.** Parte más baja, se comunica con el duodeno por el orificio pilórico.

Estructura

La pared del estómago está constituida por: **Túnica interna** (mucosa y submucosa), **Túnica media** (músculo involuntario, con fibras musculares: oblicuas, circulares, longitudinales), **Túnica externa:** (serosa).

La **capa mucosa** posee numerosos pliegues que se extienden cuando el estómago se llena de alimentos y presenta las glándulas cardiales, fúndicas y pilóricas.

- Glándulas cardiales:** Se localizan en el. Secretan **mucus** (glucoproteína, es lubricante y antiácida).
- Glándulas fúndicas:** Se localizan en el fondo y el cuerpo; están constituidas por células principales, parietales y mucígenas.
 - Las **células principales** secretan **pepsinógeno** (enzima inactiva) y **lipasa gástrica** (hidroliza grasas de cadena corta en ácidos grasos y monoglicéridos).



- Las **células parietales** secretan ácido clorhídrico y el factor intrínseco. **El ácido clorhídrico** es antibacteriano, desnaturaliza proteínas y convierte al pepsinógeno en **pepsina** (hidroliza proteínas, desdoblándolas en péptidos). **El factor intrínseco** hace posible la absorción de la vitamina B12 en el intestino delgado (íleon).
 - Las **células mucígenas** secretan **mucus** (lubricante y antiácido, protector) de la mucosa.
- Glándulas pilóricas.** Se localizan en el antro. Secretan **mucus** y **gastrina** (células G de la capa mucosa), es una hormona que estimula las glándulas fúndicas y las contracciones del estómago (peristaltismo).

Jugo gástrico

Constituido por el conjunto de secreciones gástricas, tiene un pH de 1,5. El peristaltismo mezcla al bolo alimenticio con el jugo gástrico y forma el **quimo**. La pepsina inicia la digestión de las proteínas.

Control de la secreción gástrica

- Fase cefálica.** Consiste en activar reflejos al ver, oler y/o saborear el alimento y al pensar en ellos, estimula la secreción de jugo gástrico a través del nervio vago (décimo par craneal) y fibras parasimpáticas que estimulan e incrementan la secreción de jugo gástrico.

- b. **Fase gástrica.** La llegada del bolo alimenticio estimula la secreción de ácidos y enzimas. Los productos de la digestión proteica estimulan a las glándulas pilóricas a secretar **gastrina** (hormona) y ésta estimula a las glándulas fúndicas a secretar sus jugos digestivos.
- c. **Fase Intestinal.** Al pasar el **quimo ácido** al duodeno (primera porción del intestino delgado) induce la secreción de **secretina** (hormona de la mucosa duodenal) la que disminuye secreciones gástricas y estimula la secreción de jugo pancreático y bilis rica en bicarbonato.

Paso del quimo al duodeno

Es producto de las contracciones del estómago (peristaltismo) principalmente las del antro pilórico que obligan al quimo a pasar a través del píloro en forma intermitente (contracciones y relajaciones del esfínter píloro) formando pequeñas masas. La presencia de un **quimo graso** en el duodeno induce la secreción de secretina (hormona de la mucosa duodenal), inhibe las contracciones antrales y estimula las secreciones de **colecistocinina** (hormona duodenal) que induce la expulsión de bilis (vesícula biliar) y la secreción de jugo pancreático, rico en enzimas digestivas.

Absorción

En el estómago se absorben algunas sustancias como el agua, iones, alcohol y algunos fármacos como la aspirina.

Intestino delgado

Órgano tubular de 7 a 8 m de largo y 2,5 cm de diámetro; las dos últimas porciones (yeyuno e íleon) se repliegan y forman asas (14-16), ocupa la mayor parte de la cavidad abdominal y se fija a la pared posterior de ésta mediante un repliegue de su peritoneo visceral (**mesenterio**).

El **peritoneo** es una serosa (epitelio escamoso y tejido conjuntivo) que reviste la pared de la cavidad abdominal (**peritoneo parietal**) y la superficie de los órganos (**peritoneo visceral**) alojados en la cavidad abdominal.

El **intestino delgado** se comunica con el estómago por el **orificio píloro** y con el intestino grueso por el **esfínter ileocecal**; presenta las porciones:

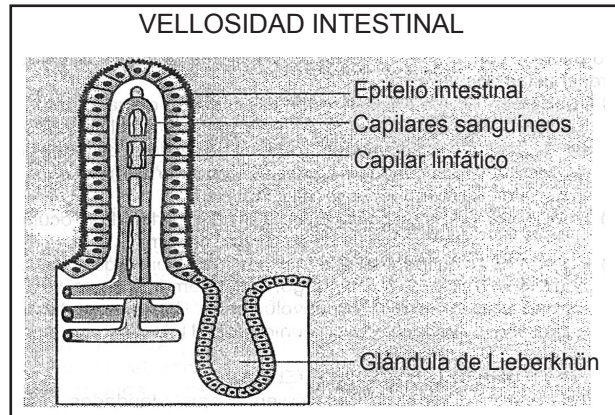
- a. **Duodeno.** Primera porción, de 24 a 25 cm de largo. Presenta 4 segmentos y en el segundo se encuentra la **ampolla de Vater** (rodeado por el esfínter de Oddi) donde desemboca el **conducto colédoco** (conduce bilis) y el **conducto de Wirsung** (conduce jugo pancreático).
- b. El **Yeyuno.** Segunda porción de 1,5 a 1,8 m de largo; ocupa la posición superior izquierda de la cavidad abdominal.
- c. El **Íleon.** Porción terminal 5 a 6 m de largo, ocupa la mayor parte de la cavidad abdominal; termina en la esfínter ileocecal y que la comunica con el intestino grueso.

Estructura del intestino delgado

- a. **Túnica Interna.** Formada por una mucosa (epitelio simple y tejido conjuntivo laxo) y una submucosa (tejido conjuntivo laxo). Presenta:
 - **Válvulas conniventes.** Pliegues (mucosa y submucosa) que aumenta el área de absorción.
 - **Vellosidades intestinales.** Se forman de la capa mucosa de las **válvulas conniventes** y sus células epiteliales (**enterocitos**) poseen **microvellosidades**, que aumenta más el área de absorción.
 - **Glándulas de Lieberkuhn.** Se encuentran entre las vellosidades intestinales. Secretan **jugo intestinal** (agua, iones, enterocinasas, dextrinasa, maltasa, sacarasa, lactasa, peptidasa, nucleosidasa).
 - **Células de Paneth:** secretan lisozima (bactericida) y pueden realizar fagocitosis.
 - **Glándulas de Brunner.** Se encuentran en la mucosa duodenal. Secreta **mucus** de función lubricante y antiácida.
 - **Placas de Peyer.** A nivel del íleon, son nódulos linfoides que contienen **linfocitos** que evitan el ingreso de bacterias a la circulación sanguínea.
- b. **Túnica media.** Músculo liso, formada por capas de fibras circulares (internas) y longitudinales (externas), responsables del peristaltismo
- c. La **Túnica externa.** Serosa (peritoneo visceral).

Función del intestino delgado

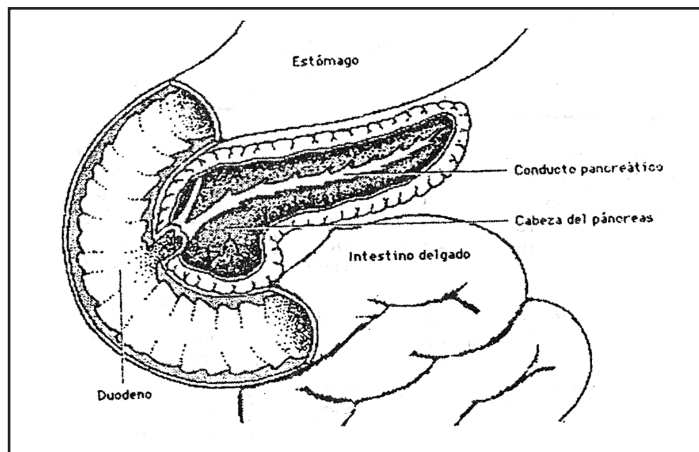
1. **Digestión.** El peristaltismo del intestino delgado produce la progresión y la mezcla del quimo, jugo intestinal, bilis y jugo pancreático y mucus formando el **quilo**. Termina la digestión de los alimentos.
2. **Absorción.** Paso de los productos finales de la digestión a las vellosidades intestinales por los enterocitos (transporte pasivo y activo) para llegar a los capilares sanguíneos y linfáticos. Se absorbe **agua** (8,3 L diarios), **iones**, los glúcidos se absorben como **monosacáridos** y las proteínas como **aminoácidos** llegando a los capilares sanguíneos mediante los enterocitos. Los lípidos son digeridos hasta monoglicéridos, ácidos grasos, colesterol y absorbidos como **quilomicrones** (gotitas de aproximadamente 1 µm), llegando a los capilares linfáticos a través de los enterocitos.



Glándulas anexas al intestino delgado

1. Páncreas

Glándula anfícina (exocrina y endocrina) retroperitoneal de 12 a 15 cm de largo y 2.5 cm de espesor, ubicado detrás del estómago. La **porción exocrina** (acinus) secreta **jugo pancreático** formado por agua, bicarbonato, amilasa pancreática, lipasa pancreática, tripsinógeno, quimotripsinógeno, procarboxipeptidasa, ribonucleasa, desoxirribonucleasa. La enterocinasa (jugo intestinal) convierte al tripsinógeno en tripsina y ésta convierte al quimotripsinógeno y procarboxipeptidasa en quimotripsina y carboxipeptidasa, respectivamente. El jugo pancreático tiene pH 8, se produce de 1200 a 1500 ml/día, y es vertido por el conducto de Wirsung (mayor) y el conducto de Santorini (menor, desemboca en el duodeno); el conducto de Wirsung se une al conducto colédoco (bilis) en la ampolla de Vater (duodeno). La **porción endocrina** (islotes de Langerhans) secretan hormonas: **glucagon** (células alfa), **insulina** (células beta), **somatostatina** (células delta) para regular la glucosa en la sangre.

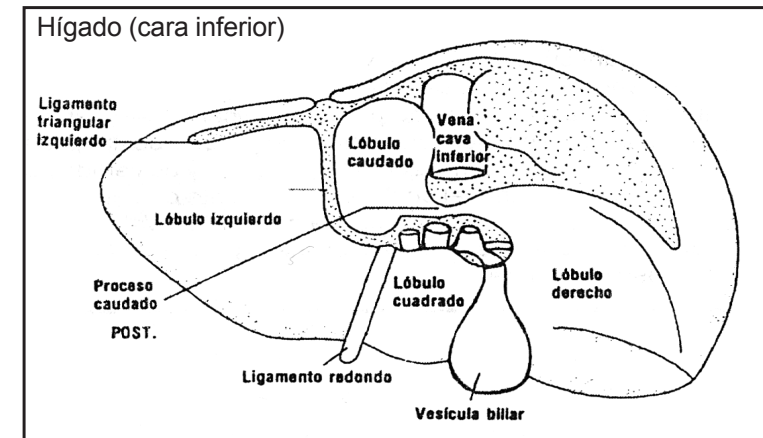


2. Hígado

Glándula más voluminosa, ubicada en la parte superior centro derecha de la cavidad abdominal por debajo del diafragma; está cubierto por la **cápsula de Glisson**, un repliegue peritoneal (**ligamento falciforme**) fija el hígado a la pared anterior del abdomen y el diafragma.

Posee una **cara superior** (convexa) y una **cara inferior** (cóncava) que presenta **surcos** (3), que la divide en **lóbulos**: derecho, izquierdo, anterior (cuadrado), posterior (caudado); en la confluencia (surco transversal) del lóbulo anterior y posterior se halla el **hilio hepático** que es vía para la arteria hepática (sangre oxigenada), vena porta (con productos de la digestión) y el conducto hepático (salida de bilis).

La unidad anatómica y funcional es el **lobulillo hepático** que contiene una vena centrolobulillar donde desembocan capilares (ramificación de la vena porta), y entre ellos se ubican los hepatocitos (forman la **trabécula de Remack**), que delimitan el **canaliculo biliar** (conducción de bilis); los **hepatocitos** reciben de los capilares nutrientes y materiales para realizar sus funciones (formar bilis, glucógeno). Las paredes de los capilares presentan las **células de Kuppfer** (macrófagos)



Funciones del Hígado

Las principales son:

- Biliógena:** Elabora **bilis** a partir de los productos de la destrucción de los eritrocitos viejos.
- Glucogénica:** Sintetiza y almacena **glucógeno** a partir de la glucosa de la absorción intestinal.
- Glucogenolítica.** Desdoblamiento de glucógeno a **glucosa**.
- Gluconeogénica.** Sintetiza **glucosa** a partir de lactato, aminoácidos, glicerol.
- Lipogénica.** Síntesis de **grasas** a partir de glucosa y aminoácidos. Síntesis de **colesterol**

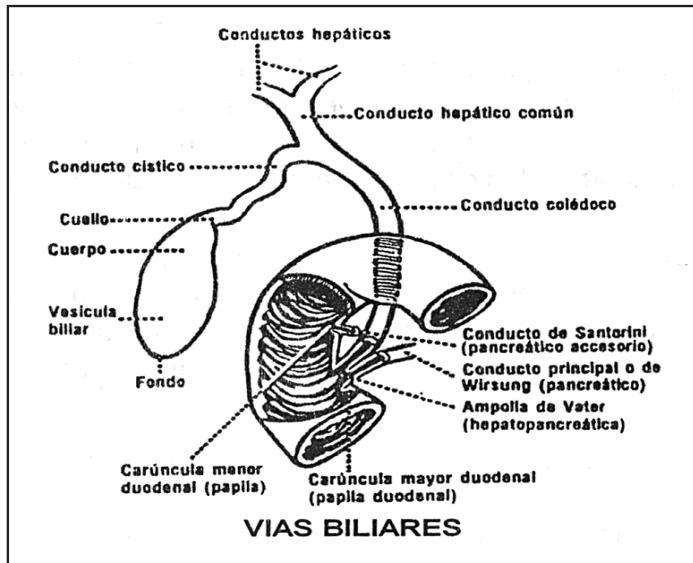
- f. **Hemocaterética.** Destrucción de **células sanguíneas viejas.**
- g. **Hematopoyesis fetal.** Formación de **células sanguíneas.**
- h. **Uropoyesis.** Síntesis de **úrea.**
- i. **Función antitóxica.** Neutraliza **toxinas.**
- j. **Función endocrina.** Secreta **somatomedina** (hormona del crecimiento).

Bilis: Líquido amarillo verdoso formado por agua, iones, bilirrubina (pigmento amarillo), lecitina, colesterol, ácidos y sales biliares. Actúa emulsionando (digestión mecánica) las grasas para que sean digeridas por la lipasa pancreática.

Vía biliar

Constituida por **conductos hepáticos** (derecho e izquierdo), **conducto hepático común**, **conducto cístico**, vesícula biliar (almacena bilis). El conducto hepático común y el conducto cístico forman el **conducto colédoco** que termina en la Ampolla de Vater.

La bilis es vertida al duodeno por la presencia de grasa en el duodeno, que estimulan a la mucosa la secreción de la hormona **colecistocinina (CCC)**, que induce la contracción de la vesícula biliar y la relajación del esfínter de Oddi de la Ampolla de Vater.



Intestino grueso

Órgano tubular de 1,5 a 2,0 m de largo, y 6,5 cm de diámetro. Se comunica con el intestino delgado por la válvula ileocecal y con el ano, en su trayecto está doblado y forma ángulos rectos (hepático y esplénico). Ubicado en la

cavidad abdominal y se fija a la pared posterior de esta por un repliegue de su peritoneo visceral (**mesocolon**). Tiene las porciones: **ciego**, **colon** (ascendente, transverso, descendente, sigmoideo) y **recto** (20 cm de largo).

El **ciego** (6 cm de largo) es la porción más dilatada y presenta el **apéndice cecal** (8 cm de largo), que es vermiforme y posee tejido linfático que sirve de defensa. Los músculos longitudinales externos (túnica muscular), músculo liso, se agrupan en cintas "**tenias**" (3), su contracción tónica forma bolsas (**haustras**). La mucosa de la túnica interna posee abundantes células mucígenas (secretan mucus lubricante) y la submucosa está infiltrada de linfocitos (defensa).

Función del intestino grueso: Absorción de **agua** (0,9 litros/diarios), iones, vitaminas K y algunas del complejo B que han sido sintetizadas por bacterias mutualistas. Del quilo se forma una masa semisólida, **bolo fecal** (heces) que está formado por agua, iones restos celulares, celulosa, productos de descomposición bacteriana como indol y escatol.

Ano

Abertura terminal del tubo digestivo delimitado por un **esfínter interno** (músculo involuntario) y un **esfínter externo** (músculo voluntario). La **defecación** (vaciado rectal) es un acto reflejo que se facilita por las contracciones voluntarias del diafragma y músculos abdominales y la relajación de los esfínteres del ano.

Vitaminas

Nutrientes orgánicos no sintetizadas por nuestro organismo y que se requieren en cantidades pequeñas (miligramos o microgramos diarios) para un metabolismo normal. Comúnmente actúan como coenzimas, sin función energética ni estructural. Su carencia produce estados patológicos específicos y su exceso puede ser perjudicial. Abundan en los alimentos, especialmente de origen vegetal.

Clasificación de las vitaminas (por su solubilidad en el aceite o en el agua)

- **Liposolubles:** Se absorben junto con otros lípidos en el intestino delgado, pueden ser almacenados (hepatocitos). Comprende a las **vitaminas A, D, E y K.**
- **Hidrosolubles.** Se absorben junto con el agua en el estómago y los intestinos, no son almacenadas y son excretadas con la orina. Comprende al **complejo B** y la **vitamina C.**

Vitamina A (retinol)

Fuentes: Leche, mantequilla, aceites, hígado, zanahoria, otras verduras y frutas amarillas. Se almacena en el hígado, en determinados tipos de grasas.

Funciones: Mantiene íntegro los epitelios. Fundamental en síntesis de pigmentos visuales (rodopsina), influye también en el desarrollo normal de los huesos. Es tóxica en grandes cantidades.

