

# BIOLOGÍA

- *Desarrollo sistemático del curso*
- *Temas didácticamente explicados*
- *Datos de cultura general*
- *Banco de preguntas tipo admisión*



# BIOLOGÍA EVOLUTIVA

## El origen de la vida, teoría

El origen de la vida ha tenido en todas las civilizaciones una explicación cuyo denominador común era la intervención divina. La ciencia, sin embargo, ante esta gran pregunta necesitaba buscar causas, reglas o mecanismos que dieran a ese hecho una justificación constatable.

La **generación espontánea** de la vida fue una teoría autorizada y desautorizada consecutivamente en varias ocasiones entre 1668 y 1862, año éste último en que se disipó la incógnita (Teorías evolucionistas). En 1668 el médico italiano Francesco Redi demostró que las larvas de mosca de las carnes en descomposición se producían a causa de puestas previas, y no espontáneamente por la propia carne. La generación espontánea quedaba en parte desautorizada (no exenta de polémica) a pesar del arraigo que esa teoría tenía en la historia de la biología.

La polémica sobre la generación espontánea se avivó aún más cuando en 1677 Antoni Van Leeuwenhoek, un fabricante de microscopios y pionero en descubrimientos sobre los protozoos, desautorizó de nuevo la antigua teoría cuando experimentó sobre microorganismos sólo visibles al microscopio, ante la aparente constatación de que estos seres aparecían espontáneamente en los alimentos en descomposición. Demostró que las pulgas y gorgojos no surgían espontáneamente a partir de granos de trigo y avena, sino que se desarrollaban a partir de diminutos huevos.

Tuvieron que transcurrir cien años para que en 1768 el fisiólogo italiano Lazzaro Spallanzani (uno de los fundadores de la biología experimental) demostrase la inexistencia de generación espontánea. Hirviendo un caldo que contenía microorganismos en un recipiente de vidrio, y cerrándolo después herméticamente para evitar la entrada de aire, el líquido se mantuvo claro y estéril. Los inmovilistas de esa época no dieron validez al experimento, a pesar de su rotundidad, y expusieron como argumento que se había alterado el aire del interior del recipiente por efecto del calor, eliminando los principios creadores de la vida.

El problema seguía sin resolverse definitivamente en la segunda mitad del siglo XIX, hasta que el biólogo francés Louis Pasteur se propuso emprender una serie de experimentos para solventar la cuestión de la procedencia de esos microorganismos que, en apariencia, se generaban espontáneamente. En 1862 Pasteur llegó a la conclusión de que los gérmenes penetraban en las sustancias procedentes de su entorno.

Ese descubrimiento dio lugar a un debate feroz con el biólogo francés Félix Pouchet, y más tarde con el respetado bacteriólogo inglés Henry Bastion; éste último mantenía que la generación espontánea podía darse en condiciones apropiadas. Una comisión de la Academia de Ciencias aceptó oficialmente en 1864 los resultados de Pasteur, a pesar de ello los debates duraron hasta bien entrada la década de 1870.

En la actualidad, la base de referencia de la teoría evolutiva del origen de la vida, se debe al bioquímico soviético Alexandr Ivánovich Oparin, aunque el británico John Burdon Sanderson Haldane sostuvo una idea similar. Oparin postuló en 1924 que las moléculas orgánicas habían podido evolucionar reuniéndose para formar sistemas que fueron haciéndose cada vez más complejos, quedando sometidos a las leyes de la evolución. Según esta teoría, los océanos contenían en sus orígenes gran cantidad de compuestos orgánicos disueltos. En un proceso que requirió mucho tiempo, esas moléculas se fueron agrupando en otras mayores y éstas a su vez en complejos temporales. Alguno de esos complejos se convirtió en un protobionte tras adquirir una serie de propiedades, por las cuales podía aislarse e introducir en su interior ciertas moléculas que le rodeaban y liberar otras. Las funciones metabólicas, la reproducción y el crecimiento habrían aparecido después de que el protobionte adquiriera la capacidad de absorber e incorporar las moléculas a su estructura, para finalmente conseguir separar porciones de sí mismo con iguales características.

La teoría de Oparin fue experimentada con validez por Stanley Miller en 1953, como parte de su tesis doctoral dirigida por H. Urey; consiguiendo obtener compuestos orgánicos complejos después de reproducir las condiciones primitivas del planeta en un aparato diseñado al efecto. Miller creó un dispositivo, en el cual la mezcla de gases que imitan la atmósfera primitiva, es sometida a la acción de descargas eléctricas, dentro de un circuito cerrado en el que hervía agua y se condensaba repetidas veces. Se producían así moléculas orgánicas sencillas, y a partir de ellas otras más complejas, como aminoácidos, ácidos orgánicos y nucleótidos. Se abrió así camino a la obtención de numerosas moléculas orgánicas. En condiciones de laboratorio se han conseguido sintetizar azúcares, glicerina, aminoácidos, polipéptidos, ácidos grasos, o porfirinas que es la base de la clorofila y hemoglobina, etc

En resumen, la vida surgió en unas condiciones ambientales muy distintas a las actuales, las de la Tierra primitiva, a partir de moléculas orgánicas que no competían con ningún otro organismo vivo. Mediante la intervención de la selección natural se habrían ido diversificando hasta los actuales organismos.

Una condición indispensable para la evolución de la vida a partir de materia orgánica no viva, era la existencia de una atmósfera terrestre carente de oxígeno libre (Formación de las primeras células). En opinión de Haldane, que sostenía esa idea, durante el proceso biogenético los compuestos orgánicos no podrían ser estables en una atmósfera oxidante (con O<sub>2</sub>); serían los organismos fotosintéticos los que posteriormente producirían el O<sub>2</sub> atmosférico actual.

### **Formación de las primeras células**

Se ha convenido que el proceso de formación de las primeras células debió superar varias etapas de evolución, tres de carácter prebiológico (química) y una biológica: constitución de la Tierra, síntesis prebiológica, fase subcelular y fase protocelular.

### **Constitución de la Tierra...**

Se estima que tuvo lugar hace unos 5.000 millones de años. El enfriamiento de las rocas emitía gases a la atmósfera ricos en compuestos de carbono y carentes de oxígeno (reductores).