Deficiencias: Ceguera nocturna, sensibilidad a infecciones, epitelio normal es reemplazado por epitelio estratificado y queratinizado en el ojo, conductos respiratorios, digestivos y genitourinarios. La queratinización del epitelio disminuye su resistencia a infecciones. Xeroftalmia.

Vitamina D (calciferol)

Fuentes: Aceites, hígado de pescado, mantequilla, alimentos grasos (con esteroides) radiados con luz ultravioleta. Sintetizado en la piel humana por exposición a la luz ultravioleta solar.

Funciones: Metabolismo del Ca y P. Crecimiento de huesos. Tóxica en altas dosis.

Deficiencia: Raquitismo; desarrollo anormal de huesos y dientes. En el adulto osteomalacia.

Vitamina E (Tocoferol)

Fuentes: Bien distribuida en alimentos vegetales y animales (yema de huevo y aceite vegetal).

Funciones: Antioxidante; protege contra el cáncer.

Deficiencia: Fragilidad en la membrana del glóbulo rojo, distrofia muscular.

Vitamina K (Filoquinona)

Fuentes: Espinacas; otras verduras verdes (lechuga). Sintetizado por bacterias intestinales).

Funciones: Necesaria en la síntesis de protrombina.

Deficiencia: Disminuye la velocidad de coagulación.

Vitamina B1 (Tiamina)

Fuentes: Carne, hígado, cereales con cáscara, levadura de cerveza, nueces, yema de huevo.

Funciones: Coenzima en la respiración celular (metabolismo de los glúcidos)

Deficiencias: Beriberi (atrofia muscular), daños en nervios y corazón. Falta de coordinación, trastornos reproductivos. Fatiga, falta de apetito. Aumento de ácido pirúvico en la sangre. Polineuritis.

Vitamina B2 (Riboflavina)

Fuentes: Hígado, huevos, queso, leche, verduras, frutas, levaduras. Todos los animales requieren de esta vitamina a excepción de los rumiantes. Suero de leche (lactoflavina).

Funciones: Estimula procesos de asimilación de carbohidratos, metabolismo de aminoácidos. Funciona en el cuerpo como componente de varios sistemas enzimáticos. Mantenimiento de mucosas.

Deficiencias: Inflamación de la lengua, comisuras, ojos; debilidad general, detención del crecimiento, Queilosis, dermatitis.

Vitamina B3 (niacina o ac. nicotínico)

Fuentes: Carne, leche, levaduras, huevos, verduras frescas, hígado.

Funciones: Estimula funcionamiento de enzimas de metabolismo o factor PP. Celular. Componentes de las coenzimas Co I, y Co II. Mantenimiento de los epitelios de piel y aparato digestivo. Func. nervioso normal.

Deficiencias: Pelagra (dermatitis, diarrea y demencia).

Vitamina B6 (piridoxina)

Fuentes: Levadura de cerveza, hígado, carne, huevos, cereales con cáscara, grasas, vegetales.

Funciones: Metabolismo de proteínas y grasas

Deficiencias: Lesiones cutáneas.

Vitamina B9 (ác. fólico)

Fuentes: Verduras verdes de hojas. Sintetizadas por bacterias intestinales.

Funciones: Síntesis de coenzimas del metabolismo del ácido nucleico. Formación de glóbulos rojos.

Deficiencia: Anemia macrocítica (eritrocitos gigantes).

Vitamina B12 (cianocobalamina)

Fuentes: Hígado, carne, huevo y leche.

Funciones: Estimula la eritropoyesis.

Deficiencia: Anemia perniciosa. Crecimiento lento, Ataxia, pérdida de memoria.

Vitamina C (ác. ascórbico)

Fuentes: Frutas cítricas, tomates, ají, pimiento, lechuga, alfalfa, verduras verdes.

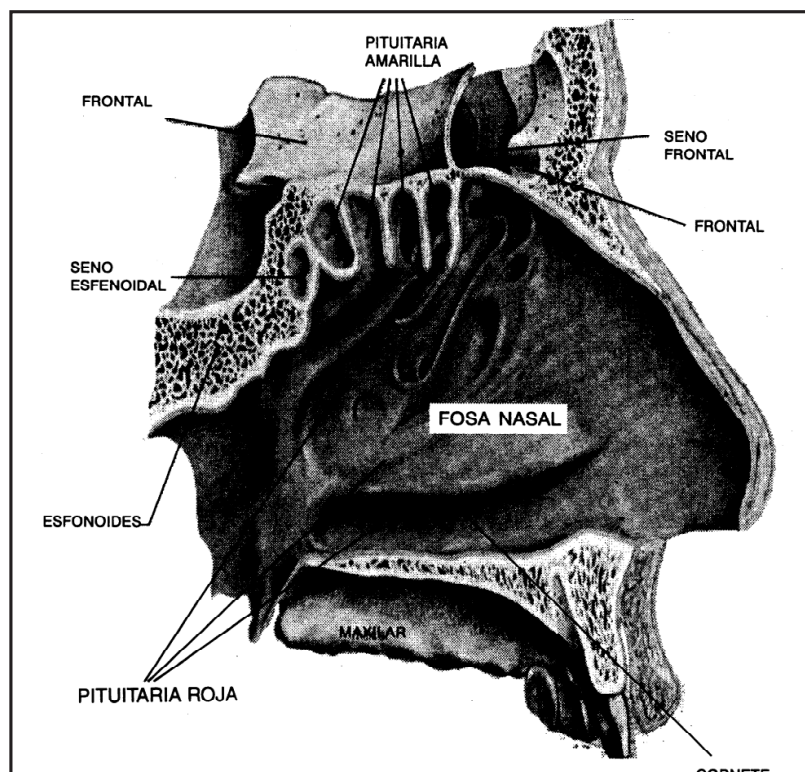
Funciones: Integridad de paredes capilares, cemento intercelular.

Deficiencia: Escorbuto, fragilidad capilar (equimosis), piorrea.

Aparato Respiratorio

El aparato respiratorio está constituido por un conjunto de órganos que realizan el **intercambio del oxígeno molecular (O₂) y el dióxido de carbono (CO₂)** entre el aire y el organismo humano. Comprende:

- a. **Porción conductora:** Fosas nasales (nariz), faringe, laringe, tráquea, bronquios, bronquiolo. Son vías para el **ingreso** y la **salida del aire** en los pulmones.
- b. **Porción respiratoria:** **Árbol bronquial** (bronquiolo terminal, bronquiolo respiratorio, conductos alveolares, sacos alveolares) y **alvéolos** (lugar del **intercambio gaseoso entre el aire y la sangre**). El árbol bronquial y los alvéolos constituyen el pulmón.



Porción conductora

1. Fosas nasales

Son cavidades (2) formadas por el **tabique nasal** en la cavidad nasal de la nariz. Presentan:

- **Región vestibular.** Cubierta por epitelio estratificado plano no queratinizado; posee pelos (**vibrisas**) para retener partículas grandes de polvo.
- **Región respiratoria.** Cubierta por la **mucosa pituitaria roja**, posee numerosos vasos sanguíneos. Lugar donde se calienta y humedece el aire inspirado.
- **Región olfatoria.** Porción superior cubierta por la **mucosa pituitaria amarilla**, posee neuronas olfatorias receptoras de olores (estímulos).

Mucosa pituitaria está formada por epitelio pseudoestratificado cilíndrico ciliado con células caliciformes que producen **mucus** (humedece el aire inspirado y retiene partículas muy pequeñas de polvo).

Senos paranasales. Cavidades óseas cubiertas por una mucosa pituitaria roja con glándulas productoras de moco, el cual es vertido hacia la fosa nasal. Actúan como cajas de resonancia para la voz y reducen el peso de los huesos de la cabeza.

2. Faringe

Órgano tubular músculo membranoso, comprende las porciones:

Nasofaringe. Se comunica con las fosas nasales por las **coanas** (2) y con el oído medio (2) por las **trompas de Eustaquio** (2; es vía para el aire).

Orofaringe. Se comunica con la boca (istmo de las fauces) y es vía para el aire y el bolo alimenticio.

Hipofaringe. Parte inferior de la faringe, se comunica con el esófago (esfínter esofágico superior) y la laringe (aditus), es vía para el aire y el bolo alimenticio.

3. Laringe

Tubo corto que conecta la hipofaringe con la tráquea, su pared está constituida por **cartilagos impares** (epiglotis, tiroides, cricoides) y **cartilagos pares** (aritenoides, corniculados, cuneiformes). la mucosa laríngea forma pliegues (2 pares).

- **Pliegues vestibulares superiores:** Son cuerdas vocales falsas.
- **Pliegues vocales inferiores:** Son **cuerdas vocales verdaderas**.
- **Glottis.** Espacio comprendido entre las cuerdas vocales verdaderas. Al aumentar la presión de la salida del aire de los pulmones, hace vibrar a las cuerdas vocales verdaderas y produce la voz (fonación).

En la deglución faríngea, la laringe se eleva por acción de su musculatura, y el movimiento de la epiglotis hacia atrás y abajo cierra la glotis, así se impide la entrada de alimentos a la vía respiratoria.

4. **Tráquea**

Conducto tubular que se extiende desde la laringe hasta el nivel de la vértebra T5 donde se bifurca en bronquios primarios, formados por la yuxtaposición de **cartilagos hialinos** (16 a 20) en forma de herradura, cuyos extremos dorsales están unidos por músculo liso. La superficie interna presenta un epitelio seudo estratificado ciliado con células caliciformes secretoras de mucus.

5. **Bronquios**

La bifurcación de la tráquea forma los **bronquios primarios** derecho (corto, ancho, más oblicuo) e izquierdo (largo, angosto, menos oblicuo) y se introducen en los pulmones respectivos y se ramifican en **bronquios secundarios** o lobulares (3 en el pulmón derecho, 2 en el pulmón izquierdo), estos se ramifican en **bronquios terciarios** o segmentarios (10 en el pulmón derecho, 8 en el pulmón izquierdo). Los bronquios primarios poseen anillos cartilagosos incompletos y los bronquios intrapulmonares (secundarios y terciarios) poseen placas cóncavas cartilaginosas rodeadas de músculos lisos.

6. **Bronquiolos**

Son numerosos, se forman de la ramificación de los bronquiolos terciarios y cada uno se introduce a un lobulillo pulmonar.

Pulmones

Órganos cónicos, ubicados en la cavidad torácica, cada uno envuelto por la pleura; dejan un espacio entre sí (mediastino).

Pleura. Membrana serosa sacular, formada por una **hoja parietal** (contacta con la parte interna de la caja torácica) y una **hoja visceral** (reviste al pulmón), entre ambas hojas está la **cavidad pleural** con el **líquido pleural** (seroso), lubricante.

Partes de cada pulmón

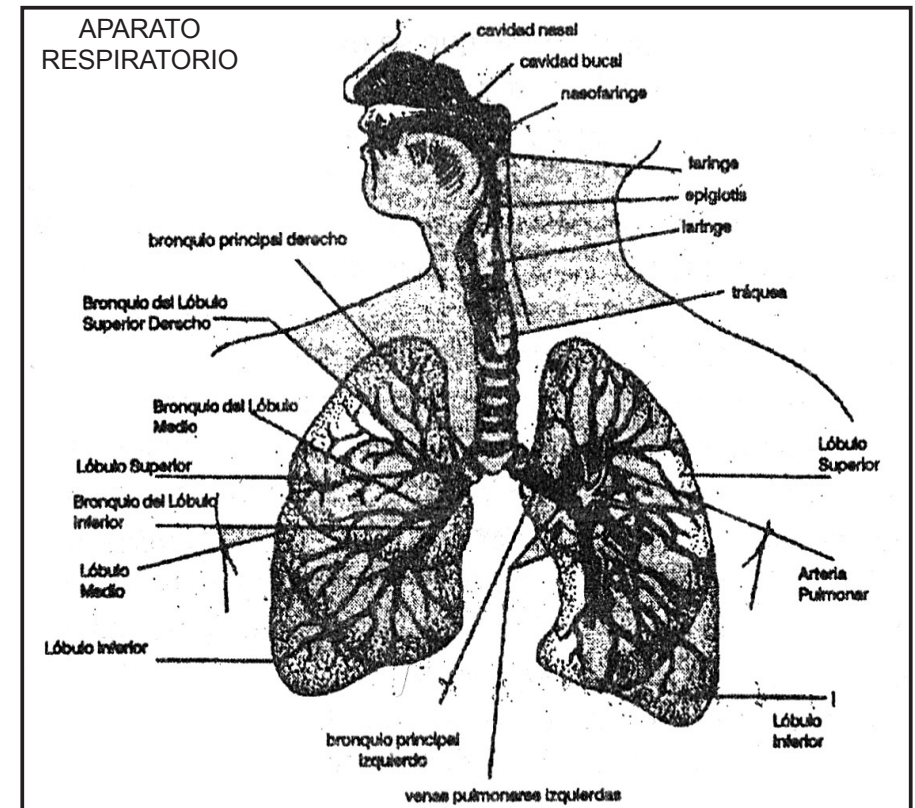
- **Base.** Parte inferior y cóncava, sobre el diafragma.
- **Vértice.** Parte superior, por encima de la clavícula.
- **Superficie costal.** Superficie adyacente a las costillas.
- **Superficie mediastinal.** Parte interna, presenta al **hilio pulmonar**, que es vía para el **pedículo pulmonar** (bronquios, vasos sanguíneos, nervios).

Cisuras pulmonares

- 2 cisuras (**horizontal** y **oblicua**) en el pulmón derecho.
- 1 cisura (**oblicua**) en el pulmón izquierdo.

Lóbulos pulmonares

- 3 lóbulos (**superior, medio e inferior**) en el pulmón derecho.
- 2 lóbulos (**superior e inferior**) en el pulmón izquierdo.



Porción respiratoria

Cada **lóbulo pulmonar** está dividido en segmentos **bronco-pulmonares** y cada uno de estos en numerosos lobulillos pulmonares.

El **lobulillo pulmonar** es la unidad anátomo-fisiológica del pulmón; se forma de la ramificación del bronquiolo. Cada bronquiolo se ramifica en **bronquiolos terminales, bronquiolos respiratorios y conductos alveolares** que se introducen en los **sacos alveolares** y éstos poseen numerosos **alvéolos**.

Los alvéolos son sacos con 200 a 300 um de diámetro cada uno y forman un área de 70 m². El **alvéolo** está rodeado por capilares sanguíneos y las paredes de ambos constituyen:

Membrana alvéolo-capilar (respiratoria): realiza el intercambio de O₂ y CO₂ entre el aire y la sangre (**respiración externa**) y está constituida por:

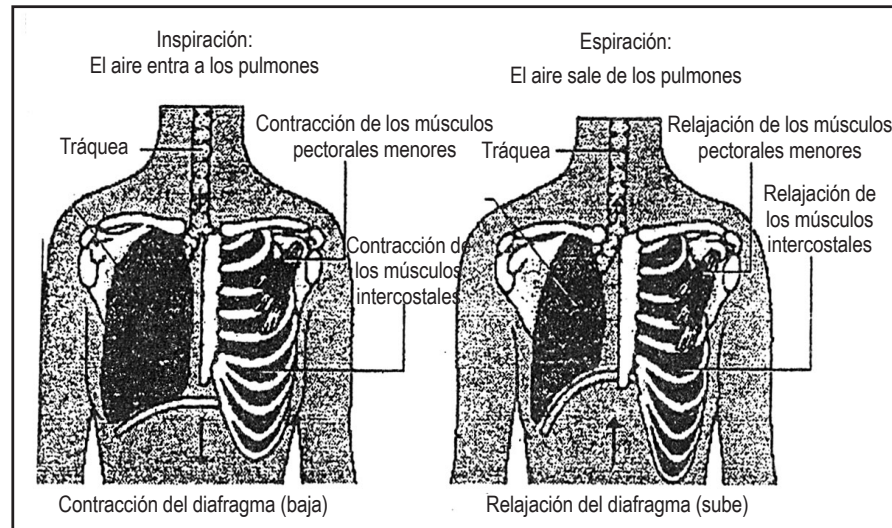
1. **Sustancia surfactante.** Es secretada por los neumocitos II, formada por fosfolípidos y lipoproteínas. Evitan el colapso de los alvéolos.
2. **Epitelio alveolar.** Capa de células aplanadas (**neumocitos I y II**) y **macrófagos** («células en polvo») que capturan partículas extrañas en el aire inspirado.
3. **Membrana basal del epitelio alveolar y del endotelio capilar** formada por fibras reticulares y proteínas, permiten el paso de sustancias.
4. **Endotelio del capilar sanguíneo:** endotelio mono-estratificado plano.

Fisiología respiratoria

Comprende a: ventilación, intercambio gaseoso y transporte de gases.

1. Ventilación

- a. **Inspiración.** Ingreso del aire a los pulmones. Se produce cuando la presión del aire pulmonar es menor (758 mmHg = -2) que la presión atmosférica (760 mmHg = 0). Esto se logra por la contracción del diafragma (baja) y los músculos intercostales externos que distienden la caja torácica y con ello el volumen pulmonar aumenta y baja la presión dentro de los pulmones permitiendo el ingreso del aire.
- b. **Espiración.** Salida del aire de los pulmones. Se produce cuando la presión del aire pulmonar es mayor (762 mmHg = +2) que la presión atmosférica. Esto se logra al relajarse el diafragma (sube) y los músculos intercostales, con lo que la caja torácica disminuye su volumen y comprime los pulmones.



Músculos inspiratorios

Aumentan el volumen del pulmón, creando una presión negativa intrapulmonar (-2 = 758 mmHg). Los más importantes son el diafragma y los intercostales externos. En una **inspiración forzada**, también intervienen los escalenos y el esternocleidomastoideo.

Músculos espiratorios

Disminuye el volumen pulmonar, creando una presión positiva intrapulmonar (+2 = 762 mmHg). La espiración es consecuencia de una actividad pasiva al relajarse el diafragma y los intercostales externos. En una **espiración forzada** intervienen los músculos abdominales y los intercostales internos

Frecuencia respiratoria

Una secuencia de inspiración y espiración constituye una respiración. La frecuencia respiratoria en un adulto normal en reposo es de 12-14 respiraciones por minuto. Puede alterarse debido a la producción de dióxido de carbono.

Volúmenes pulmonares

1. **Volumen corriente** (volumen tidal). Volumen de aire inspirado en cada **respiración normal**; es de aproximadamente **500 ml**.
2. **Volumen de reserva Inspiratoria.** Volumen de aire que puede inhalarse en una **inspiración forzada**, además del volumen corriente. Su valor es de **3100 ml**.
3. **Volumen de reserva espiratoria.** Volumen de aire que puede ser expulsado en una **espiración forzada** después de una espiración normal; es en promedio de **1200 ml**.
4. **Volumen residual.** Volumen de aire que queda en el pulmón después de una espiración forzada. Es en promedio **1200 ml**.
5. **Volumen minuto pulmonar** o Ventilación Pulmonar. Es el volumen que entra o sale del pulmón en 1 minuto respirando normalmente. Es calculado así: Vol. corriente x Frecuencia respiratoria = 500 ml x 12 resp/min = **6000 ml/min**.

Capacidades pulmonares

1. **Capacidad vital.** Volumen de aire que se moviliza mediante una secuencia de inspiración y espiración forzadas. Es igual a: Vol. Corriente + Vol. de Reserva Inspiratoria + Vol. de Reserva Espiratoria = **4800 ml**.
2. **Capacidad pulmonar total.** Capacidad vital + volumen residual = 4800 ml + 1200 ml = **6000 ml**.

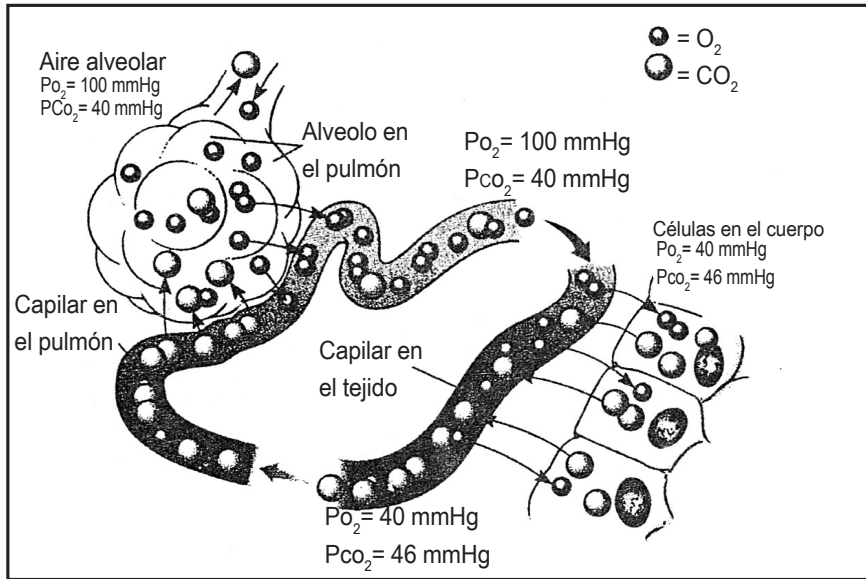
2. **Intercambio gaseoso** (hematosis)

El intercambio gaseoso entre la sangre de los capilares pulmonares y el aire alveolar se lleva a cabo por **difusión simple** (transporte pasivo) a través de la membrana alvéolo capilar; el flujo de gases se lleva a cabo de las zonas de mayor a las de menor presión parcial.

El **oxígeno molecular** (O₂) que ingresa con el aire inspirado llega al alvéolo y atraviesa la membrana alvéolo capilar, llegando finalmente al glóbulo rojo y el plasma sanguíneo.

El **dióxido de carbono** (CO₂) presente en el glóbulo rojo y al plasma sanguíneo atraviesa la membrana alvéolo capilar para llegar al alvéolo y ser evacuado en la espiración.

La velocidad de la hematosis se ve incrementada por la delgadez de la membrana alvéolo capilar (menor de 0,5 mm) y por su gran superficie (50-70 m²).



3. **Transporte gaseoso**

- a. **Transporte de oxígeno molecular hacia los tejidos:** Se realiza unido a la hemoglobina (eritrocitos) como **oxihemoglobina** (HbO₂, 97% del total de O₂ transportado) y disuelto en el **plasma sanguíneo** (3% del O₂ transportado).
- b. **Transporte del dióxido de carbono de los tejidos hacia los alvéolos pulmonares:** Se realiza como **ion bicarbonato** (HCO₃⁻: 70% del CO₂ transportado), unido a la hemoglobina (eritrocito) como **carbaminohemoglobina** (HbCO₂: 23% del CO₂ transportado) y disuelto en el **plasma sanguíneo** (7% del CO₂ transportado).

Regulación de la respiración

a. **Control nervioso**

El centro respiratorio se compone de áreas en el bulbo raquídeo y la protuberancia anular. El **bulbo raquídeo** controla el **ritmo básico de la respiración** (área de ritmicidad: inspiración y espiración). La **protuberancia anular** limita el tiempo de la inspiración (**área neumotáxica**) e inhibe la espiración (**área apneústica**), su lesión produce apneusis: paro respiratorio.

b. **Control químico**

1. El aumento de pCO₂, por encima de 40 mmHg (hipercapnia), estimula los quimiorreceptores en el bulbo raquídeo y activa al centro inspiratorio, produciendo un aumento en la velocidad de la respiración (hiperventilación), eliminando más CO₂ hasta que pCO₂ sea normal.
2. La caída de pO₂ a 60 mmHg estimula los receptores de oxígeno y activa el centro inspiratorio.
3. La disminución del pH estimula a los quimiorreceptores de los cuerpos carotídeos, aórticos y bulbares.

UNIDAD 12

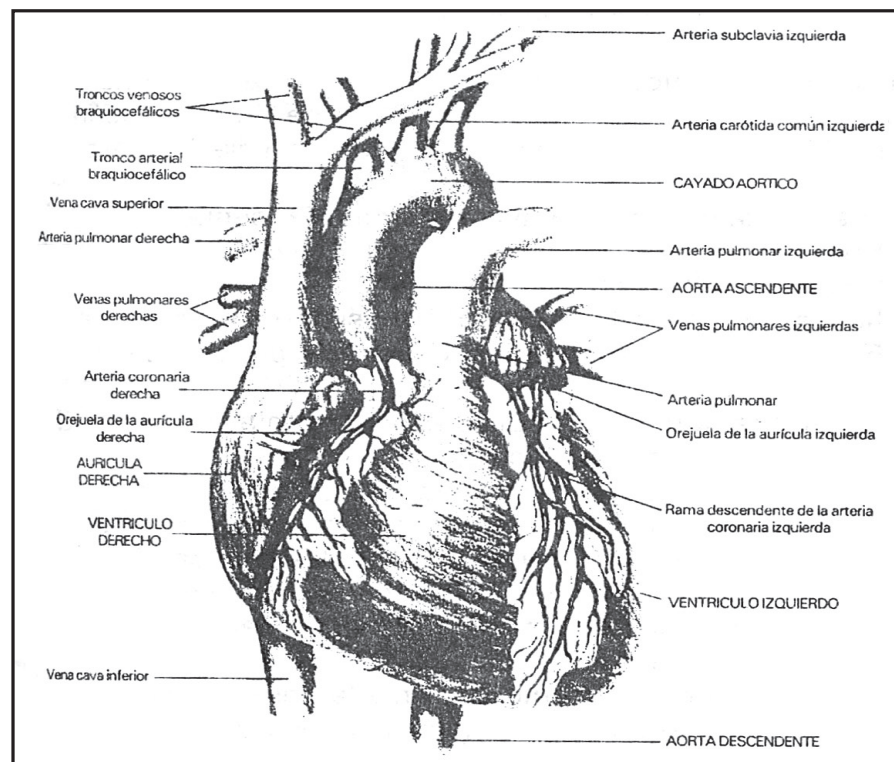
Aparato Circulatorio

Está constituido por órganos y vasos encargados de la **circulación de la sangre** (aparato cardiovascular) y la **linfa** (sistema linfático).

Aparato Cardiovascular

Está constituido por el **corazón** y los **vasos sanguíneos**.

La **sangre** está constituida por el **plasma** (transporta nutrientes, O₂, CO₂, hormonas y sustancias de desecho), **glóbulos rojos** (transporta O₂, CO₂), **glóbulos blancos** (defensa) y **plaquetas** (coagulación sanguínea: hemostasis); los glóbulos y las plaquetas se forman (hematopoyesis) en la **médula ósea roja**.



I. Corazón

Órgano musculoso y hueco que recibe y expelle sangre; su peso varía de 250 a 300 gr, ocupa el mediastino inferior y medio.

El **mediastino** es el espacio limitado por los pulmones (caras internas), esternón (adelante), columna vertebral (atrás), diafragma cérvico-torácico (arriba) y el diafragma (abajo).

Forma y orientación: Forma de cono aplanado de adelante hacia atrás, con la base hacia arriba a la derecha y hacia atrás, y el vértice hacia abajo, a la izquierda y adelante.

Pericardio: Es una membrana fibroelástica que envuelve al corazón y consta de dos capas:

1. **Pericardio fibroso:** externa con tejido conjuntivo fibroso.
2. **Pericardio seroso:** interno, formado por 2 hojas con mesotelio y tejido conjuntivo cada una, y son: **hoja parietal** (unida al pericardio fibroso) y **hoja visceral** (cubre al miocardio).

Cavidad pericárdica, espacio entre las dos hojas del pericardio seroso; normalmente contiene de 10 a 20 ml de **líquido pericárdico**, el cual actúa como lubricante para facilitar los movimientos del corazón.

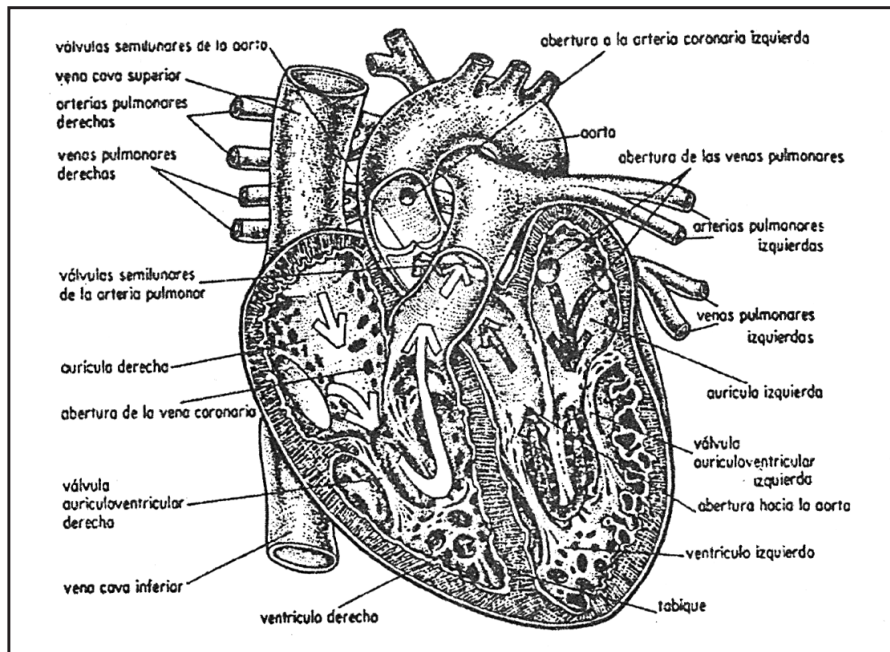
Histología de las paredes cardíacas: Presenta tres capas:

- **Endocardio:** interna formada por epitelio monoestratificado plano y tejido conjuntivo laxo.
- **Miocardio:** media formada por el músculo cardíaco.
- **Epicardio:** externa, es la hoja visceral del pericardio seroso.

Configuración Interna: El corazón presenta cuatro cavidades: dos aurículas y dos ventrículos.

1. **Aurículas.** Cavidades superiores, de paredes delgadas; reciben la sangre que llega a través de las venas.
 - **Aurícula derecha.** En ella terminan la **vena cava superior**, **vena cava inferior** (con válvulas de Eustaquio) y **vena coronaria** (con válvulas de Thebesio); recibe sangre venosa.
 - **Aurícula izquierda.** En ella terminan las **venas pulmonares** (4); recibe sangre arterial.
 - **Tabique interauricular.** Lámina de miocardio que separa ambas aurículas. En la vida fetal se comunican a través del **agujero de Botal**, el cual se cierra después del nacimiento y queda como vestigio la **fosa oval**.
2. **Orificios aurículo ventriculares.** Vía que comunica la aurícula con el ventrículo del mismo lado. En estos se encuentran las válvulas aurículo ventriculares:

- Orificio a-v derecho; **válvula tricúspide** (3 valvas).
 - Orificio a-v izquierdo; **válvula bicúspide** (2 valvas) o mitral.
Las válvulas aurículo ventriculares impiden el retroceso de la sangre durante el sístole ventricular.
3. **Ventrículos.** Cavidades inferiores de paredes gruesas y separadas por el tabique **interventricular** (pared gruesa del miocardio).
- **Ventrículo derecho.** En forma de prisma triangular. De ella nace la **arteria pulmonar** (conduce sangre venosa hacia los pulmones) y allí se encuentra la **válvula sigmoidea pulmonar**.
 - **Ventrículo izquierdo.** En forma de cono. Da origen a la **arteria aorta** (conduce sangre arterial hacia las células de los tejidos), donde se encuentra la **válvula sigmoidea aórtica**. Su pared es más gruesa (1.5 cm) que la del ventrículo derecho (0.5 cm).
La superficie interna de los ventrículos es rugosa por la presencia de columnas carnosas que pueden ser:
 - **De primer orden:** «Pilares» donde se insertan las cuerdas tendinosas y se unen a las valvas de las válvulas auriculoventriculares.
 - **De segundo orden:** Como puentes.
 - **De tercer Orden:** Pequeñas prominencias.



II. **Vasos sanguíneos**

Arterias. Nacen en los ventrículos del corazón y terminan en los capilares de todos los tejidos; poseen válvulas sigmoideas solo en el inicio. Poseen tres tunicas: **interna** o íntima (endotelio, tejido conjuntivo), **media** (membrana elástica y tejido muscular liso) y **externa** o adventicia (tejido conjuntivo laxo). En las grandes arterias posee pequeños vasos (vasa vasorum) que nutren las tunicas media y adventicia.

Venas. Nacen en las vénulas y terminan en las aurículas del corazón. Presentan válvulas en su recorrido, principalmente en los miembros inferiores; tiene las tunicas que posee una arteria, excepto la membrana elástica.

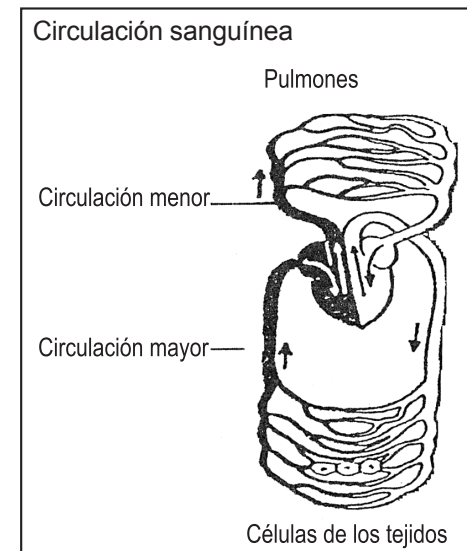
Capilares. Son los vasos más pequeños (7 a 9 um de diámetro) se encuentran en todos los tejidos a excepción del epitelial. Nacen de las metaarteriolas, y al unirse terminan formando las vénulas. Tienen una sola túnica (endotelio) sin poros (capilar continuo) o con poros (capilar fenestrado), lugar del intercambio de materiales entre la sangre y las células de los tejidos.

III. **Circulación sanguínea**

Por su grado de perfección e itinerario es:

- **Cerrada:** La sangre no sale de los vasos sanguíneos.
- **Completa:** No existe mezcla de sangre arterial con sangre venosa.
- **Doble:** La sangre circula por dos circuitos.

a. **Circulación menor** (pulmonar). Se inicia en el **ventrículo derecho** y por la arteria pulmonar llega a los **pulmones**, donde se realiza el intercambio gaseoso (respiración externa) entre la sangre y el aire alveolar, y por las venas pulmonares termina en la **aurícula izquierda**.



- b. **Circulación mayor** (sistémica). Se inicia en el **ventrículo izquierdo** y por la arteria aorta llega a la **célula de los órganos**, donde se realiza el intercambio gaseoso (respiración interna) y materiales entre la sangre y la células de los órganos, y por las venas cavas termina en la **aurícula derecha**.

IV. Circulación linfática

Sistema linfático

Conjunto de vasos que nacen en los **capilares linfáticos** ciegos y forman **vasos linfáticos**, que a su vez forman **grandes vasos linfáticos**, los cuales terminan en determinados troncos venosos del aparato cardiovascular.

Los **capilares linfáticos** (epitelio monoestratificado plano) recolectan el líquido intersticial (llena los espacios intercelulares de la mayoría de tejidos) y una vez incorporados constituyen la linfa.

La **linfa** es un líquido incoloro, contiene pocas proteínas y numerosos linfocitos, pueden contener ácidos grasos (producto de la absorción intestinal) formando una emulsión blanquecina (quilomicrón); la parte acuosa y las proteínas derivan de la sangre filtradas a través de la pared de los capilares sanguíneos (endotelio).

La linfa es conducida por:

- La **gran vena linfática derecha**. La cual recoge la linfa de la pared derecha de la cabeza y del cuello, parte derecha del tórax y el brazo derecho; desemboca en la confluencia de la vena yugular derecha y vena subclavia derecha.
- El **conducto torácico**. Es el más importante; recoge la linfa del resto del cuerpo y desemboca en la confluencia de la vena yugular izquierda y vena subclavia izquierda.

Funciones de la circulación linfática

- Retornar a la sangre el líquido y proteínas filtrados a nivel de los capilares sanguíneos, manteniendo estable la composición y volumen del líquido tisular.
- Llevar a la sangre linfocitos producidos en los órganos linfáticos.
- Llevar los lípidos absorbidos por la mucosa intestinal a la sangre.

Ganglios y órganos linfáticos. Poseen **tejido linfoide** formado por **linfocitos**, vasos linfáticos y sanguíneos (aferentes y eferentes).