Durante la constitución de la Tierra la atmósfera era reductora, debido a la carencia de oxígeno de los gases emitidos al enfriarse las rocas

## Síntesis prebiológica

Se produce a partir de los *monómeros*, o moléculas sencillas procedentes de los gases de la atmósfera primitiva, que posteriormente quedarían disueltos en el medio líquido. Aminoácidos, azúcares y bases orgánicas se irían formando mediante diferentes tipos de energía, descargas eléctricas o radiaciones ultravioletas. Éstos, en el medio acuoso, tendrían una polimerización gradual dando lugar a macromoléculas o cadenas proteicas y de ácidos nucleicos.

Las descargas eléctricas y radiaciones ultravioleta darían lugar a la polimerización gradual en el medio acuoso.

Diferentes tipos de energía, como descargas eléctricas o radiaciones ultravioleta irían formando aminoácidos, azúcares y bases orgánicas.

## Fase subcelular

Las microesferas de proteínoides (según Fox) o coacervados (según Oparin), consistentes en gotitas ricas en polímeros, inician su separación dentro del medio acuoso, que primitivamente tenía una consistencia de sopa. Por selección química, se generarían posteriormente **protobiontes** individualizados independientes del entorno (formados por proteínas y ácidos nucleicos).

## Fase protocelular

Se activa un mecanismo de autorreproducción, y una evolución biológica por selección natural. Ese mecanismo genético asegura que las protocélulas hijas adquieran las mismas propiedades químicas y metabólicas de las protocélulas padre, es decir, se realiza una transmisión hereditaria, que a su vez permite la existencia de mutaciones (evolución biológica).

Las actuales bacterias anaeróbicas como las de tipo *Clostridium* (fermentadoras), serían parecidas a las que en el origen de la Tierra tendrían los primeros seres vivos, que, probablemente, consistirían en formas unicelulares heterótrofas; de todas formas, estas bacterias actuales requieren adquirir en el entorno moléculas energizadas constituidas por reacciones no biológicas. Las primeras células que dependían, como ya se dijo, de materia orgánica formada por diferentes fuentes de energía como las descargas eléctricas (que comenzaría a escasear), prescindieron progresivamente de esa energía cuando la fotosíntesis entró en acción. La atmósfera comenzó entonces a recibir O<sub>2</sub>, y por evolución aparecerían las cianobacterias o algas azules, cuyos sedimentos fueron identificados en microfósiles de hace unos 3.500 millones de años.

La atmósfera del planeta cambió de reductora a oxidante en los 2.000 millones que siguieron a los procesos descritos. De cada cinco moléculas una era de O<sub>2</sub>. Con la formación de la capa de ozono se redujeron las radiaciones ultravioleta, y por esa razón las condiciones que permitieron la aparición de la vida desaparecieron definitivamente.

**Por tanto, la instauración plena de vida eliminó las condiciones originales que la hicieron posible. La aparición por evolución de los primeros eucarióticos**

**unicelulares y pluricelulares, se sitúan alrededor de hace unos 2.000 millones de años.**

## El origen de los homínidos

Del orden de los *Primates*, superfamilia de los *Hominioides*, se desprenden las familias de los *póngidos* y *homínidos*. De los *homínidos*, el *Homo sapiens* (seres humanos) constituye la única especie.

El origen y proceso de evolución de la especie humana o de hominización, se define como el desarrollo simultáneo del cerebro, locomoción bípeda y capacidad tecnológica. Darwin teorizó con que la humanidad descendía de un antiguo miembro del subgrupo antropoide (no de los actuales monos como se le atribuye), siendo el filósofo Kant el que apuntó a la descendencia de los primates. La antropología actual ha podido confirmar mediante numerosos fósiles encontrados, que el antecesor de la humanidad ha vivido en África. De todas formas, los antropólogos moleculares han confirmado que los humanos no proceden de los simios, sino que derivan de un antepasado común por descubrir, cuya separación del tronco común (con gorilas y chimpancés) pudo suceder entre 7 y 3 millones de años (paleontológicamente es un tiempo muy corto).

Actualmente existen cinco géneros de antropoides (tres asiáticos y dos africanos) que forman la familia de los simios (*póngidos*). En Asia son los gibones (comprenden varias especies del género *Hylobates*), el siamán (*Symphalangus syndactylus*) y el orangután (*Pongo pygmaeus*); en África son el chimpancé (*Pan troglodytes* y *P. paniscus*) y el gorila (*Gorilla gorilla*).

En cuanto a los homínidos, hagamos un repaso mas conciso de la historia evolutiva: Hace 30 millones de años existió un primate antepasado común y más antiguo conocido durante el Oligoceno, el *Aegyptopithecus*, del que partieron dos linajes: de un lado los gibones, y del otro los restantes póngidos y homínidos.

Entre 25 y 15 millones de años (según que autores hasta 8), en el Mioceno medio, en Europa, Asia y África habitaron diversas especies de monos superiores (subfamilia *Driopitecinos*), que fueron posibles antecesores de los póngidos y homínidos. Al primer fósil de un gran antropoide encontrado en Francia (*Dryopithecus*) se le supone 13 millones de años de antigüedad. En Palestina, por su parte, fue encontrado el *Sivapithecus*, probablemente relacionado con el antecesor del orangután

Entre 14 y 8 millones de años, en el Mioceno superior y Plioceno inferior, habitaban el género *Ramapithecus* (*R. brevirostris*) en la India, Pakistán y China; otra forma similar, el *Kenipithecus* (*K. africanus*) en África. Con respecto a este periodo surgen diferentes consideraciones antropológicas; así, mientras algunos autores sostienen que el *Ramapithecus* es un homínido, y por tanto que la separación de esta familia del tronco común con la de los póngidos, se realizó entre los 20 y 15 millones de años, la mayoría de antropólogos lo consideran un mono antepasado del orangután.

El nexa común de los simios y humanos del que no se tienen dudas, es el de los hombres mono del sur (género *Australopithecus*), cuya familia *australopitecinos* ya está extinguida; vivieron en el centro y sur de África hasta hace un millón de años, y probablemente incluso menos. Varias especies han sido reconocidas, una de ellas el

*Australopithecus robustus* poco parecido a los actuales humanos, de aspecto simiesco, grandes dientes, mandíbulas y hocico, y una altura de 1,5 metros. Otra especie de menor tamaño y fragilidad es el *Australopithecus africanus*, que medía un metro de altura aproximadamente, y que posiblemente es el antepasado más directo de la especie humana; vivió entre los 3 y 2 millones de años y caminaba erguido, según se desprende de la forma de la pelvis y los huesos de las piernas. Se especula entre varios autores la existencia de una tercera especie (*Australopithecus afarensis*), que serían más antiguos, con rasgos más arcaicos que todos los descritos y próximos al chimpancé.