- **Ganglios linfáticos**. Producen linfocitos y poseen macrófagos, ambos eliminan bacterias y sustancias extrañas de la linfa. Están en el cuello, axilas, abdomen e ingle.
- **Amígdalas**. En la faringe.
- **Placas de Peyer**. En los intestinos.
- **Timo**. Detrás del esternón; aquí maduran los linfocitos T. Decrecen o involucionan en el adulto.
- **Bazo**. En el abdomen (hipocondrio izquierdo); es el lugar de mayor acumulación de linfocitos, presenta una **pulpa blanca** (linfocitos) y una **pulpa roja** (con capilares sanguíneos) y sus macrófagos destruyen glóbulos rojos viejos (hemocateresis).

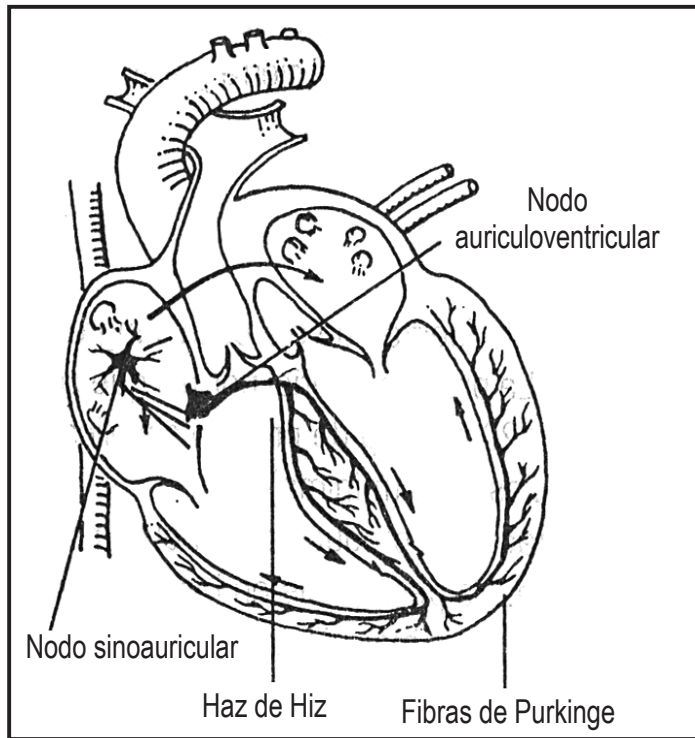
Fisiología cardiovascular

1. Origen del latido cardíaco y actividad eléctrica del corazón

Depende de la activación de fibras cardíacas especializadas que forman el **sistema nodal**; es generado por impulsos eléctricos que se propagan en todo el miocardio de las aurículas y ventrículos, estos se activan y se contraen en forma sucesiva para que el corazón funcione como una bomba expelente. Las fibras simpáticas y parasimpáticas regulan dicha contracción, pero no las originan.

El sistema nodal es responsable del automatismo cardíaco y comprende

- Nodo sinusal o sinoauricular**. Es el **marcapaso principal**, inicia la actividad eléctrica con una frecuencia de 60 a 90 impulsos por minuto. Desencadena el latido cardíaco y regula la frecuencia de la contracción (marcapaso).
- Fibras internodales (3)**. Conducen los impulsos desde el nódulo sinusal (cerca a la desembocadura de la vena cava superior) hasta el nódulo auriculoventricular.
- Nodo aurículo ventricular**. Retarda ligeramente la conducción eléctrica para que se contraigan primero las aurículas y luego los ventrículos. Considerado como el **marcapaso accesorio**.
- Haz de Hiz**. Ubicado en el tabique interventricular. Se bifurca y sus ramas forman las fibras de Purkinge.
- Fibras de Purkinge**. Se distribuyen en el miocardio para excitar a las fibras musculares de los ventrículos.



2. Ciclo cardíaco

En forma general se divide en **sístole** (contracción) y **diástole** (relajación). En forma más detallada se divide en 4 fases:

- Llenado:** Las válvulas a-v están abiertas, la sangre fluye de la aurícula al ventrículo correspondiente; las válvulas sigmoideas están cerradas.
- Contracción isovolumétrica:** Los ventrículos se contraen, se cierran las válvulas auriculoventriculares, las válvulas sigmoideas permanecen cerradas; la presión se eleva dentro de la cavidad.
- Eyección:** Se inicia con la apertura de las válvulas sigmoideas aórtica y pulmonar; la sangre fluye del ventrículo a la arteria correspondiente, las válvulas auriculoventriculares se mantienen cerradas.
- Relajación isovolumétrica:** Los ventrículos se relajan, se cierran las válvulas sigmoideas y las auriculoventriculares permanecen cerradas, no hay flujo de sangre, la presión cae dentro de la cavidad, termina con la apertura de las válvulas auriculoventriculares. Estas cuatro fases se dan en cada ventrículo durante un ciclo cardíaco.

3. Ruidos Cardíacos

Son fenómenos acústicos producidos por el cierre y la vibración de las válvulas; los normales audibles son:

- **Primer ruido:** Producido por el cierre y la vibración de las válvulas auriculoventriculares (tricúspide y bicúspide).
- **Segundo ruido:** Producido por el cierre y la vibración de las válvulas sigmoideas (pulmonar y aórtica).

4. Presión y pulso arterial

Presión arterial

Es la fuerza que ejerce la sangre sobre las paredes de las arterias.

- **Presión sistólica** (máxima). Fuerza generada por el ventrículo en la eyección, en la arteria aorta 110-120mm Hg.
- **Presión diastólica** (mínima). Fuerza generada por las paredes de las arterias (Capa elástica) después de a presión sistólica, en la arteria aorta 70 a 80mm Hg y en la arteria pulmonar 8mm Hg.

Pulso arterial

Expansión y contracción rítmica de una arteria sistemática después de cada contracción del ventrículo izquierdo. Es perceptible en las arterias periféricas. La arteria radial (muñeca) es la más utilizada, pero también la carotídea, femoral, pedial. Su valor coincide con la frecuencia cardíaca. Una persona adulta tiene un pulso normal de 70 a 80.

UNIDAD 13

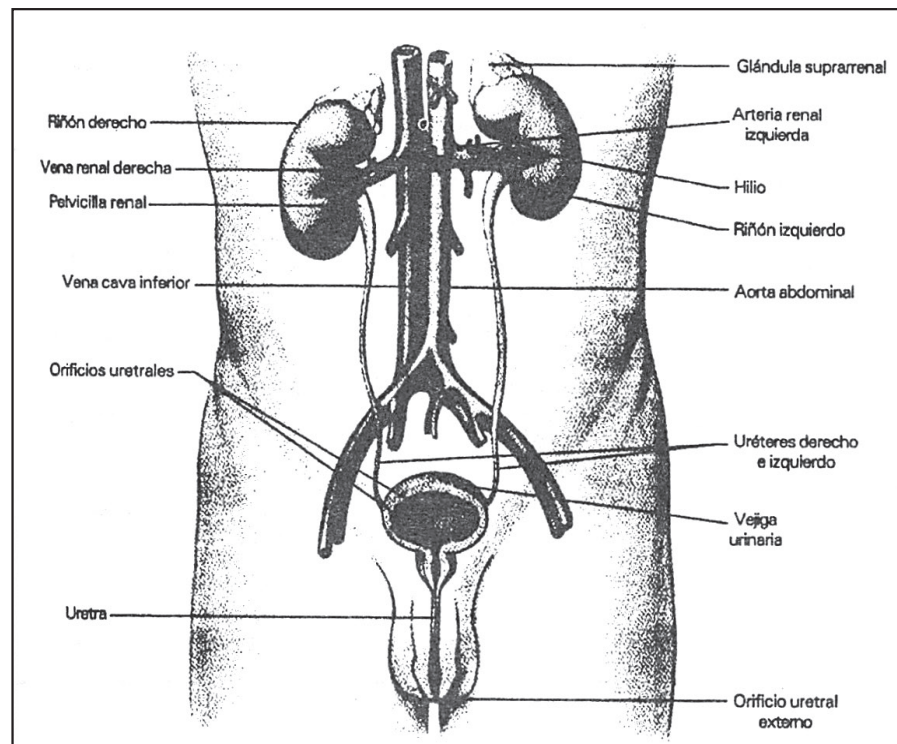
Aparato Excretor

Está encargado de **extraer las sustancias de desecho** (no utilizables y tóxicas) y el **exceso de agua** (ambas procedentes del metabolismo celular) contenidas en la sangre para evacuarlas como una solución acuosa (orina).

Al extraer las sustancias de desecho y el exceso de agua mantiene constante las condiciones del ambiente interno (**homeostasis**).

El **aparato excretor** (urinario) está constituido por:

- **Riñones** (2),
- **Vías urinarias: cálices** (menores y mayores), **pelvis renal** (1), **ureteres** (2), **vejiga** (1) y **uretra** (1).



a. Riñones

Son órganos retroperitoneales situados a ambos lados de la columna vertebral. En un adulto, cada riñón mide alrededor de 12 cm de largo por 6 cm de ancho y 3 cm de grosor. Se localizan entre las vértebras T12 y L3; hallándose el riñón derecho unos 2 cm más abajo que el izquierdo.

Presenta **caras** (anterior y posterior), **polos** (superior e inferior), y **bordes** (externo e interno). El polo superior presenta a la glándula suprarrenal. El borde interno (cóncavo) presenta al **hilio renal** que es vía para el **pedículo renal** (arteria renal, vena renal, pelvis renal, nervios)

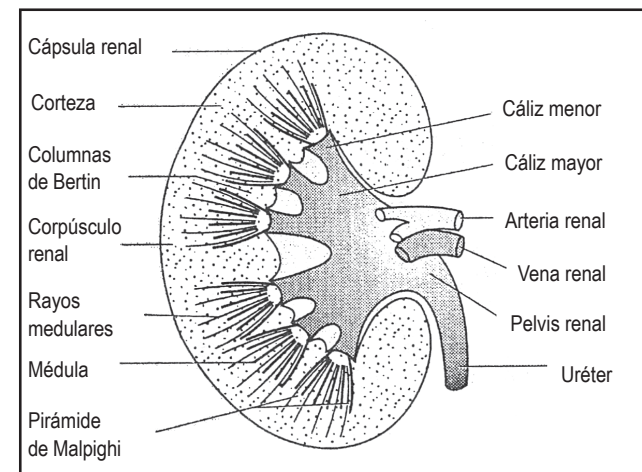
Envoltura renal

- **Fascia renal.** Tejido fibroso que fija el riñón a la pared abdominal.
- **Grasa perirrenal.** Tejido graso que rodea al riñón.
- **Cápsula renal.** Tejido fibroso en estrecho contacto con el tejido renal.

Anatomía interna

La **zona cortical** (corteza renal). Tiene un aspecto granuloso debido a los corpúsculos de Malpighi, emite prolongaciones (columnas de Bertín) hacia la zona medular.

- La **zona medular** (médula renal). Tiene aspecto estriado debido a su división en sectores por las columnas renales. Estos sectores se llaman **pirámides de Malpighi** (12 a 18 por cada riñón). Las bases de las pirámides se apoyan en la zona cortical, y sus vértices (papilas renales) desembocan en los **cálices menores**, y éstos en los **cálices mayores**, que se comunican con la pelvis renal. Existen tres grupos de cálices mayores (superior, medio e inferior), cada uno de los cuales posee de dos a cuatro cálices menores.
- La **pelvis renal.** Zona tubular que colecta la orina proveniente de los cálices mayores. Se continúa con el uréter.



Estructura funcional

La corteza renal y las pirámides de la zona medular forman el **parénquima renal** (porción funcional) y esta contiene aproximadamente 1 200 000 nefronas. La nefrona es la unidad funcional del riñón y está constituida por el **corpúsculo de Malpighi** y el **túbulo renal**.

a. **Corpúsculo de Malpighi** (corpúsculo renal). Es una estructura esférica constituida por la cápsula de Bowman y el glomérulo renal.

La **cápsula de Bowman** (cápsula renal) posee dos aberturas: el **polo vascular**, vía para la arteriola aferente y arteriola eferente, y el **polo urinario**, que comunica con el túbulo renal. La cápsula renal está formada por dos hojas epiteliales (parietal y visceral), que delimitan el **espacio capsular** (acumula los productos de la filtración glomerular), las células de la hoja **visceral** (podocitos) poseen prolongaciones (pedicelos) por donde se filtra el plasma sanguíneo.

El **glomérulo renal** es un ovillo de capilares sanguíneos, se forma por la ramificación de la arteriola aferente que luego se une y forma la arteriola eferente.

En el polo vascular de la cápsula de Bowman se localiza el **aparato yuxtaglomerular**, está formado por el contacto de la **arteriola aferente**, **la arteriola eferente y túbulo distal**, sus células tienen un aspecto diferenciado (**mácula densa**); presentan células **yuxtaglomerulares** (fibras musculares modificadas de la arteriola aferente) que sintetizan **renina** (enzima), **mácula densa** (células modificadas del túbulo distal) encargadas de regular la secreción de renina y células de **Mesangio** (entre las arteriolas aferente y eferente) que sintetizan **eritropoyetina** (hormona).

El aparato yuxtaglomerular interviene en la conservación del Sodio, control de la presión arterial (secreción de renina), regulación del filtrado glomerular (mácula densa), regulación de la eritropoyesis (secreción de eritropoyetina).

b. **Túbulo renal**

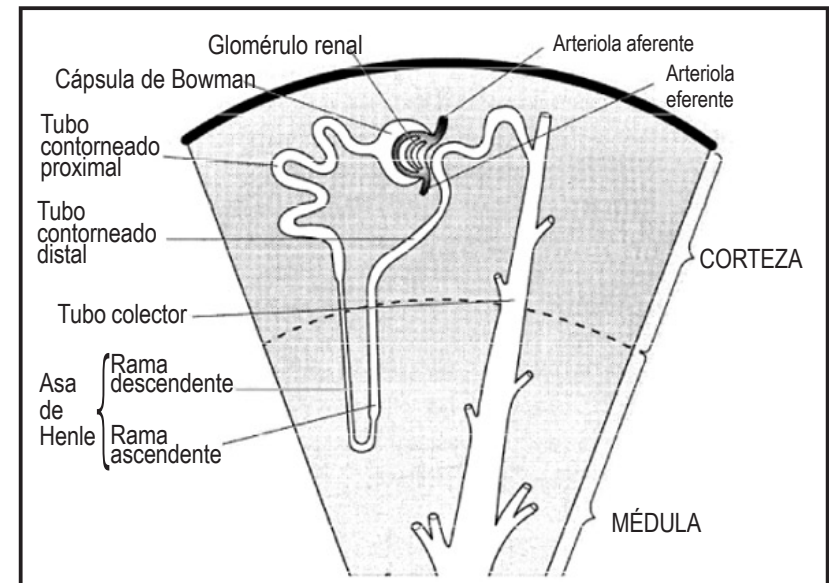
El túbulo se compone de varios segmentos: túbulo contorneado proximal, asa de Henle, túbulo contorneado distal.

El **túbulo cortorneado proximal** (TPC). Nace en el polo urinario de la cápsula de Bowman, tiene una porción angosta y tortuosa seguida de una porción ancha y recta (descendente, ambas en la corteza renal). Las células del epitelio tubular proximal son cuboides con microvellosidades en la membrana celular en contacto con la luz del túbulo para la absorción de solutos y agua.

El **asa de Henle**. Está constituida por una rama angosta descendente y una rama ancha ascendente, situada en la médula renal.

El **túbulo contorneado distal** (TCD). Tiene una porción ancha ascendente (hacia el corpúsculo renal) seguida de una porción tortuosa que desemboca en el túbulo colector.

El **túbulo colector**. Es un conducto tubular que recibe la orina procedente de varias nefronas y desemboca en la papila renal. El tubo colector desempeña un papel decisivo en los mecanismos de concentración y dilución de la orina.



Funciones del Riñón

1. Regulación del volumen del líquido extracelular (medio interno).
2. Función depuradora.
3. Regulación del equilibrio ácido-base.
4. Regulación de la presión arterial (secreción de renina).
5. Regulación de la eritropoyesis (secreción de eritropoyetina).
6. Regulación del metabolismo del calcio (activación de la vitamina D).
7. Regulación de la glicemia en el ayuno prolongado.

Funcionalismo Renal

Se realiza en dos procesos consecutivos: la **filtración glomerular** y el **transporte tubular** (reabsorción y secreción), para formar la orina.

En condiciones normales los riñones reciben alrededor del 20% del gasto cardíaco, lo que representa para un adulto, aproximadamente, 1,0 a 1,2 L de sangre por minuto.

- a. **Filtración glomerular:** Forma el **filtrado glomerulado** (orina primaria), se realiza en el corpúsculo de Malpighi; de la sangre pasa al **espacio capsular** el agua y la mayoría de solutos del plasma. Este proceso se produce sólo fuerzas físicas a través de la membrana glomerular (endotelio del capilar del glomerulo renal, membrana basal y hoja viseral de la cápsula de Bowman).
- Presión hidrostática del capilar glomerular. Favorece la filtración (60 mm Hg).
 - Presión hidrostática de la cápsula de Bowman. Se opone a la filtración (18 mm Hg).
 - Presión oncótica del capilar glomerular (presión ejercida por las proteínas del capilar). Se opone a la filtración (32 mm Hg).
 - **Presión de filtración** = $60 - (18+32) = 10 \text{ mm Hg}$.

En el hombre, el filtrado glomerular (tasa de filtración glomerular) es de alrededor de 120 mL/min/1,73 m² de superficie corporal. Aproximadamente 180 litros diarios.

- b. **Transporte tubular:** A medida que el ultrafiltrado glomerular progresa en el túbulo renal, la mayor parte del agua y de los solutos filtrados se reabsorben.
1. La **reabsorción tubular** se realiza en el túbulo contorneado proximal y el asa de Henle y es muy elevada (de los 180 L filtrados cada día, sólo se excretan por la orina alrededor de 1,5 L), pasan del ultrafiltrado tubular a la sangre: agua, glucosa, aminoácidos, úrea, bicarbonato, fosfato, Na⁺ y K⁺. La glucosa y los aminoácidos son reabsorbidos en su totalidad, la úrea y el bicarbonato se reabsorben parcialmente y aparecen en la orina en cantidades variables.
 2. En la **secreción tubular** se realiza en el túbulo contorneado distal y el túbulo colector, pasa de la sangre al filtrado tubular: úrea, ácido úrico, creatinina, amoníaco, bicarbonato, K⁺ e H⁺. El túbulo colector es impermeable al agua en ausencia de la **ADH** (hormona antidiurética) y muy permeable al agua en presencia de esta hormona, esto permite adaptar la excreción de agua a las necesidades del organismo y mantener constante el balance hídrico.
- **Orina.** Constituida por agua (95%) y solutos (5%): úrea, ácido úrico, creatinina, amoníaco, bicarbonato, K⁺ e H⁺. *Color:* urocromo y urobilina (pigmentos). *Olor:* amonio, (NH₃ + H⁺).

Vías Urinarias

- a. **Uréteres** (2). El uréter es la continuación de la pelvis renal. Comunica al riñón con la vejiga. Su longitud es de 25 a 30 cm, posee un epitelio polimorfo y una capa muscular que le confiere peristaltismo.
- b. **Vejiga.** Órgano muscular hueco, ubicado detrás del pubis y delante del útero en la mujer o del recto en el varón. Presenta una mucosa con epitelio polimorfo. Almacena la orina (400 a 700 ml) y la expulsa (micción).
- c. **Uretra.** Conducto por donde se evacúa la orina. En el **varón** también es vía del semen y su longitud aproximada es de 20 cm, posee tres porciones: prostática, membranosa y esponjosa, esta última localizada en el cuerpo esponjoso del pene. En la **mujer** mide de 4 a 5 cm, se extiende desde el cuello de la vejiga hasta el orificio uretral externo, situado por delante del orificio vaginal.

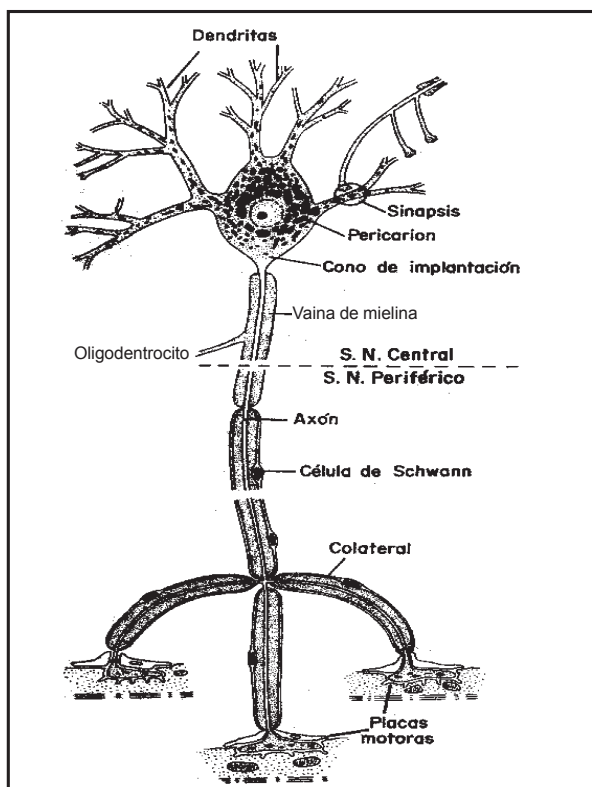
Sistema Nervioso

Encargado del **control del funcionamiento de los demás órganos** (vida vegetativa) y las **vinculaciones con el medio externo** (vida de relación).

El **sistema nervioso** junto con el **sistema endocrino** (hormonas) constituyen sistemas de control para mantener la **homeostasis**.

Neuronas

Células constituyentes, junto con las **glías**, del **tejido nervioso**, especializadas en **generar, conducir impulsos nerviosos** (potenciales de acción: excitación eléctrica) y **transmitirlos** a otras neuronas o células mediante la sinapsis.



El **cuerpo celular** es el centro metabólico de la neurona. El **núcleo** contiene el nucleoplasma, la cromatina y nucléolo. El **citoplasma** contiene **mitocondrias** (ATP), **aparato de Golgi** (vesículas sinápticas), **lisosomas**, retículo endoplásmico rugoso (**corpúsculos de Nissl**), **neurofibrillas** (citoesqueleto), **neurotúbulos** (transporte de materiales). Las neurofibrillas y los neurotúbulos se esparcen en las prolongaciones protoplasmáticas (dendritas y axón).

Las **dendritas** son prolongaciones cortas, conducen impulsos eléctricos centripetamente (hacia el cuerpo celular).

El **axón** (neurita o cilindro eje) es una prolongación larga; conduce impulsos eléctricos centrifugamente (fuera del cuerpo de la neurona). El axón termina en el **teledendrón**, que son las últimas ramificaciones y posee **botones sinápticos** en cuyo citoplasma (axoplasma) contiene mitocondrias y vesículas sinápticas (con neurotransmisores).

Transporte Axónico

La integridad del axón es mantenido por el cuerpo celular a través de dos tipos de flujo axónico o axoplásmico:

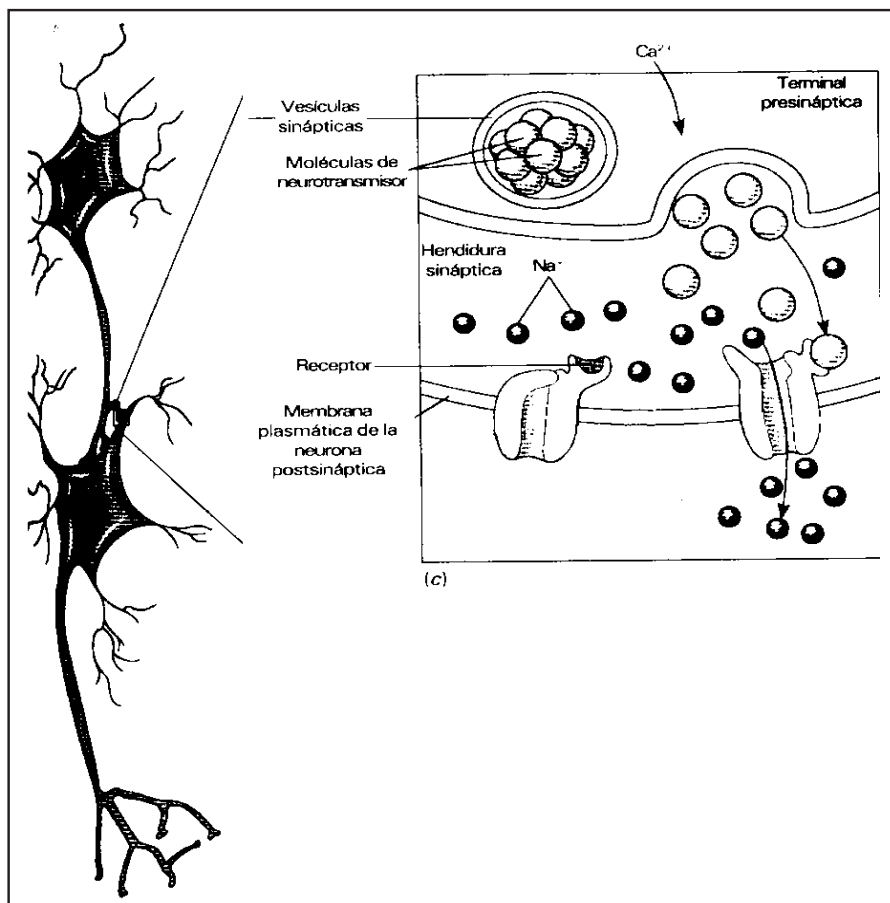
- Transporte axónico anterógrado.** Permite transportar los nutrientes del cuerpo celular hacia el extremo terminal del axón. Permite el crecimiento axónico durante el desarrollo, mantiene la estructura del axón, permitiendo la síntesis y liberación de los neurotransmisores (acetilcolina, dopamina, serotonina).
- Transporte axónico retrógrado.** Permite el retorno de los materiales usados desde el extremo terminal del axón al cuerpo celular para su restauración o excreción.

Generación y conducción del impulso nervioso

Se realiza a lo largo de la neurona. El estímulo (físico y químico) despolariza la membrana (negativa por fuera y positiva por dentro) debido a la entrada de Na^+ . Pasado el impulso nervioso, la membrana se repolariza (positiva por fuera y negativa por dentro) como consecuencia de la salida de K^+ . Es un **proceso de naturaleza eléctrica**.

Transmisión del impulso nervioso

Se realiza entre neuronas vecinas a nivel de la **sinapsis** (unión del axón de una neurona y la dendrita o el soma de la neurona vecina). El botón sináptico del axón de la neurona libera un neurotransmisor (acetilcolina) que es captado por el quimiorreceptor de la membrana postsináptica, ingresando Na^+ , lo que produce su despolarización, generando el impulso nervioso. Es un **proceso de naturaleza química**. La repolarización es posible cuando es destruido la acetilcolina por la acetilcolinesterasa.



Neuronas por sus prolongaciones protoplasmáticas

- **Unipolares.** Poseen un axón y carecen de dendritas. Se localizan casi exclusivamente en los ganglios de los nervios espinales (rama sensitiva).
- **Bipolares.** Poseen un axón y una dendrita. Están limitadas a la vía visual, auditiva y vestibular.
- **Multipolares.** Poseen un axón y dos ó más dendritas. Ejemplos: células piramidales de Betz (corteza cerebral), células de Purkinge (cerebelo) y células de Renshaw (médula espinal).

Neuronas por su función:

- a. **Sensorial** (aférente): conduce el impulso nervioso desde el receptor (piel, órgano sensorial) hacia el SN central.

- b. **Interneurona:** conduce impulso nervioso desde la neurona sensorial hacia la neurona motora; se ubica en el SN central; procesa información sensorial, analiza y decide la respuesta apropiada.
Réles: es estimulada por la neurona sensorial y conduce información sensorial al cerebro.
- c. **Motora** (eferente): conduce el impulso nervioso desde la interneurona hacia el efector (púsculo o glándula).

Células gliales (Neuroglías)

Células del sostén y protección en el tejido nervioso, más pequeñas y más abundantes que las neuronas. No generan ni conduce impulsos nerviosos. Pueden ser:

- a. **Macroglia:** Formada por:
 - **Astroцитos.** Nutrición, respiración, excreción para la neurona; forman la barrera hematoencefálica.
 - **Oligodendrocitos.** Forman mielina en el SNC.
 - **Células de Schwann.** Forman mielina en el SNP.

La **mielina** es blanquecina, envuelve el axón y presenta **nodos** (Ranvier) con un oligodendrocito o un a célula de Schawnn que envuelve el axón entre nodos sucesivos. Constituida: por proteínas, fosfolípidos y colesterol. Actúa como aislante y permite conducir el impulso eléctrico a mayor velocidad. El **axon mielínico** conduce impulsos nervioso en forma saltatoria (de nodo a nodo) a 120 m/s; y el **axon amielínico** conduce impulsos nerviosos en forma continua a 0,5 a 2 m/s.

 - **Ependimocitos.** Cubren las paredes de los ventrículos del encéfalo (4) y el conducto del epéndimo (médula espinal).
- b. **Microglia:** Formada por los fagocitos, engullen los desechos y productos de lesiones, infecciones o enfermedades del SNC.

Envolturas protectoras

El SNC está protegido por las **meninges**, membranas de tejido conectivo localizadas entre el encéfalo y el cráneo y entre la médula espinal y la columna vertebral. Las meninges se disponen de afuera hacia adentro: **duramadre, aracnoides y piamadre.**

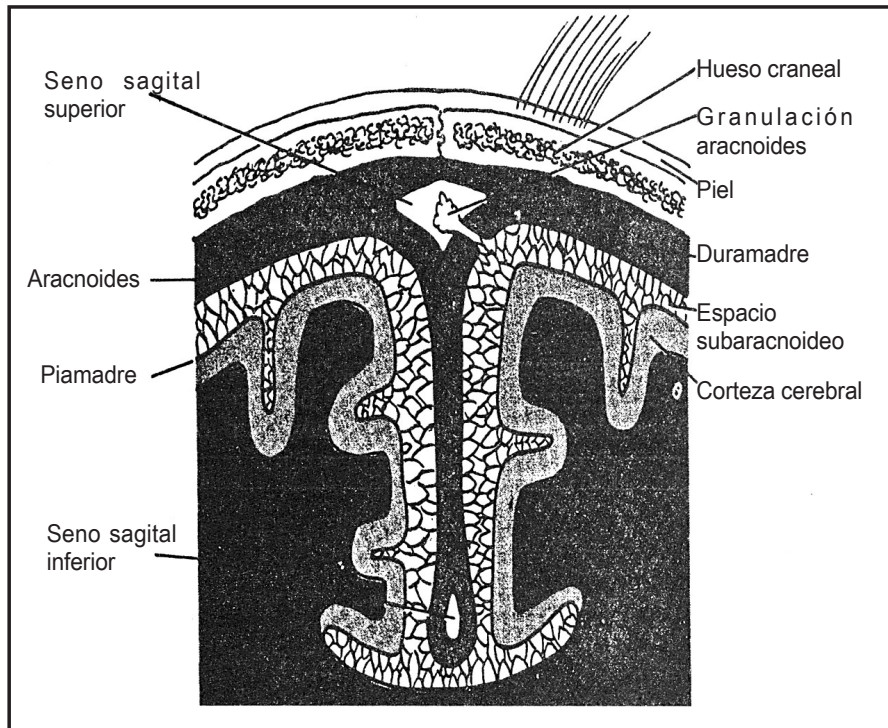
- a. **Duramadre** (paquimeninge). Membrana externa, dura y fibrosa; está vascularizada. Formada por dos capas: **craneal**, rodea el encéfalo y se adhiere a las superficies internas de los huesos del cráneo, e **interna**, forma cuatro pliegues: hoz del cerebro, tienda del cerebelo, hoz del cerebelo y diafragma selar que envuelve a la hipófisis.

Entre la duramadre y la aracnoides está en el **espacio subdural** que contiene venas cerebrales.

b. **Aracnoides.** Ubicada entre la duramadre y la piamadre; no está vascularizada. Se une a la piamadre por trabéculas que atraviesan el **espacio subaracnoideo**, el cual contiene **líquido cefalorraquídeo** (LCR), que es secretado por los plexos coroideos de los ventrículos del encéfalo (4). Su volumen es de 150 ml y de función amortiguadora.

c. **Piamadre.** Es una membrana fina íntimamente adherida al encéfalo y la médula espinal; está muy vascularizada. A nivel de la médula espinal forma los ligamentos dentados.

La aracnoides y la piamadre forman la **leptomeninge**.



Organización del sistema nervioso

El sistema nervioso humano anatómicamente tiene dos divisiones:

1. División anatómica

a. **Sistema nervioso central (SNC).** Formado por el encéfalo y la médula espinal.

b. **Sistema nervioso periférico (SNP).** Formado por: Nervios craneales y nervios raquídeos. Conecta el SNC con la periferia del cuerpo (receptores y efectores).

2. División fisiológica. Funcionalmente tiene dos divisiones:

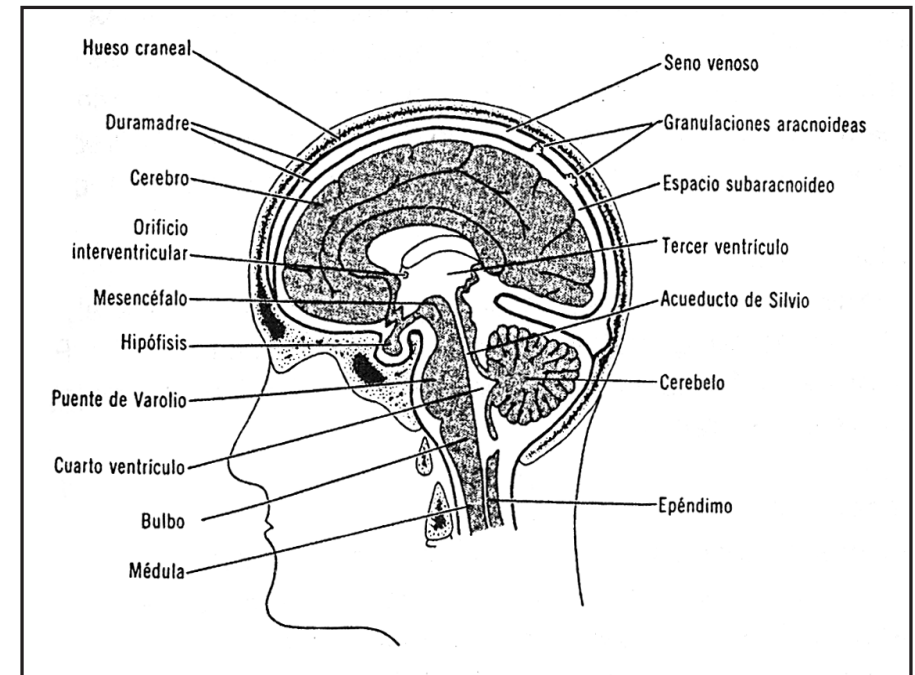
a. **Sistema nervioso somático.** Inerva a todas las estructuras de la pared del cuerpo (músculos esqueléticos, piel y mucosas); es voluntario y conciente.

b. **Sistema nervioso autónomo.** Contiene porciones de los sistemas nerviosos central y periférico. Permite controlar las actividades de los músculos involuntarios, músculo cardíaco y las glándulas de los órganos internos (vísceras), así como para enviar de vuelta información sensitiva al cerebro; es involuntario e inconsciente.

I. Sistema Nervioso Central (SNC)

Conjunto de órganos ubicados en el eje del cuerpo, dentro de cavidades (conducto craneorraquídeo) del cráneo y la columna vertebral. Constituido por el **encéfalo** y la **médula espinal**.

Encéfalo. Alojado en la cavidad craneal del cráneo. Constituido por **cerebro**, **tronco encefálico**, **cerebelo**.



a. **Cerebro**

Hemisferios cerebrales y diencefalo. El cerebro es el órgano más desarrollado del encéfalo y se encuentra en la parte anterior y superior de la cavidad craneana. Tiene la forma de un ovoide, pesa 1300 gr aproximadamente. Presenta una **cisura interhemisférica** (cisura perpendicular interna) que lo divide en **hemisferio cerebrales** (derecho e izquierdo) y estos se unen por el **cuerpo calloso** (sustancia blanca).