El *Pithecanthropus erectus* (también llamado *hombre de Java*) y hoy clasificado como *Homo erectus*, es otro eslabón de la filogenia humana. Los pitecántropos eran bípedos y caminaban erguidos.

Se encontraron restos de esta especie en Europa, África y Asia. Otra forma más avanzada habitó China hace 800.000 a 500.000 años, el *H. erectus pekinensis* (hombre de Pekín) cuyo cerebro ya alcanzaba los 1.000 cm<sup>3</sup>, límite inmediato inferior al de la actuales humanos. Se estima que esta subespecie no sólo fabricaba útiles de piedra, sino que pudo haber sido el primero en utilizar el fuego. En Atapuerca (Burgos-España) se han descubierto individuos de *Homo erectus* en yacimientos del Paleolítico medio. Se ha datado que el paso del *Homo erectus* al *Homo sapiens* se ha producido en Europa durante el último periodo interglacial. La secuencia se constituye así: *Australopithecus africanus*, *Homo habilis*, *Homo erectus*, *Homo sapiens*.

El primer *Homo sapiens* fue el hombre de Neanderthal (*Homo sapiens neanderthalensis*), que habitó entre hace 150.000 y 35.000 años en Europa, África, Oriente Medio y Lejano Oriente, durante el último periodo glacial. Tenía un parecido menor a los actuales humanos que los presapiens, a pesar de que el cerebro era volumétricamente moderno (1450 a 1650 cm<sup>3</sup>).

Aparentemente fue sustituido bruscamente en Europa hace unos 40.000-35.000 años, por otras razas de la actual subespecie *Homo sapiens sapiens*, entre los que destaca el *hombre de Cromagnon* y *Chancelade*. Probablemente estas subespecies ocuparan las mismas zonas al tiempo; si el hombre moderno invadió los territorios neanderthales y no lo aniquiló, sino que se cruzaron las poblaciones, es posible que en nuestra historia genética exista un origen Neandertal

## Biología evolutiva

### Teorías evolucionistas

En el siglo XIX, concretamente el mismo año en que nacía Charles Darwin (1809), surgió la primera teoría organizada de la evolución con la publicación de la *filosofía ecológica*, obra del Caballero de Lamarck, Jean Baptiste Monet. No obstante, las ideas transformistas o evolucionistas (que las especies derivan unas de otras por transformación), ya existían en la Grecia clásica; así, el mismo Aristóteles consideraba que algunos animales, como ranas o abejas, podían surgir de la materia no viva por generación espontánea; Heráclito de Efeso afirmaba que toda existencia está en continuo cambio; Anaximandro decía que el hombre había nacido de una criatura diferente. La creencia sobre el espontáneo origen de la vida, era para Santo Tomás de Aquino siglos más tarde, compatible con la filosofía cristiana. Por otra parte, el fijismo sostenía que los seres vivos no cambiaban, sino que habían sido creadas así.

La teoría de Lamarck fue vivamente atacada en su tiempo, hasta el extremo de ser silenciada. Sin embargo, se mantuvo esta corriente de pensamiento evolucionista, sirviendo de base para lo que terminaría siendo una verdadera revolución en las ideas biológicas del momento, y que desembocaría en la teoría de la evolución de las especies de Charles Darwin. El eminente genetista Theodosius Dobzhansky afirmó a finales del siglo XX que, con respecto a esta concepción de la naturaleza, nada tiene sentido en biología si no es considerado bajo el punto de vista de la evolución. Lamarck formuló dos leyes en su teoría, la cual aceptaba la generación espontánea como un acontecimiento frecuente. Se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Los organismos poseen un instinto interno que les lleva a su propio perfeccionamiento.
- Los organismos generan nuevas necesidades cuando se producen cambios en el ambiente. Esta característica determina que se vean obligados a utilizar ciertos órganos en mayor o menor medida, o incluso a no utilizarlos, lo que provoca que estos órganos sufran formación, desarrollo, atrofas o desaparición; finalmente por efecto de estas variables se producen cambios o alteraciones en sus constituciones. Estos hechos se pueden resumir en una frase: la función crea el órgano.
- Las alteraciones o cambios, adquisiciones o pérdidas, son heredables.

Charles Darwin, por su parte, formuló su teoría completa *El origen de las especies* en 1859, y que previamente esbozara, como así lo hiciera también Alfred Russel Wallace, influidos por la obra de Malthus *Un ensayo sobre los principios de la población*, que publicara en 1798.

La teoría de Darwin se resume en los siguientes puntos:

- Nuestro mundo no se mantiene estático, sino que está en continua evolución. Las especies cambian continuamente, con el tiempo unas se extinguen y aparecen otras nuevas. Las formas de las especies actuales son más diferentes cuantas más antiguas sean.
- Los cambios no se producen súbitamente o a saltos discontinuos, sino que es un proceso continuo y gradual.
- Las especies descienden de un antepasado común, por tanto los organismos semejantes están emparentados. Remontándose en el tiempo se llegaría a un origen único de la vida.
- La evolución o cambio evolutivo es resultado de un proceso de selección natural. En una primera fase se produce variabilidad en cada generación, mientras que en una segunda fase se produce la selección a través de la supervivencia (lucha por la propia existencia). La segunda fase de selección constatada por Darwin, está basada en las observaciones que mantuvo sobre la reproducción de distintas especies, las cuales siendo abundantes se mantenían no obstante en equilibrio a través de las generaciones; este hecho implica que muchos individuos mueren tempranamente. La razón de la muerte a edad temprana tiene su respuesta en que, las diferencias existentes entre los descendientes de una misma especie, los cuales se han adaptado diversamente al hábitat donde han nacido, luchan entre sí por la propia existencia; los más aptos sobrevivirán, y por tanto transmitirán posteriormente a sus hijos esas características de fortaleza; el proceso se repetirá en cada generación.

**En resumen**, la evolución es un proceso de selección natural en la cual, en una primera etapa se produce la mutación, recombinación y acontecimientos al azar (producción de la variabilidad genética), para en una segunda etapa quedar regulada esa variabilidad mediante la selección natural.

En 1937 comenzó a imperar el neodarwinismo (**teoría sintética**), fruto de los nuevos conocimientos genéticos surgidos de los estudios de Mendel o Morgan entre otros, siendo generalmente aceptada en la actualidad la moderna teoría de la evolución elaborada en ese momento por Theodosius Dobzhansky en la obra *Genética y el origen de las especies*, que fuera completada posteriormente con trabajos en diferentes disciplinas: Ernst Mayr en zoología, **Stebbins** en botánica y **Simpson** en paleontología.

## Biología evolutiva

### Evolución biológica y sus mecanismos

En 1859, con la teoría sobre el origen de las especies de Charles Darwin, quedaron sentadas las bases de la evolución biológica. Darwin afirmaba que los seres vivos que habitan nuestro planeta, son producto de un proceso de descendencia en el que se introducen sucesivas modificaciones, con origen en un antepasado común. Por tanto, todos partieron de un antecesor común y a partir de él evolucionaron gradualmente. El mecanismo por el cual se llevan a cabo estos cambios evolutivos es la selección natural. Muchos sucesos de la naturaleza sólo tienen explicación mediante la teoría de la evolución; Darwin aportó numerosos hechos que encajan en su teoría, y que posteriormente se vieron reforzados con nuevas evidencias, constituyendo todos ellos lo que se llamó pruebas de la evolución. Entre otras destacan las de tipo paleontológico, anatómica comparada, bioquímica comparada, embriológica, adaptación/mimetismo, distribución geográfica y domesticación.

### Pruebas paleontológicas: Los Fósiles

Es considerado fósil cualquier indicio de la presencia de organismos que vivieron en tiempos remotos de la Tierra. Las partes duras de cuerpo de los organismos son aquellas las más frecuentemente conservadas por los procesos de fosilización, pero existen casos en que la parte mayor del cuerpo también es preservada.

Dentro de estos podemos citar a los Fósiles congelados, como, por ejemplo, el mamut encontrado en el norte de Siberia y los fósiles de insectos encontrados en ámbar. En este último caso, los insectos que penetraban una resina pegajosa, eliminada por los piñedos, morían, la resina se endurecía, transformándose en ámbar y el insecto ahí atrapado era preservado con detalles de su estructura.

También son consideradas fósiles impresiones dejadas por organismos que vivieron en eras pasadas, como, por ejemplo, pisadas de animales extintos e impresiones de hojas, de plumas de aves extintas y de superficies de pies de los dinosaurios.

La importancia del estudio de los fósiles para la evolución está en las posibilidades de conocer organismos que vivieron en la Tierra en tiempos remotos, en condiciones ambientales distintas a las encontradas actualmente, y que pueden ofrecer indicios de parentesco con las especies actuales.

### Prueba de la adaptación/mimetismo

Demuestra la existencia de un proceso de cambio, mediante la presencia de restos fósiles de floras y faunas extinguidas y su distribución en los estratos.

Numerosas formas indican puentes entre dos grupos de seres, como es una forma intermedia entre reptil y ave presentada por el *Archaeopteryx*, verdadero ejemplo de la evolución desde los pequeños dinosaurios del Mesozoico y las aves actuales..

### Prueba de anatomía comparada

Distintas especies presentan partes de su organismo constituidas bajo un mismo esquema estructural, apoyando una homología entre órganos o similitud de parentesco, y por tanto de un origen y desarrollo común durante un periodo de tiempo. Ejemplo: las extremidades anteriores de los humanos, murciélagos o ballenas, cuya estructura, tipo de desarrollo embrionario o relación con otros órganos, es básicamente la misma. Existen órganos homólogos llamados vestigiales, que se mantienen presentes en cada generación y que sin embargo no realizan función alguna; por ejemplo, en los seres humanos el coxis es un remanente de la cola; otros órganos vestigiales son el apéndice o las muelas del juicio; los músculos nasales y auriculares.

### Prueba bioquímica comparada

Se han encontrado homologías de carácter bioquímico que constituyen una de las características más destacables de la escala evolutiva. Ejemplo: la hemoglobina de los eritrocitos sólo se diferencia en 12 aminoácidos entre un humano y un chimpancé; básicamente presenta la misma estructura en todos los vertebrados.

### Prueba embriológica

En todas las especies se encuentran características ancestrales similares en el desarrollo embrionario, y que desaparecen durante dicho proceso. Por este hecho, Ernst Haeckel enunció en 1866 la teoría de la recapitulación que se resume en: la ontogenia es una recapitulación de la filogenia, es decir, la ontogénesis o desarrollo individual, es un compendio de la filogénesis o desarrollo histórico de la especie.

### Prueba de la adaptación/mimetismo

En 1848 se descubrió en Manchester una mariposa (*Biston betularia*) que mutó al color negro, después de que se hubiese adaptado al ennegrecimiento de los troncos de abedul producido por los humos de las fábricas. Estas mariposas (originalmente de color blanco) se posaban sobre los troncos con las alas extendidas, siendo fácilmente detectadas por las aves. El genetista H.B.D. Kettlewell pudo verificar este hecho en 1955; tras liberar mariposas marcadas con colores claros y oscuros, recuperó el doble de oscuras que de claras. Las aves actuaron aquí como agentes de la selección natural. El Mimetismo tiene un mecanismo similar al de la adaptación; mediante esta característica los animales pueden confundirse para no ser detectados, sea mediante la adopción de ciertas formas, o cambios momentáneos de color de la piel acordes con el entorno.

### Prueba de la distribución geográfica

El hecho de que no exista una presencia uniforme de especies en todo el planeta, es una prueba de que las barreras geográficas o los mecanismos de locomoción o dispersión han impedido su distribución, a pesar de que existen hábitats apropiados para su desarrollo, como es el caso de Australia, donde los zorros y conejos han sido introducidos artificialmente. Los pinzones que Darwin observó en las Galápagos, por ejemplo, son una prueba más de las adaptaciones evolutivas independientes a partir de sus antecesores locales, dada la imposibilidad de migración de esas especies.

**Prueba de la domesticación**

Son un claro ejemplo de cambios evolutivos provocados en este caso por la mano del hombre. Las actividades agrícolas o ganaderas de los humanos, han proporcionado campo de experimentación en animales y vegetales; así, se ha logrado una gran variabilidad de formas muy diferentes de los especímenes ancestrales; ejemplo: los cruces entre razas de perros, caballos, vacas, ovejas, gallinas, o plantas comestibles, sobre todo cereales. Todo ello resultado de cambios evolutivos controlados.