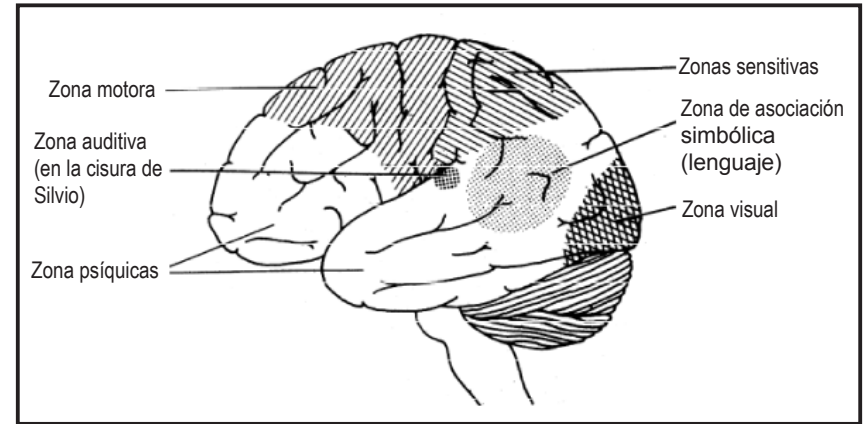
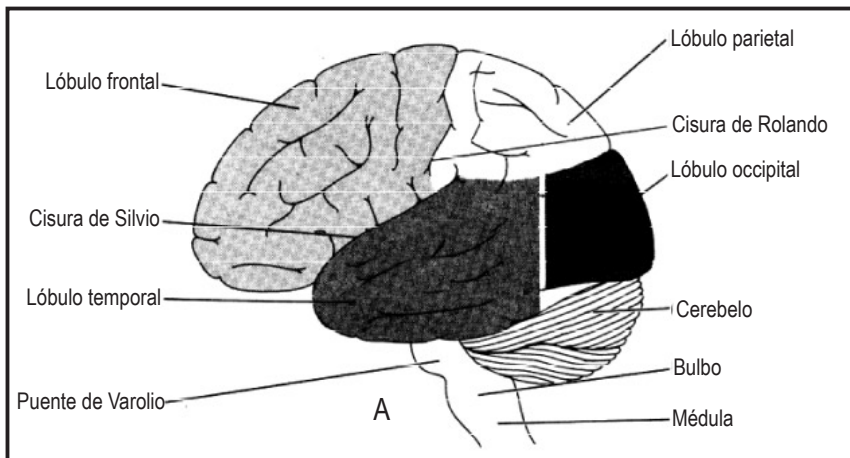
La cara externa de cada hemisferio cerebral presenta **cisuras** que lo dividen en **lóbulos** y estos presentan **surcos** que forman **circunvoluciones** (aumentan la superficie del cerebro).

- **Cisuras:** la **de Silvio** (más prominente), la **de Rolando**, y la perpendicular externa (menos prominente).
- **Lóbulos:** **frontal, parietal, temporal y occipital.**

La **cisura de Silvio** separa el lóbulo frontal y el lóbulo parietal del lóbulo temporal, la **cisura de Rolando** separa el lóbulo frontal del parietal, y la **cisura perpendicular externa** separa el lóbulo parietal del lóbulo occipital.

Los hemisferios (derecho e izquierdo) rigen los movimientos del lado opuesto (izquierdo y derecho) del cuerpo, el cuerpo calloso está formado por fibras comisurales (coordinan las funciones de ambos lados).

Los **hemisferios cerebrales** constan de tres porciones: cortical, medular y nuclear. La **porción cortical** esta constituida por sustancia gris, cuyos pliegues constituyen las circunvoluciones, separadas por surcos. La **porción medular** está constituida por sustancia blanca y presenta a la porción nuclear constituida por sustancia gris (6 núcleos grises o gánglios basales, 3 en cada hemisferio).



Funciones del cerebro

- **Centroregulador.** Al recibir impulsos nerviosos sensitivos los transforma en un impulso motor o inhibitor que va hacia los músculos o las glándulas. Las neuronas motoras (**zona motora**) se encuentran delante de la cisura de Rolando, en el lóbulo frontal.
- **Centro de las sensaciones.** Interpreta los impulsos sensitivos receptados por los órganos de los sentidos y los transforma en sensaciones. Las neuronas sensitivas (**zona sensitiva**) se encuentran detrás de la cisura de Rolando en el lóbulo parietal.
- **Centro del conocimiento conciente:** Del lugar, tiempo, actividades corporales.
- **Da origen a los actos voluntarios.**
- **Centro de los procesos mentales:** pensamiento, juicio, memoria y aprendizaje.

El **diencefalo** (tálamo e hipotálamo). Sustancia gris entre los hemisferios cerebrales. El **tálamo** es vía de impulsos nerviosos hacia la corteza cerebral; aprecia sensaciones de dolor, temperatura y presión. El **hipotálamo** forma la superficie del III ventrículo; regula la temperatura corporal, ingesta de los alimentos, respuestas emocionales (temor, ira, conducta sexual); regula e integra al SN autónomo, secreta hormonas que regulan la función de la adenohipofisis.

b. **Tronco Encefálico**

Ubicado por debajo del cerebro. Está formado por: **mesencéfalo** (tubérculos cuadrigéminos y pedúnculos cerebrales), **protuberancia anular** (puente de Varolio) y **bulbo raquídeo** (médula oblonga); contiene al **sistema reticular** (área de sustancia gris y sustancia blanca) que regula el sueño y la vigilia; contribuye a la regulación del tono muscular.

- **Mesencéfalo** (tubérculos cuadrigéminos y pedúnculos cerebrales): Porción superior del tronco encefálico, que comunica los hemisferios cerebrales y el diencéfalo con la protuberancia. En su cara anterior se aprecian los pedúnculos cerebrales que conducen impulsos nerviosos motores desde la corteza cerebral e impulsos sensitivos provenientes de la médula espinal. Regula los reflejos visuales (pupilar) y auditivos (intensidad de sonidos).
- **Protuberancia anular** (puente de Varolio): Se extiende desde el surco bulboprotuberancial hasta el surco pontopeduncular. En su cara anterior nace el nervio trigémino. Por su cara posterior forma el piso del IV ventrículo. Es centro nervioso de la respiración (áreas neumotóxica y apneústica).
- **Bulbo raquídeo** (médula oblonga): Está situado entre la médula espinal y la protuberancia. Se extiende desde la emergencia del primer nervio raquídeo hasta el surco bulboprotuberancial. Tiene la forma de un cono truncado y mide 3 cm. Su parte externa está formada por sustancia blanca y en su interior hay núcleos de sustancia gris, que regula el ritmo de la respiración (área de la ritmicidad), el latido cardíaco, diámetro de los vasos sanguíneos, reflejos de defensa (deglución, vómito, hipo, tos y parpadeo). También nacen allí varios nervios muy importantes (pares craneales). En el bulbo raquídeo se produce el entrecruzamiento de la mayor parte del **haz piramidal**, que nace de la corteza del cerebro y que rige los movimientos voluntarios de la otra mitad del cuerpo: el lado derecho rige los movimientos de la mitad izquierda del cuerpo, y la mitad izquierda del cerebro rige el habla y también los movimientos de la mitad derecha del cuerpo.

c. Cerebelo

Se encuentra detrás de la protuberancia anular y debajo del cerebro, del cual está separado por un repliegue de la duramadre (tienda del cerebelo). El cerebelo está formado por **hemisferios cerebelosos** (derecho e izquierdo), unidos por el **vermis**. El peso del cerebelo es de unos 140 gr aproximadamente. Su superficie presenta muchos surcos de variable profundidad. Un corte sagital del cerebelo muestra la sustancia gris periférica y delgada (corteza cerebelosa), y la sustancia blanca central y en forma arborecente ("**árbol de la vida**") con **núcleos cerebelosos** (sustancia gris).

Funciones del cerebelo

- **Interviene en el mantenimiento de la postura y del equilibrio.** Una lesión cerebelosa produce tendencia a caer hacia los lados, hacia adelante o hacia atrás, según la ubicación de la zona lesionada. En esta función intervienen los canales semicirculares del oído.

- **Es regulador del tono muscular**, pues el equilibrio del cuerpo es posible conseguirlo mediante modificaciones reflejas del tono muscular.
- **Es coordinador de los movimientos**, asegura que el movimiento tenga la necesaria intensidad o fuerza y la exacta medida que requiere el fin buscado. Por falta de coordinación, un enfermo cerebeloso tendrá dificultad para coger un objeto. Su marcha es semejante a la de un ebrio (ataxia cerebelosa).

d. Médula espinal

Es la parte del SNC alojada en el conducto raquídeo de la columna vertebral. La médula espinal es un **neurotubo** con 45 a 50 cm de largo, y 2 cm de diámetro, con un peso de 30 gr. Se extiende desde el bulbo raquídeo y la vértebra C1 hasta la vértebra L2. Presenta un **engrosamiento dorsal** de donde nacen nervios que van al miembro superior, y un **engrosamiento lumbar** dos surcos profundos anterior y posterior dividen a la médula espinal en mitades.

La médula es prolongada en su parte inferior por un hilo delgado llamado **filum terminale**, que es acompañado por nervios que emergerán más abajo, recibiendo el nombre de "cola de caballo". El filum terminale es la prolongación de la píamadre y fija la médula espinal al cóccix. En la médula espinal se originan los nervios raquídeos o espinales (31 pares).

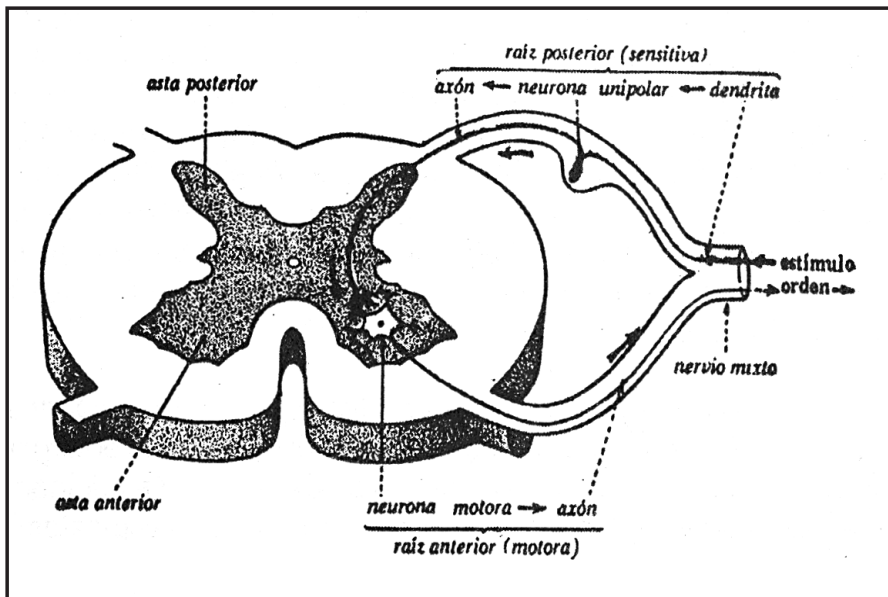
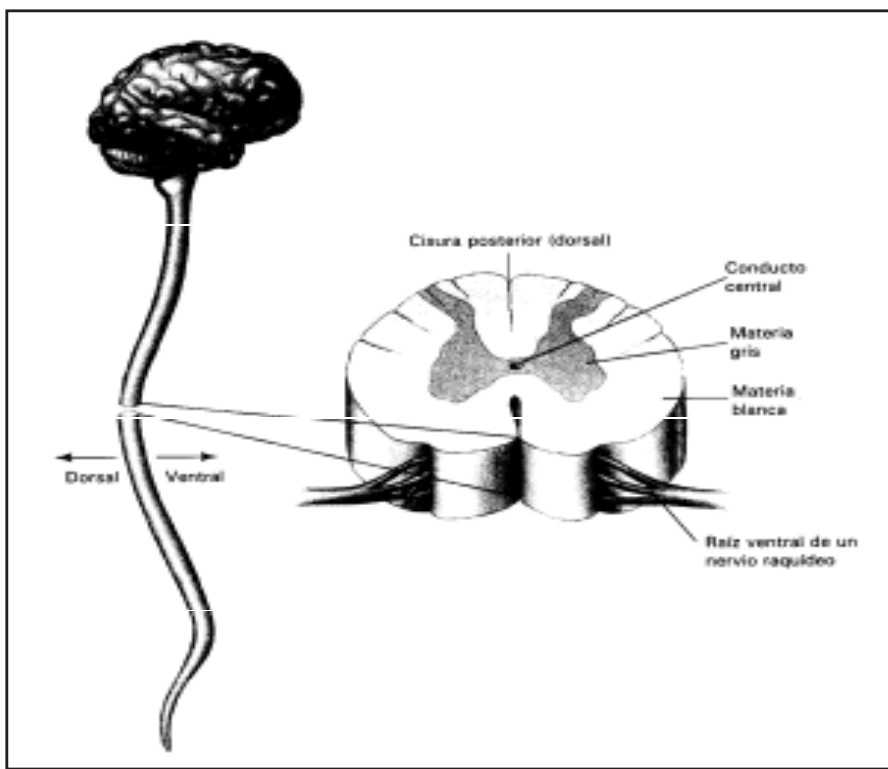
Un corte transversal de médula espinal presenta:

Sustancia blanca periférica, forma cordones (anteriores laterales y motores), son vías aferentes y eferentes al SN central.

Sustancia gris central (en forma de H), forma **astas anteriores** (gruesas, función motora), **astas laterales** (función vegetativa), **astas posteriores** (delgadas, función sensorial) y presenta al **conducto del epéndimo** (contiene líquido cefalorraquídeo).

Funciones de la médula espinal

- Conducción de impulsos nerviosos:** Hacia el SN central y desde esta hacia el periferie del cuerpo mediante los **cordones nerviosos** (sustancia blanca) anteriores (2), laterales (2), posteriores (2).
- Centro de actos reflejos:** Respuesta de la médula espinal (sustancia gris) ante un determinado estímulo.
 - Acto reflejo:** respuesta inmediata e involuntaria provocado por un estímulo. Ejemplo: rotuliano, plantar salivación, deglución vomito, defecación, tos, estornudo.
 - Arco reflejo:** recorrido del impulso nervioso que produce un reflejo
 - **Monosináptico:** receptor → neurona sensorial → neurona motora → efector.
 - **Polisináptico:** receptor → neurona intercalar → neurona motora → efector.



3. **Acción refleja:** respuesta inmediata e involuntaria dado por el efector (músculo, una glándula) provocado por un estímulo en el receptor (piel órgano sensorial).

II. **Sistema Nervioso Periférico (SNP)**

Está formado por una serie de cordones que van desde el Sistema Nervioso Central a la periferia y que reciben el nombre de Nervios Periféricos. Los nervios periféricos comprenden dos grandes grupos:

1. **Nervios craneales:** Son doce pares de nervios craneales.
2. **Nervios raquídeos o espinales:** Se originan en la Médula Espinal y van a los diferentes órganos. Son 31 pares de nervios espinales (8 cervicales, 12 dorsales, 5 lumbares, 5 sacros, 1 cóccigeo).

Pares Craneales

Pares de nervios que nacen del tronco encefálico (III a XII), mucosa olfatoria (I), retina (II) y médula espinal (una rama del XI) y que inervan al segmento cabeza.

Par craneal	Función
I. Olfatorio	Olfación
II. Óptico	Visión
III. Motor Ocular común	Movimiento de los músculos del ojo.
IV. Patético	Movimiento del músculo oblicuo mayor del ojo
V. Trigémino	Las tres ramas dan sensibilidad a la cara y además la rama maxilar inferior da motilidad a los músculos masticadores
VI. Motor Ocular Externo	Movimiento de los músculos externos del ojo.
VII. Facial	Motor de músculos mímicos. N de Wrisberg. 2/3 ant. de la lengua (gusto)
VIII. Auditivo o Acústico	Audición y Equilibrio
IX. Glossofaríngeo	Motor de músculos faríngeos.
X. Neumogástrico o Vago	Músculos abdominales y torácicos (mixto), músculos de la fonación
XI. Espinal	Músculos Trapecio y Esternocleidomastoideo
XII. Hipogloso	Músculos de la lengua

Sistema nervioso autónomo (vegetativo)

Porción del Sistema Nervioso Periférico que regula y coordina el trabajo de los órganos de manera automática y sin intervención de la voluntad. Sus efectores son músculos lisos, músculo cardíaco y glándulas.

Fibras simpáticas: Secretan **noradrenalina** que estimulan órganos y movilizan energía en respuesta al estrés (gran esfuerzo muscular, combatir, huir).

Fibras parasimpáticas: Secretan **acetilcolina** que estimulan órganos para conservar y reponer energía en situaciones rutinarias tranquilas.

ÓRGANO	SIMPÁTICO	PARASIMPÁTICO
Ojo	Dilata la pupila (midriasis)	Contrae la pupila (miosis).
Glándulas salivales	Baja la secreción.	Aumenta la secreción.
Glándulas sudoríparas	Aumenta la secreción	Poco o nada de efecto
Bronquios	Broncodilatación	Broncoconstricción
Corazón	Aumenta la frecuencia cardíaca (taquicardia)	Baja la frecuencia cardíaca (bradicardia)
Tubo digestivo	Baja el peristaltismo	Aumenta el peristaltismo
Esfínteres gastro intestinales	Contracción	Relajación
Presión arterial	Eleva la presión arterial.	Disminuye la presión.
Vejiga	Relajación, contracción del esfínter interno e inhibición del vaciamiento.	Contracción, relajación del esfínter interno y provoca el vaciamiento.
Órganos sexuales	Vasoconstricción y contracción de la próstata Vasodilatación. Eyaculación.	Conducto deferente, vesícula seminal y otros.
Erección		
Glicemia	Aumenta la glicemia	Baja la glicemia
Vasos sanguíneos	Vasoconstricción periférica y vasodilatación	Vasodilatación periférica y vasoconstricción profunda
Neurotransmisor	Noradrenalina	Acetilcolina

Aparato Reproductor Humano

Conjunto de órganos encargados de formar gametos, hacer posible la fecundación y, en las mujeres, el desarrollo del cigote hasta la formación del nuevo ser; todo esto hace posible el aumento del número de individuos y la continuidad de la especie humana. Además, tiene función endocrina (forma hormonas sexuales).