# ORGANIZACIÓN DE LA VIDA

## BIODIVERSIDAD

### CLASIFICACIÓN DE LOS SERES VIVOS

#### ¿QUÉ ES LA VIDA?

Es muy fácil afirmar que un ser humano, un roble y un saltamontes son seres vivos, mientras que las rocas no lo son. Sin embargo, hasta la fecha sigue siendo muy difícil hacer una definición formal de lo que es la vida. Probablemente lo mejor que podemos hacer para definir la vida sea construir una nómina de las características que los seres vivos tienen en común. Al hacerlo descubrimos que las características distintivas de casi todos los seres **vivos** respecto de los **no vivos** incluyen:

#### 1. Organización específica

La **teoría celular**, uno de los conceptos fundamentales de la biología, establece que todos los seres vivos están compuestos por unidades básicas llamadas **células** y por **productos celulares**, que resultan de la propia actividad celular. Aunque los organismos varían en gran medida en tamaño y apariencia, todos (excepto los virus <sup>1\*</sup>) están formados por unidades básicas llamadas células. *La célula es la parte más simple de la materia viva capaz de realizar todas las actividades necesarias para la vida.*

Algunos de los organismos más simples, como las bacterias, son **unicelulares**; es decir, constan de una sola célula. Por el contrario, el cuerpo de un hombre o un roble están formados por miles de millones de células; en estos organismos **pluricelulares** complejos, los procesos del organismo entero dependen del funcionamiento coordinado de las células que lo constituyen.

Por el hecho de estar constituidos por una única célula, en los organismos unicelulares la única célula debe realizar todas las funciones (es polifuncional). En los organismos pluricelulares, a medida que la complejidad aumenta las células se diferencian unas de otras, adquiriendo funciones específicas, como ocurre en los humanos con las células epidérmicas, musculares, nerviosas, etc.

#### 2. Metabolismo

En todos los seres vivos ocurren **reacciones químicas esenciales para la nutrición, el crecimiento y la reparación de las células, así como para la conversión de la energía en formas utilizables (transducción)**. La suma de todas estas actividades químicas del organismo recibe el nombre de **metabolismo**. Las reacciones metabólicas ocurren de manera **continua** en todo ser vivo; en el momento en que se suspenden se considera que el organismo ha muerto.

Cada célula específica del organismo toma en forma continua nuevas sustancias que modifica químicamente de diversas maneras, para integrar con ellas nuevos componentes celulares. Algunos nutrientes se usan como "combustible" en la respiración celular, proceso durante el cual una parte de la energía almacenada en ellos es tomada por la célula para su propio uso. Esta energía es necesaria en la

<sup>1</sup> Los virus sólo pueden llevar a cabo su metabolismo y reproducción empleando los mecanismos metabólicos de las células a las que parasitan; por esa razón se dice que los virus están en los límites entre lo vivo y lo no vivo.

síntesis y en otras actividades celulares. En la mayoría de los organismos la respiración celular también requiere oxígeno, que es proporcionado por el proceso de intercambio de gases. Los desperdicios celulares como el dióxido de carbono y el agua deben eliminarse del organismo. Cada reacción química está regulada por una enzima específica, es decir, un catalizador químico. La vida en la Tierra implica un incesante flujo de energía dentro de la célula, entre células, y de un organismo a otro.

### 3. Homeostasis (del griego *homo* = parecido, *estasis* = fijar)

En todos los organismos, **los diversos procesos metabólicos deben ser cuidadosamente y constantemente regulados** para mantener un estado de equilibrio. Cuando ya se sintetizó una cantidad suficiente de un componente celular, es necesario reducir su producción o suspenderla por completo. Cuando declina la cantidad de energía disponible en una célula es necesario que entren en funcionamiento los procesos adecuados para poner a disposición de la célula nueva energía. Estos mecanismos autorregulados de control son notablemente sensibles y eficientes. **La tendencia de los organismos a mantener un medio interno constante se denomina homeostasis, y los mecanismos que realizan esa tarea se llaman mecanismos homeostáticos.**

La regulación de la temperatura corporal en el ser humano (homeotermia) es un ejemplo de la operación de tales mecanismos. Cuando la temperatura del cuerpo se eleva por arriba de su nivel normal de 36,5-37°C, ese aumento en la temperatura de la sangre es detectada por células especializadas del hipotálamo que funcionan como un termostato. Dichas células envían impulsos nerviosos hacia las glándulas sudoríparas e incrementan la secreción de sudor. La evaporación del sudor que humedece la superficie del cuerpo reduce la temperatura corporal. Otros impulsos nerviosos provocan la dilatación de los capilares sanguíneos de la piel, haciendo que ésta se sonroje. El aumento del flujo sanguíneo en la piel lleva más calor hasta la superficie corporal para que desde ahí se disipe por radiación. Cuando la temperatura del cuerpo desciende por debajo de su nivel normal, el sensor del cerebro inicia una serie de impulsos que constriñen los vasos sanguíneos de la piel, reduciendo así la pérdida de calor a través de la superficie. Si la temperatura corporal desciende aún más, el cerebro empieza a enviar impulsos nerviosos hasta los músculos, estimulando las rápidas contracciones musculares conocidas como *escalofríos*, un proceso que tiene como resultado la generación de calor.

### 4. Movimiento

El movimiento, aunque *no necesariamente la locomoción* (el desplazamiento de un lugar a otro) es una característica de los seres vivos. El movimiento de casi todos los animales es muy obvio: se agitan, reptan, nadan, corren o vuelan. Los movimientos de las plantas son mucho más lentos y menos obvios, pero no por ello dejan de ser un hecho. El movimiento de flujo de material vivo en el interior de las células de las hojas de las plantas se conoce como *ciclosis*.

La locomoción puede ser el resultado de la contracción de los músculos (en los organismos pluricelulares complejos), de la actividad de diminutas extensiones piliformes llamadas cilios o flagelos (en algunos individuos unicelulares), o del lento flujo de una masa de sustancias celulares (movimiento amiboideo) como ocurre en las amebas y algunas células de organismos superiores. Unos cuantos animales como esponjas, corales, ostras y ciertos parásitos, no se desplazan de un lugar a otro cuando son adultos. Sin embargo, la mayoría de ellos tienen fases larvarias que nadan libremente. Incluso en el caso de los adultos sésiles (firmemente fijados, de

modo que no están libres para deambular) puede, no obstante, haber cilios o flagelos que se agitan rítmicamente, moviendo el agua que rodea al organismo; de esta manera obtienen alimento y otros recursos indispensables para la vida.