Aparato reproductor femenino

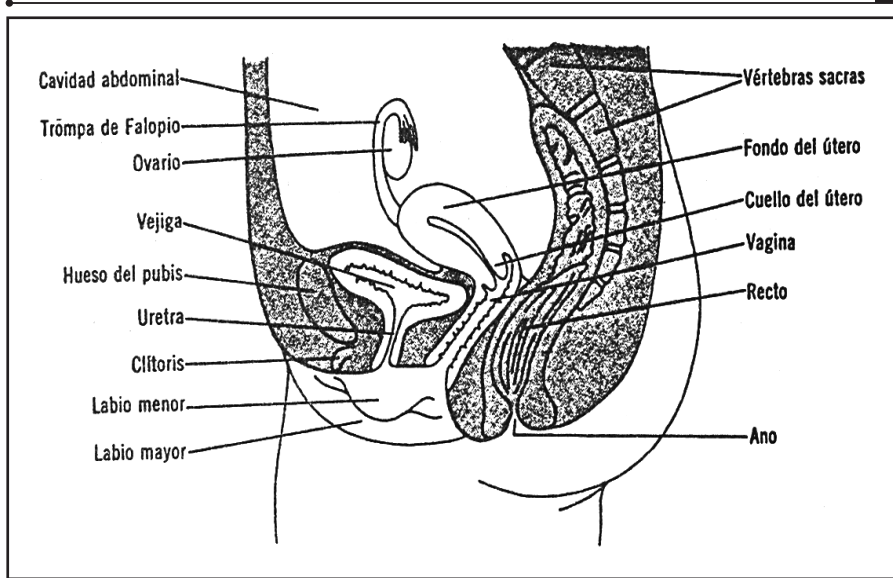
Comprende a los **genitales externos** o vulva y los **genitales internos**.

1. Genitales externos (vulva)

Constituido por el monte de venus, labios mayores y menores, clítoris y vestíbulo.

- **Monte de Venus.** Es una elevación de tejido adiposo situado encima de la sínfisis púbica cubierto con piel y vello púbico.
- **Labios mayores.** Son dos pliegues longitudinales de piel con tejido adiposo, gruesos y negruscos. Poseen glándulas sebáceas, glándulas sudoríparas y pelos. Son homólogos del escroto (varón).
- **Labios menores.** Son dos pliegues de piel, pequeños, delgados rojizos. Poseen glándulas sebáceas, algunas glándulas sudoríparas y carecen de vellos. Son homólogos de la porción esponjosa de la uretra (varón)
- **Clítoris.** Es cilíndrico, formado por tejido eréctil (cuerpos cavernosos) y nervios. Situado en la parte anterior y superior de la vulva. Es homólogo del glande del pene y zona de excitación sexual.
- **Vestíbulo.** Es un espacio entre los labios menores, presenta el meato urinario, el **orificio vaginal** (parcialmente cubierto por el himen), las **glándulas parauretrales** (Skeene) y las **glándulas vestibulares** (Bartholin) que secretan mucus durante la excitación sexual y el coito, con función lubricante.

Las glándulas de parauretrales (Skeene) y las glándulas vestibulares (Bartholin) son homólogas de la próstata y las glándulas bulbouretrales (Cowper), respectivamente, del aparato reproductor masculino.



2. **Genitales internos**

Constituido por vagina, útero, trompa uterina y ovarios.

a. **Vagina.** Conducto que une la vulva con el útero. En su parte antero inferior está el himen, membrana fibroelástica vascularizada que cierra parcialmente el orificio de la vagina. La pared está constituida por las capas: adventicia (tejido conjuntivo), muscular (músculo liso) y mucosa.

Funciones: Constituye la vía de conducción del sangrado menstrual, es el órgano copulador femenino, receptiona al pene durante el coito y recibe el semen. Además es el canal del parto.

b. **Útero.** Órgano de aspecto piriforme, presenta un fondo, cuerpo y cuello (cérvix), que se comunica con la vagina. Presenta tres capas que, de afuera adentro, son:

- **Perimetrio:** Tejido conjuntivo (peritoneo) que recubre al miometrio.
- **Miometrio:** Formado por músculo liso.
- **Endometrio:** Formado por epitelio monoestratificado cúbico apoyado sobre tejido conjuntivo; presenta dos capas:
 1. Endometrio basal. Está cercana al miometrio.
 2. Endometrio funcional. Se pierde durante la menstruación.

Funciones: Lugar de la menstruación (endometrio), implantación de la blástula (segmentación del cigote) en el endometrio, desarrollo embrionario y fetal, trabajo de parto (miometrio).

c. **Trompa Uterina** (de Falopio). Órgano que comunica al ovario con el útero. Presenta cuatro porciones: **intramural** (porción uterina), **istmo**, **ampolla** y **pabellón** (infundíbulo) con fimbrias (capta al ovocito II).

Funciones: Captación, vía y nutrición del ovocito II, vía del espermatozoide, fecundación (en el tercio externo) y vía de la mórula y blástula (productos de la segmentación del cigote)

d. **Ovarios.** Son dos glándulas situadas en la cavidad pélvica; cada ovario presenta dos regiones:

- **Cortical:** Con epitelio germinativo (células ovógenas), túnica albugínea y tejido conjuntivo laxo (corteza) con **foliculos ováricos**.
- **Médula:** Posee tejido conjuntivo laxo con vasos sanguíneos y linfáticos y nervios.

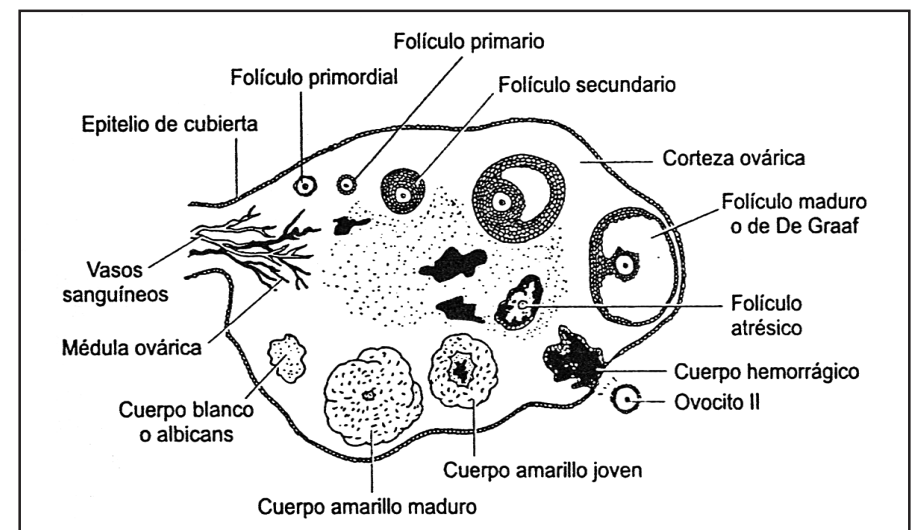
Funciones: Forma ovocitos II y sintetiza (cuerpo amarillo) hormonas sexuales (progesterona, estrógeno), inhibina, relaxina.

Ciclo Ovárico

Proceso continuo desde la primera menstruación (**menarquia**) hasta la **menopausia** (fin del periodo fértil de una mujer). Los folículos ováricos crecen y desarrollan por efecto de la hormona Luteinizante (LH) y la hormona Folículoestimulante (FSH), secretadas por la adenohipófisis.

Tipos de Folículos

1. **Folículo primordial.** En el nacimiento son 1 a 2 millones, en la pubertad quedan unos 400 000. Está constituido por **ovocito I** (profase I) y rodeado por una capa de **células foliculares**.



2. **Folículo en crecimiento**

Está constituido por:

- Un **ovocito II** con una **zona pelúcida** (cubierta glucoproteica).
- Varias capas de células foliculares llamadas **células de la granulosa** (capas de células foliculares) que nutren al ovocito II e inician la secreción de estrógenos.
- Cavidad antral que contiene el líquido folicular.
- Tecas interna y externa formadas por células del estroma ovárico.

3. **Folículo maduro o preovulatorio** (folículo de Graaf)

Es uno de los 20 folículos en crecimiento producto de estimulación de la LH; en el se realiza la **ovulación** (liberación del **ovocito II**) y el resto del folículo se transforma en **cuerpo amarillo** (lúteo) y secreta hormonas (progesterona, poco estrógeno); los demás folículos sufren una regresión (Atresia) y se convierten en **folículos atrésicos**.

El **ovocito II** está en metafase II (meiosis), constituido por corona radiada (células de la granulosa), zona pelucida (glucoproteínas), membrana celular, citoplasmas (abundante), "núcleo" (huso acromático) y polocito I (zona pelucida).

Ciclo menstrual

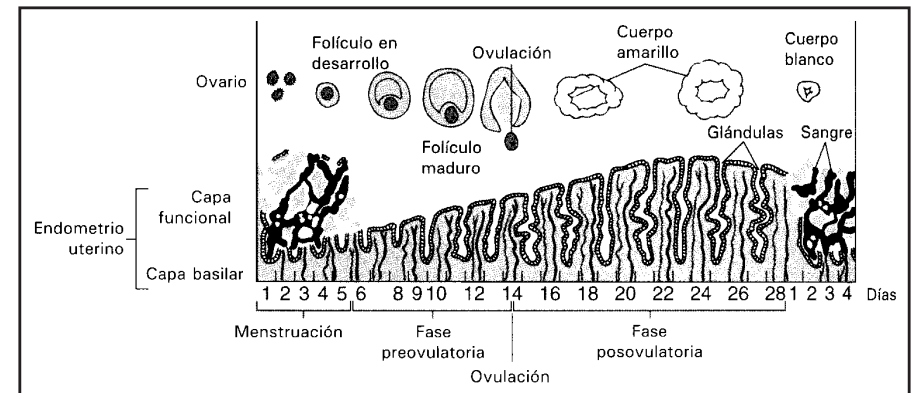
Cambios periódicos que ocurren en el endometrio (cada 28 a 30 días), y que lo preparan para recibir a la blástula (implantación). **Si no hay fecundación**, la capa funcional del endometrio se desprende y se produce el **sangrado menstrual** (expulsión de sangre, moco, líquido tisular y células epiteliales). Comprenden las siguientes fases:

a. **Fase folicular** (preovulatorio)

Se inicia con el aumento de la secreción de las hormonas LH y FSH, que estimulan el crecimiento de un grupo de folículos ováricos; los folículos ováricos secretan **estrógenos**, los que son responsables de la regeneración del **endometrio funcional** y de la formación de las **glándulas endometriales** (fase proliferativa).

b. **Ovulación**

Es la ruptura del folículo maduro con el desprendimiento del ovocito II, el que es captado por las trompas uterinas. Se debe principalmente a la elevación de la concentración de LH (pico de LH). **Si hay fecundación**, el Ovocito II (metafase II) reinicia la meiosis II para dar origen al **óvulo** y al cuerpo polar o polocito secundario, el cual degenera.

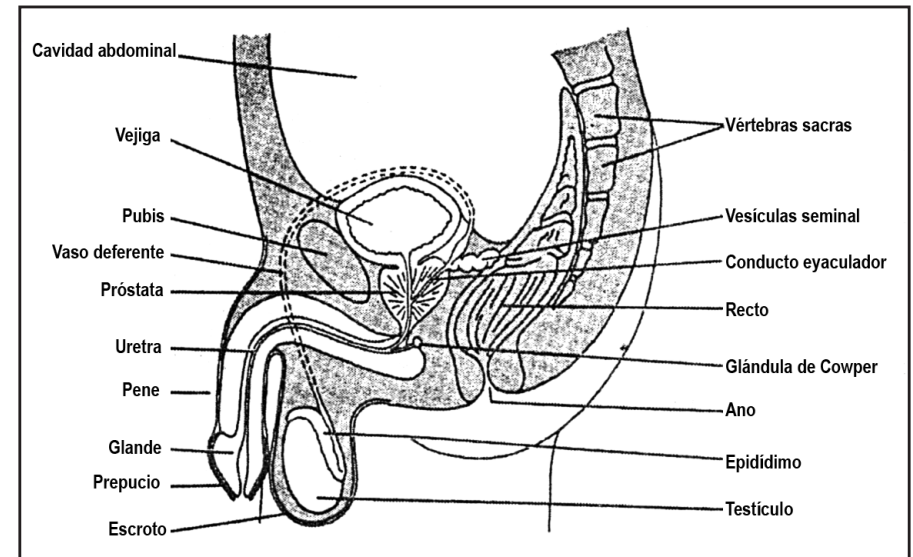


c. **Fase Luteal o secretoria** (posovulatoria)

Se inicia luego de la ovulación, el folículo que ha ovulado se transforma en **cuerpo amarillo** (luteo) que libera **progesterona**. La progesterona estimula el funcionamiento y secreción de las **glándulas endometriales**, formadas en la fase proliferativa. **Si no hay fecundación**, el cuerpo amarillo degenera días antes de la menstruación, transformándose en **cuerpo blanco** (albicans), sin actividad endocrina.

Aparato reproductor masculino

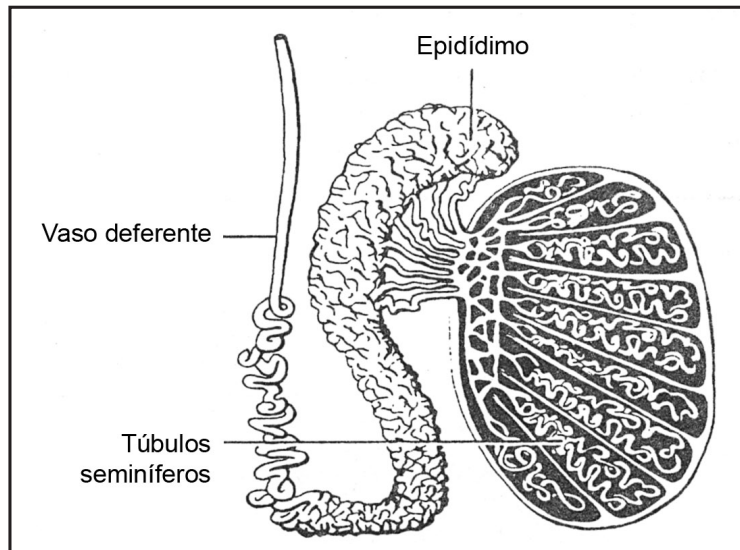
Encargado de formar **gametos**, **hormonas** y **semen** (secreción de las glándulas auxiliares; contiene gametos). Está constituido por: **testículos**, **conductos genitales**, **glándulas accesorias** y **pene**.



1. **Testículos:** Ubicados en la parte inferior del abdomen y alojados en el **escroto**; esta bolsa posee un tabique interno que lo divide en dos sacos con un testículo cada uno; presenta a los músculos dartos (involuntario: se contrae en respuesta a frío y se relaja en respuesta al calor) y cremaster (voluntario: se contrae en respuesta al frío y la excitación sexual).

La ubicación del escroto y la contracción de los músculos regula la temperatura de los testículos (2 a 3 o C menos que la temperatura corporal) para la producción normal de espermatozoides.

El testículo está cubierto por la **túnica albugínea** (tejido fibroso denso) y lo divide en **lobulillos testiculares** y estos contienen túbulos seminíferos (1 a 3, se unen formando el túbulo recto) y células intersticiales de Leydig.



1.a.El túbulo seminífero presenta: células germinales y células de Sertoli.

- **Células germinales:** Estimuladas por la FSH, realizan una espermatogénesis originando espermatozoides.
- **Células de Sertoli:** Se encuentran entre las células germinales (espermatógenas) y al unirse entre sí forman la barrera hematotesticular. Sostienen y protegen a las células espermatógenas; nutren espermatocitos, espermátides y espermatozoides. Controlan la liberación de espermatozoides a la luz del túbulo seminífero; pueden secretar inhibina (hormona que bloquea la secreción de FSH).

Espermatozoide: Gameto masculino; maduran unos 300 millones diariamente; no sobreviven más de 48 horas en el tracto reproductor de la mujer. Está constituido por:

- **Cabeza:** Posee un **acrosoma** (vesícula con hialuronidasa y proteinasa, para penetrar en el ovocito II) y un **núcleo** con 22 + X ó 22 +Y cromosomas.
- **Zona media:** Con el **centriolo** y **mitocondria** (forma ATP para la locomoción).
- **Cola:** Es un **flagelo**, impulsa al espermatozoide.

1.b.**Células intersticiales de Leydig:** Se encuentran entre los túbulos seminíferos, estimuladas por la LH; secretan la inhibina y la testosterona; esta última estimula la espermatogénesis, funcionamiento de la vesícula seminal y próstata; así mismo, es responsable de los caracteres sexuales secundarios.

2. Conductos genitales

- a. **Túbulos Rectos.** Comunican los túbulos seminíferos con el rete testis.
- b. **Rete testis.** Red de túbulos.
- c. **Conductos eferentes.** (8 a 15) Comunican el rete testis con el epidídimo.
- d. **Epidídimo.** Conducto replegado de 5 cm de largo (casi 6 m de largo al extenderlo) en el borde posterior del testículo. Lugar de almacenamiento de espermatozoides y donde adquieren mayor motilidad, además son reabsorbidos los espermatozoides mal formados.
- e. **Conducto deferente.** Con 35 a 40 cm de largo. Se une al conducto de la vesícula seminal. Reabsorbe los espermatozoides no eyaculados.
- f. **Conducto eyaculador.** Con 2 cm de largo. Se forma en la confluencia del conducto deferente y el conducto de la vesícula seminal, desemboca en la uretra prostática.

3. Glándulas accesorias

- a. **Vesícula seminal.** Bolsas (2) detrás de la vejiga. Secretan un líquido viscoso y alcalino con fructosa, ácido ascórbico y prostaglandina.
- b. **Próstata.** Glándula muscular por debajo de la vejiga. Secreta un líquido lechoso con ácido cítrico a la uretra prostática.
- c. **Glándula de Cowper** (bulbouretrales). Ubicadas por debajo de la próstata. Secretan mucus alcalino que neutraliza la acidez de la uretra esponjosa y lubrica el glande (pene).

Semen: Mezcla de espermatozoides y líquido seminal (secreciones de los túbulos seminíferos y de las glándulas accesorias). Se eyacula 3 a 5 ml con 60 a 120 millones de espermatozoides por ml de semen. Su pH varía entre 7,35 a 7,50.

4. **Pene** (falo)

Órgano copulador y cilíndrico, constituido por tejido eréctil y la uretra esponjosa. Presenta una raíz, cuerpo y glande que está cubierto por el **prepucio** (pliegue retráctil). El tejido eréctil forma los cuerpos cavernosos (dos, en la parte dorsal) y el cuerpo esponjoso (uno en la parte ventral) que posee a la uretra esponjosa.

Genética

La herencia consiste en la transmisión de la información genética de los progenitores a la descendencia y se caracteriza por su regularidad, con patrones que se pueden predecir.

Terminología genética:

- **Gen:** unidad de material hereditario, constituido por ADN y en algunos virus por ARN. Mendel le llamo **factor** y Johansen estableció el término **gen**.
- **Gen dominante:** expresa un carácter particular y evita la expresión del carácter en contraste. Símbolo: una letra mayúscula (**A**).
- **Gen recesivo:** no expresa el carácter en contraste. Símbolo: la letra minúscula del símbolo del gen dominante (**a**).
- **Locus:** lugar que ocupa un gen específico en un cromosoma.
- **Alelos:** dos genes que ocupan el mismo nivel en cada cromosoma homólogo. Durante la meiosis dichos genes se separan e integran los gametos.
- **Cariotipo:** conjunto de características (tamaño, forma) de todos los cromosomas de una célula somática (2n cromosomas).
- **Genoma:** Totalidad del material genético (ADN) organizado en los cromosomas.
- **Genotipo:** Conjunto de alelos (2 genes c/u) de una célula somática de un organismo vivo. Es la constitución genética de una célula somática.
- **Fenotipo:** Conjunto de características observables provocado por los genes, es producto de una **homocigosis** (AA, aa) o de una **heterocigosis** (Aa).
- **Homocigote:** alelos con genes (2) dominantes (**AA**) o recesivos (**aa**) para determinado carácter. Se observa (fenotipo) el carácter provocado por el gen dominante (**A**) o por el gen recesivo (**a**).
- **Heterocigote:** alelos con genes (2) dominante y recesivo (**Aa**) se observa (fenotipo) el carácter provocado por el gen dominante (**A**).
- **Generación parental (P1):** cruce entre individuos (padres) que expresan formas alternas de un carácter.
- **Generación filial:** primera generación de individuos (F1) producto del cruce entre individuos de la primera generación parental (P1). El cruce entre individuos de la F1 (P2) producirá la segunda generación filial (F2) y así sucesivamente.
- **Linea pura** (raza pura): poseen alelos con genes del mismo tipo para un carácter determinado (**AA** o **aa**).

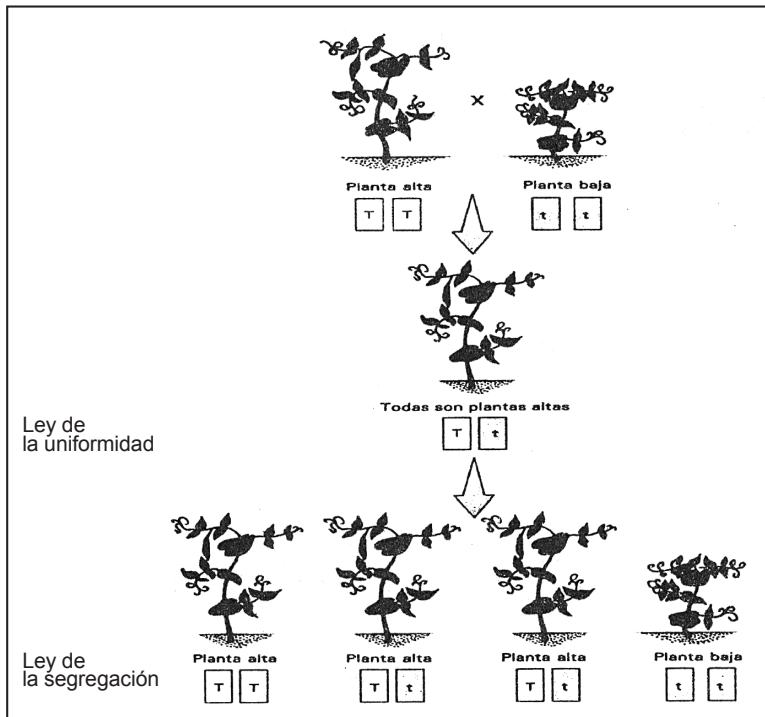
- **Híbrido:** producto del cruce entre individuos genéticamente distintos. Poseen alelos con genes de distinto tipo para un carácter determinado (**Aa**).

Las **reglas fundamentales de la herencia** fueron descubiertas por Gregorio Mendel (1822-1894) en una época donde todavía no se conocía los procesos de división celular (mitosis, meiosis), por lo tanto no se identificaban los cromosomas.

Mendel, un monje austriaco, cultivaba en su huerto un tipo de arveja conocida como «guisante» (*Pisum sativum*), donde hay características (**fenotipos**) contrastantes: tallo alto y tallo bajo, flor roja (púrpura) y flor blanca, semilla amarilla-lisa y semilla verde-rugosa.

Primer experimento de Mendel

Mendel cruzó plantas de líneas **genéticamente puras u homocigotes (genotipo)** con fenotipos contrastantes, lo que consideró como generación parental (**P**); por ejemplo, plantas de tallo alto (**TT**) y tallo bajo (**tt**) obteniendo en la primera generación filial (**F1**) solamente plantas de tallo alto (**Tt**), entonces el factor expresado (tallo alto) es **dominante** y el factor no expresado (tallo bajo) es **recesivo** y formula la **ley de la uniformidad**; si se cruzan dos razas homocigóticas para un solo par de alelos (monohibridismo) todos los híbridos F1 son iguales.

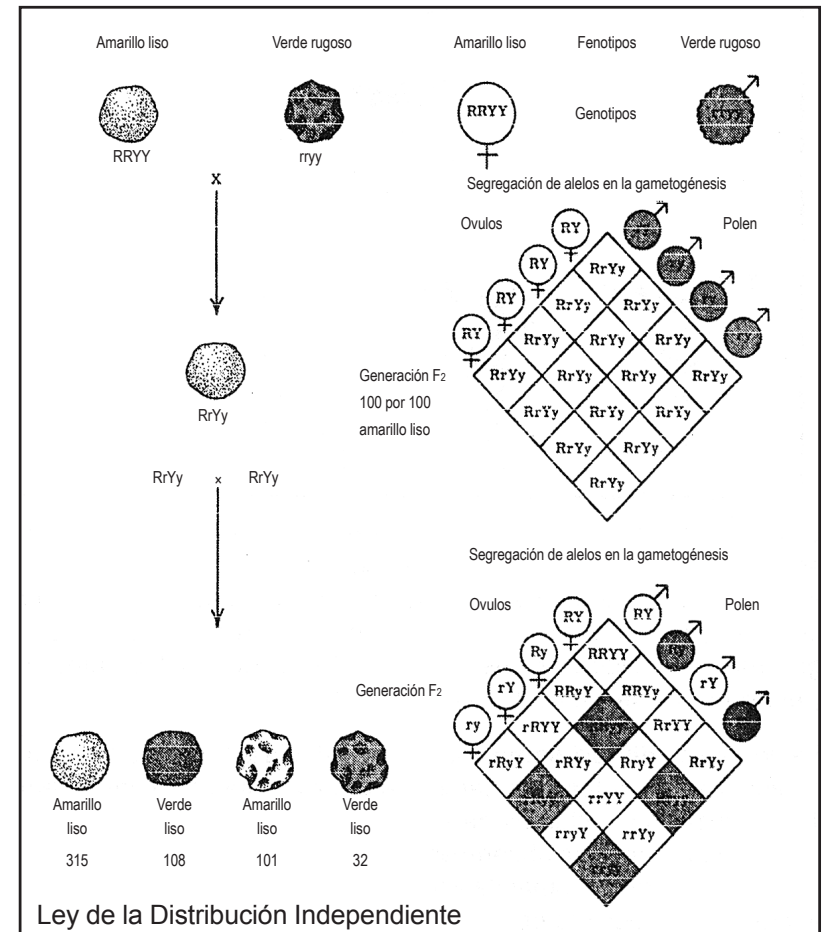


Segundo experimento de Mendel

Mendel cruzó híbridos o **heterocigotes** de tallo Alto (**Tt**) del **F1**, el resultado fue aproximadamente un 75% de tallo alto y 25% de tallo bajo, con una proporción de 3 a 1 entre el dominante (Tallo alto: **1TT, 2Tt**) y el recesivo (Tallo bajo: **1tt**). Para explicar este resultado Mendel propuso la **ley de la segregación**: Los factores hereditarios (genes) término establecido por Johansen) existen por pares; durante la formación de gametos, dichos factores (genes) se separan y cada uno forma parte de un gameto diferente.

Tercer experimento de Mendel

Se denomina **dihibridismo** cuando se estudia la transmisión de dos caracteres diferentes, por ejemplo, el color y la superficie de la semilla. Al cruzar homocigotes de semilla amarilla y lisa (**RRYY**) con otra semilla verde y



rugosa (**rryy**) rugosa se obtiene en el F1 solo las características dominantes: semilla amarilla y lisa (**RrYy**): Ley de la uniformidad.

Al cruzar semillas amarillas y lisas, híbridos de la F1, se obtiene en el F2 diferentes fenotipos (4): amarilla lisa, amarilla rugosa, verde lisa y verde rugosa, en la proporción de 9:3:3:1 respectivamente: Ley de la segregación.

Para explicar este resultado, Mendel propuso la **ley de la distribución independiente**: «La distribución de cada par de alelos es independiente de la distribución de los otros pares, de tal manera que el gameto siempre contiene un alelo de cada carácter hereditario».

Dominancia Incompleta

Cuando ninguno de los alelos participantes oculta totalmente al otro, el híbrido presenta un fenotipo intermedio; como en el cruzamiento en la planta «**boca de dragón**», con flores rojas (RR) y flores blancas (BB), resultando todas flores rosadas (RB), que es una característica intermedia.

Cuando se cruzaron flores rosadas (RB) la descendencia fue de flores rojas (RR), rosadas (RB) y blancas (BB) en la proporción de 1 : 2 : 1 respectivamente.

Codominancia

Los dos alelos se expresan completamente en heterocigosis, por ejemplo el grupo sanguíneo AB que presenta el antígeno A y el antígeno B simultáneamente.

En el ganado de raza Shorton hay variedades de pelamen rojizo (RR), blanco (rr) y roano (Rr, codominante) con una mezcla de pelo rojizo y blanco.

Alelos Múltiples

Cuando existen tres o más alelos para cada carácter. Cada alelo produce un fenotipo distintivo. Un ejemplo son los grupos sanguíneos O, A, B, AB que están determinados por tres genes: I^A, I^B, i

FENOTIPOS	GENOTIPOS
Grupo A	I ^A I ^A , I ^A i
Grupo B	I ^B I ^B , I ^B i
Grupo AB	I ^A I ^B
Grupo O	ii

El grupo A y B son **dominantes**, el grupo AB es **codominante** y el grupo O **recesivo**.

Una pareja de grupo AB y O, tendrán hijos solamente de grupo A o grupo B.

Herencia del factor Rh (Rhesus)

Este factor corresponde a varios antígenos de la superficie del glóbulo rojo, pero el antígeno D es el más importante y caracteriza a la persona de RH + con carácter dominante, la ausencia del factor o RH - es recesivo.

FENOTIPO	GENOTIPO
Rh+	RR, Rr
Rh-	rr

Una pareja Rh+(Rr) puede tener un hijo Rh-.

Herencia poligénica

Cuando varios pares independientes de genes producen efectos similares y aditivos sobre un carácter (color de la piel, talla, forma corporal). El color de la piel humana tiene los polígenos A y a, B y b y C y c; A,B,C tienen dominancia incompleta . Ejemplo: Piel oscura (AABBCC), piel clara (aabbcc), piel de color intermedio (AaBbCc)..

Herencia influenciada por el sexo

Los genes están en los cromosomas somáticos, es dominante en el macho y recesivo en la hembra. Ejemplo: Varón calvo (BB, Bb) y no calvo (bb). Mujer calva (BB) y no calva (Bb, bb), posiblemente las hormonas ováricas (principalmente los estrógenos) ejerzan efectos inhibidores en el gen. B en heterocigosis (Bb).

Herencia ligada al sexo

Ciertas condiciones patológicas están reguladas por genes localizados en el brazo no homólogo del **cromosoma X**, posee **genes ginándricos** (transmitidos a hijos e hijas), como la hemofilia, daltonismo y miopía. Otros en el brazo no homólogo del **cromosoma Y** (más pequeño), posee **genes holandricos** (transmitidos solo a hijos), como ictiosis (escamas y cerdas en la piel), hipertrichosis de la oreja, sindactilia (sínfisis membranosa del segundo y tercer dedo del pie).

La **hemofilia** es la incapacidad en la coagulación sanguínea por carencia del factor VIII y se explica por alteración de un gen localizado en el cromosoma X con carácter recesivo (**X^h**):

MUJER NORMAL	: X ^H X ^H	VARÓN NORMAL:	X ^H y
PORTADORA	: X ^H X ^h	HEMOFÍLICO	: X ^h y
HEMOFÍLICA	: X ^h X ^h		
(muy raro)			

Si el varón es hemofílico y la mujer normal, las hijas son portadoras y los hijos varones normales.

El **daltonismo** o ceguera a los colores es la incapacidad para reconocer los colores rojo y verde, también se explica por alteración de un gen localizado en el cromosoma X con carácter recesivo (X^d).

MUJER NORMAL	: $X^D X^D$	VARÓN NORMAL:	$X^D Y$
PORTADORA	: $X^D X^d$	DALTÓNICO	: $X^d Y$
DALTÓNICA	: $X^d X^d$		

(muy raro)

En una pareja de varón normal y portadora, el 50% de las hijas son portadoras y el 50% de los hijos varones son daltónicos.

La **miopía**: dificultad para ver los objetos lejanos. es un gen localizado en el cromosoma x con carácter dominante (X^M).

MUJER NORMAL	: $X^M X^M$	VARÓN NORMAL:	$X^M y$
MIOPE	: $X^M X^m$	MIOPE	: $X^m y$
MIOPE	: $X^m X^m$		

Citogenética Humana

Se denomina **cariotipo** al estudio sobre el número y tipos de cromosomas. En el ser humano hay 46 cromosomas, de los cuales 44 son **somáticos** (autosomas) y 2 son **sexuales** (heterosomas) conocidos como X e Y.

El cariotipo del varón es $44+XY$; y el de la mujer $44+XX$.

Se puede presentar anomalías en el número de cromosomas debido a la no disyunción (separación) de cromosomas en la meiosis (anafase I), originándose las **aneuploidas ($2n+1$)** por exceso de un cromosoma (**trisomía: $2n+1$**) o falta de un cromosoma (**monosomía: $2n-1$**). Como sucede en los siguientes casos:

Síndrome de Patau (trisomía del par 13)

Posee tres cromosomas 13. Produce cabeza pequeña, ojos pequeños o carecen de ellos, labio leporino, malformaciones. Generalmente mueren poco después de nacer.

Síndrome de Edwards (trisomía del par 18)

Posee tres cromosomas 18. Produce cabeza achatada lateralmente, manos cortas, evidente retraso mental. Generalmente muere antes del primer año de vida.

Síndrome de Down (trisomía del par 21: mongolismo)

Posee tres cromosomas 21. Produce: defectos en el desarrollo del SN central grave retraso mental.

Monosomía del par 21

Posee un solo cromosoma 21. Produce: nariz prominente, distancia entre los ojos menor que la normal, oreja grandes, hipertoniá muscular.

Síndrome de Klinefelter ($44+XXY$)

Posee un cromosoma X más. Produce: aspecto somático masculino, disgenia testicular (Túbulos seminíferos solo con células de Sertoli; abundantes células de Leydig o falta de desarrollo testicular que causa esterilidad.

Síndrome de Turner ($44+X0$)

Carece de un cromosoma X. Produce: aspecto somático femenino, disgenia ovárica, sin ciclo menstrual, útero atrofiado, infantilismo en carácter sexuales (ovario infantil). No hay menstruación, son estériles.

Bibliografía

1. ALBERTS B, BRAY D. 1996. Biología Molecular de la Célula. Barcelona, Ediciones Omega.
2. AUDESIRK, T. 1997. Biología. La vida en la Tierra. 4.^a edición, Editorial Prentice May Hispanoamericana S.A.
3. COCKRUM, Ly Mc Cauley, W. 1986. Zoología. México, Edit. Interamericana.
4. DREUX, P. 1986. Introducción a la Ecología. Madrid, Alianza Editorial S. A.
5. GARDNER – GRAY O´RAHRLY. 1989. Anatomía de Gardner. México, Editorial Interamericana McGraw-Hill.
6. GUYTON, ARTHUR. 1996. Tratado de Fisiología Médica. España, 9.^a ed., Editorial Interamericana. McGraw-Hill.
7. McGraw-Hill.UNQUEIRA L y CARNEIRO, J. 1982. Biología Celular. Brasil. 3.^a edición. Editorial Guanabara Koogan.
8. KARP, G. 1996. Biología celular y molecular. McGraw-Hill Interamericana.
9. KIMBALL, J. 1986. Biología. México, Fondo Educativo Interamericano.
10. NASON, A y DE HAAN R. L. 1990. México, Fondo Educativo Interamericano.
11. PUERTAS, MJ. 1999. Genética. Fundamentos y perspectivas. España, Madrid, McGraw-Hill Interamericana.
12. SOLOMON, E.T., BERG, L. y MARTIN D. 2001. Biología. México, 4.^a ed., S.A. de C. V.
13. VILLE, C. 1991. Biología. México, Ed. Interamericana.