## 5. Sensibilidad

Los seres vivos reaccionan a los estímulos, que son cambios físicos o químicos en su ambiente interno o externo: Los estímulos que provocan una reacción en la mayoría de los organismos son: cambios en la intensidad o dirección de la luz o en el tipo de radiación recibida, cambios en la temperatura, presión o sonido, y cambios en la composición química de suelo, aire o agua circundantes. En los animales complejos, como el ser humano, ciertas células del cuerpo están altamente especializadas para reaccionar a ciertos tipos de estímulos: por ejemplo, las células de la retina del ojo reaccionan a la luz. En los organismos más simples esas células pueden estar ausentes, pero el organismo entero reacciona al estímulo. Ciertos organismos unicelulares reaccionan a la luz intensa huyendo de ella.

La sensibilidad de las plantas no es tan obvia como la de los animales, pero también los vegetales reaccionan a la luz, la gravedad, el agua y otros estímulos, principalmente por crecimiento de las diversas partes de su cuerpo. El movimiento de flujo del citoplasma de las células vegetales se acelera o detiene a causa de las variaciones en la intensidad de la luz. Algunas plantas insectívoras, como la atrapamoscas, son particularmente sensibles a los estímulos táctiles y pueden capturar insectos; sus hojas están insertadas a lo largo del eje principal y poseen una esencia que atrae a los insectos. La presencia de un insecto sobre la hoja, que es detectada por ciertas vellosidades de la superficie de la hoja, estimula el cierre de ésta. Los bordes se aproximan entre sí y las vellosidades se entrelazan para impedir el escape de la presa. Entonces la hoja secreta enzimas que matan y digieren al insecto. Estas plantas suelen vivir en suelos deficientes en nitrógeno, por lo que la captura de insectos les permite obtener, de las presas que "devoran", parte del nitrógeno que necesitan para su propio crecimiento.

## 6. Crecimiento

Algunas cosas no vivas parecen crecer. Por ejemplo, se forman cristales en una solución sobresaturada de una sal; a medida que la solución va perdiendo más sal disuelta, los cristales crecen más y más. No obstante, ese proceso no es crecimiento en el sentido biológico. Los biólogos restringen el término crecimiento a los procesos que incrementan la cantidad de sustancia viva del organismo. El **crecimiento**, por lo tanto, es un **aumento en la masa celular, como resultado de un incremento del tamaño de las células individuales, del número de células, o de ambas cosas**. El crecimiento puede ser uniforme en las diversas partes de un organismo, o mayor en unas partes que en otras, de modo que las proporciones corporales cambian conforme ocurre el crecimiento.

La mayoría de los vegetales superiores siguen creciendo en forma indefinida, hecho que constituye una diferencia sustancial entre plantas y animales. Por el contrario, casi todos los animales tienen un período de crecimiento, el cual termina cuando se alcanza el tamaño característico del estado adulto. Uno de los aspectos más notables del proceso es que cada parte del organismo sigue funcionando conforme éste crece.

## 7. Reproducción

Uno de los principios fundamentales de la Biología es que "toda la vida proviene exclusivamente de los seres vivos". Si existe alguna característica que pueda

considerarse la esencia misma de la vida, ésta es la capacidad que tiene los organismos de reproducirse.

En los organismos menos evolucionados (procariotes) como las bacterias, la reproducción sexual es desconocida. Cada célula se divide por constricción, dando lugar a dos células hijas (reproducción asexual). Este procedimiento es el que ocurre habitualmente en los organismos más simples, como las amebas. Cuando una ameba alcanza cierto tamaño, se reproduce partiéndose en dos, y forman dos amebas nuevas. Antes de dividirse, cada ameba produce un duplicado de su material genético (genes), de modo que cada célula hija recibe un juego completo de ese material. Con la salvedad del tamaño, cada ameba hija es idéntica a la célula progenitora. A menos que sea devorada por otro organismo o que la destruyan las condiciones ambientales adversas, como la contaminación, una ameba no morirá. En los vegetales inferiores la reproducción puede ser asexual o sexual y habitualmente se produce una alternancia de generaciones sexuales y asexuales.

En casi todas las plantas y animales, la reproducción sexual se realiza mediante la producción de células especializadas llamadas gametas, las cuales se unen y forman el óvulo fecundado, o cigota, del que nace el nuevo organismo. Cuando la reproducción es sexual, cada descendiente es el producto de la interacción de diversos genes aportados de manera equivalente por la madre y el padre, en vez de ser idéntico al progenitor, como sucede en el proceso asexual. La **variación genética es la materia prima sobre la cual actúan los procesos vitales de la evolución y la adaptación.**

## 8. Adaptación

La capacidad que muestra una especie (véase más adelante la definición) para adaptarse a su ambiente es la característica que le permite sobrevivir en un mundo en constante cambio. Las adaptaciones son rasgos que incrementan la capacidad de sobrevivir en un ambiente determinado. Dichas adaptaciones pueden ser **estructurales, fisiológicas o conductuales, o una combinación de ellas.** Todo organismo biológicamente apto es, de hecho, una compleja colección de adaptaciones coordinadas.

La larga y flexible lengua de los batracios es una *adaptación estructural* para atrapar insectos y el grueso pelaje de los osos polares lo es para sobrevivir en las temperaturas congelantes.

La adaptación de una plaga frente a los efectos letales de un plaguicida es una *adaptación fisiológica*. El plaguicida interfiere una reacción metabólica vital; algunos individuos de la especie plaga pueden sufrir una mutación que les permita sintetizar una sustancia que bloquee la acción del plaguicida. Los descendientes de los individuos mutados que sobreviven al plaguicida serán insensibles a éste.

La polinización de plantas por insectos es un ejemplo de *adaptación conductual*. El insecto aprende a reconocer un aroma que lo atrae hacia una flor que tiene néctar y se hace visitante casi exclusivo de esa flor. La adquisición de este nuevo comportamiento le asegura al insecto la fuente de alimentación (y a la planta la eficiencia reproductiva, ya que el insecto transportará polen entre distintos individuos de la misma especie).

La adaptación trae consigo *cambios en la especie, más que en el individuo*. Si todo organismo de una especie fuera exactamente idéntico a los demás, cualquier cambio en el ambiente sería desastroso para todos ellos, de modo que la especie se extinguiría. La mayor parte de las adaptaciones se producen durante períodos muy

prolongados de tiempo, y en ellas intervienen varias generaciones. Las adaptaciones son el *resultado* de los *procesos evolutivos*.

## LA ORGANIZACIÓN DE LA VIDA

Una de las características más sorprendentes de la vida es la organización. Ya se mencionó el nivel de organización celular, pero dentro de cada organismo específico pueden identificarse algunos otros niveles: nivel químico, nivel celular, nivel orgánico y nivel ecológico.

### Niveles de organización

El **nivel químico** es el nivel de organización más simple. Este nivel abarca las partículas básicas de toda la materia, los átomos, y sus combinaciones, llamadas moléculas. Un átomo es la unidad más pequeña de un elemento químico que aún conserva las propiedades características de dicho elemento. Los átomos se combinan por medios químicos, y dan lugar a moléculas. Por ejemplo, dos átomos de hidrógeno se combinan con uno de oxígeno y forman una molécula de agua. La asociación de moléculas pequeñas en estructuras más grandes da lugar a las macromoléculas (proteínas, formadas por la asociación de aminoácidos; polisacáridos, que resultan de la unión de muchas moléculas de monosacáridos; ácidos nucleicos, que se forman por condensación de nucleótidos, que a su vez están constituidos por una base nitrogenada, un azúcar y ácido fosfórico). En algunos casos macromoléculas iguales o distintas se asocian en estructuras denominadas supramacromoleculares, como ocurre en la pared celular de los vegetales, con predominio de celulosa, pero con hemicelulosas y pectinas.

Al **nivel celular** se observa que hay muchas moléculas diversas que pueden asociarse entre sí hasta obtenerse estructuras complejas, y altamente especializadas, a las que se denomina *organelos* u *orgánulos*. La membrana celular que rodea a la célula y el núcleo que contiene el material hereditario son ejemplos de organelos. La célula en sí es la unidad básica estructural y funcional de la vida. Cada célula está formada por una cantidad discreta de citoplasma gelatinoso, rodeado por una membrana celular. Los organelos están aparentemente suspendidos en el citoplasma, pero como veremos su posición depende de la actividad de una complicada malla de diferentes tipos de proteínas que constituyen el *citoesqueleto*.

El siguiente nivel de organización, a menudo llamado **nivel orgánico**, se evidencia en los **organismos pluricelulares complejos**, donde las células de igual o distinto tipo se agrupan para formar tejidos, como el tejido muscular y el nervioso en los animales, o el tejido de transporte o de secreción en las plantas. Los tejidos, a su vez, están organizados en estructuras funcionales llamadas órganos, como el corazón y el estómago en los animales, o la hoja, el tallo o la raíz, en las plantas. En los animales, cada grupo de funciones biológicas es realizado por un conjunto coordinado de tejidos y órganos llamado aparato o sistema orgánico. El sistema circulatorio y el aparato digestivo son ejemplo de este nivel de organización. Al funcionar juntos, con gran precisión, los sistemas y aparatos orgánicos integran el organismo pluricelular complejo.

Finalmente, los organismos interactúan entre sí y originan niveles de organización biológica aun más complejos, como el **nivel ecológico**. Todos los miembros de una especie que habitan en la misma área geográfica forman una **población**. El ambiente ocupado por un organismo o población es su **hábitat**. Las poblaciones de organismos que viven en una región determinada y que interactúan entre sí constituyen una **comunidad**. Así, en una comunidad pueden reunirse centenares de tipos diferentes

de formas de vida. El estudio de la manera en que los organismos de una comunidad se relacionan entre sí y con su medio abiótico recibe el nombre de ecología. Una comunidad, junto con su medio abiótico, se denomina **ecosistema**.

### **Tipos de Seres Vivos.-**

#### **1. Según el tipo de lugar donde viven los seres vivos se pueden clasificar en:**

Organismos Acuáticos: Son todos aquellos que viven y se desarrollan dentro del agua, ésta puede ser dulce o salada y se pueden encontrar en lagos, ríos, etc.

Organismos Terrestres: Son los que viven y se desarrollan en la superficie sólida de la tierra, ya sea dentro del suelo, sobre él o sobre otros organismos. Los de costumbres aéreas también se consideran terrestres.

#### **2. Según la forma de obtener energía necesaria para realizar sus funciones, los seres vivos se clasifican en:**

Organismos Autótrofos: Son aquellos que producen sus alimentos, aprovechan la energía del sol para transformarla en energía química y así producen sus alimentos. Lo integran todos los vegetales y algas.

Organismos Heterótrofos: Son todos aquellos que no pueden fabricar sus propios alimentos. No pueden aprovechar la energía luminosa y por lo tanto obtienen la energía de los alimentos que consumen, es decir, de aquellos fabricados por los vegetales; entre ellos están los hongos y todos los animales.

#### **3. Según el tipo de respiración, los seres vivos se clasifican en:**

Organismos Aerobios: El oxígeno se puede encontrar en el aire o en el agua, a los organismos que utilizan el oxígeno para realizar su respiración se les llama Organismos Aerobios. Los peces y algas toman el oxígeno del agua, todos los demás vegetales y animales lo toman del aire.

Organismos Anaerobios: Son aquellos que viven donde no existe oxígeno y su respiración es anaeróbica; entre ellos tenemos a las bacterias y levaduras que descomponen sustancias y aprovechan la energía liberada para realizar sus funciones vitales.

#### **4. Según el número de células que conforman a un organismo se clasifican en:**

Seres Unicelulares: Constituidos por una sola célula, en general se les llama microorganismos y son seres vivos que cumplen con todas las funciones vitales como crecer, reproducirse, alimentarse, reaccionar ante estímulos del medio ambiente, etc. Como ejemplos tenemos a las bacterias, algunas algas microscópicas, algunos hongos, protozoarios, etc.

Seres Coloniales: Muchos seres vivos nunca existen en forma aislada en la naturaleza, las agrupaciones son muy variadas y pueden estar constituidas por seres de la misma especie o bien en algunas ocasiones por diferentes especies. Los individuos están unidos unos con otros en íntima relación anatómica y si se separan mueren; como ejemplos tenemos a las esponjas, a los corales, algunas colonias de algas microscópicas llamadas volvox.

Seres Pluricelulares: Son todos aquellos formados por millones de células y pueden ser terrestres o acuáticos, animales o vegetales.

**a. Vegetales** Son todos aquellos organismos capaces de producir su propio alimento. Generalmente son de color verde debido a un pigmento llamado clorofila, gracias a la cual aprovechan la energía luminosa para transformarla en energía química.

- **Vegetales Acuáticos:** Entre ellos encontramos a las algas multicelulares que presentan un rizoides (raíz), así como estructuras llenas de aire para permitir su flotación y carecen de vasos conductores.
- **Vegetales terrestres:** Presentan raíz cuya función es fijar y absorber, tienen vasos conductores, cutícula para proteger a la planta de la deshidratación.

Plantas con flores - Fanerógamas o Angiospermas.

Plantas sin flores.- Criptógamas o Gimnospermas.

**b. Animales:** Son todos aquellos organismos que no pueden fabricar su propio alimento, por lo tanto, para obtener su energía necesaria para realizar sus funciones vitales consumen vegetales, ya sea en forma directa o indirecta, alimentándose de otros animales que a su vez consumen vegetales. La mayoría de los animales presentan desplazamiento (movimiento), a excepción de los corales. Existe una variación de **Animales Acuáticos:** que son conjuntos de animales que nadan activamente, entre ellos están los peces, pulpos, calamares, tiburones, mamíferos marinos, etc.

## LA BIODIVERSIDAD

Se le llama biodiversidad al conjunto de todos los seres vivos y especies que existen en la tierra y a su interacción.

La gran biodiversidad es el resultado de la evolución de la vida a través de millones de años, cada organismo tiene su forma particular de vida, la cual está en perfecta relación con el medio que habita. El gran número de especies se calculan alrededor de 30 millones; esta cifra no es exacta debido a que no se conocen todas las especies existentes en nuestro planeta.

## IMPORTANCIA DE LA BIODIVERSIDAD

Existe una interdependencia muy estrecha entre todos los seres vivos y entre los factores de su hábitat, por lo tanto, una alteración entre unos seres vivos modifica también a su hábitat y a otros habitantes de ahí. La pérdida de la biodiversidad puede acarrear nuestra desaparición como especie.

## Razones que provocan pérdida de la biodiversidad.-

Todas las especies se han adaptado a su medio y si este cambiara simplemente perecerían.

El motivo de la desaparición de las especies es la alteración o desaparición de su hábitat.

La mayoría de las veces la alteración del medio la provoca el hombre: La tala inmoderada obliga a sus habitantes a emigrar o a morir.

La agricultura no planificada origina la desaparición de las especies que habitaban en esos renglones antes de ser desmontadas, al igual que la contaminación, la urbanización, la cacería y el tráfico de especies.

## DIVERSIDAD DE LOS ORGANISMOS

El tema de la biología es la vida, pero ¿cómo sería posible estudiar la vida sin un sistema para nombrar y clasificar sus miríadas de formas? La unidad básica en que los biólogos se han puesto de acuerdo para clasificar los organismos es *la especie*. Resulta difícil dar una definición del término que sea igualmente aplicable a todo el mundo vivo, pero definiremos la **especie**, en general, como **una población de individuos semejantes entre sí, parecidos en sus caracteres estructurales y funcionales, que en la naturaleza pueden entrecruzarse libremente y producir descendientes fértiles**.

Las especies íntimamente emparentadas se agrupan en la siguiente unidad de clasificación, el **género**. Cada organismo recibe un nombre científico formado por dos palabras, el **género** y el **epíteto específico**, en latín. El nombre científico del roble americano es *Quercus alba*, mientras que el del roble europeo es *Quercus robur*. Otro árbol, el sauce blanco, *Salix alba*, pertenece a un género diferente. El nombre científico del ser humano es *Homo sapiens*. El género *Homo* es monoespecífico, ya que no hay otras especies vivas que pertenezcan al género. Sí hubo especies del género *Homo* desaparecidas: *H. habilis* y *H. erectus*, por ej.

Los organismos se asignan a categorías cada vez más generales, en las que tienen cada vez menos características en común. La categoría más general es el reino <sup>2</sup>. Siendo un aspecto opinable, naturalmente no existe unanimidad en cuanto al número de reinos que existen. Una de las opiniones con más consenso es que pueden reconocerse cinco reinos: *Monera*, *Protista*, *Fungi*, *Planta* y *Animalia*.

### Reino Monera

Las bacterias se diferencian de otros organismos por el hecho de carecer de envoltura nuclear (y en consecuencia no poseen un núcleo definido, sino una estructura menos definida, el **nucleoide**) y de otros organelos limitados por una membrana. Estos organismos también son conocidos como **procariotes**. Todos los demás seres vivos son **eucariotes**; es decir, organismos cuyas células tienen un núcleo bien definido, rodeado por una envoltura nuclear, y diversos organelos membranosos intracitoplásmicos.

Las bacterias son organismos microscópicos que actúan como desintegradores en el ecosistema. Algunas bacterias son patógenos de los seres humanos y de otros organismos. Algunas bacterias son fotosintéticas, ya que poseen algún tipo de clorofila (las que antiguamente se denominaban cianobacterias desarrollan una fotosíntesis muy similar a la de las plantas, con desprendimiento de oxígeno en el proceso). En general los organismos que integran este grupo se asocian formando agrupaciones laxas de individuos denominadas colonias.

### Reino Protista

Los miembros del reino Protista son **eucariotes unicelulares** que por lo general viven solitarios, aunque algunas especies forman colonias. Los protistas de tipo animal, los protozoarios, suelen ser más grandes que las bacterias y están dotados de movilidad; los de tipo vegetal incluyen varias divisiones de algas; estos organismos contienen clorofila y son fotosintéticos. Sin embargo, las algas carecen de otras

<sup>2</sup> Más recientemente se ha incorporado el concepto de dominio, fundamentado en el conocimiento provisto por la biología molecular. Sus propulsores proponen que a partir de un ancestro común se generaron tres líneas evolutivas: el dominio *Archaea*, que incluye a las arqueobacterias, que usualmente viven en condiciones extremas, el dominio *Bacteria*, donde se ubica al resto de las bacterias, y el dominio *Eukaria*, que incluye todo el resto de formas de vida.

características respecto a las plantas, como son los órganos reproductores multicelulares y la ausencia de embriones. Algunos protistas fungoides se parecen a los hongos en ciertos aspectos, pero tienen rasgos distintivos; algunos grupos presentan flagelos.

## Reino Fungi

Los hongos son un grupo diverso de eucariotes que obtienen su alimento por absorción a través de su superficie en lugar de ingerirlos como hacen los animales, ya que carecen de clorofila. Algunos tienen importancia ecológica como desintegradores al absorber nutrientes a partir de materia orgánica en descomposición; otros son parásitos. Los hongos pueden producir esporas sexuales y asexuales durante la reproducción. En este reino se incluyen las levaduras unicelulares, los mohos multicelulares, las setas y los hongos en repisa, entre otros. Varias especies de hongos, así como de bacterias, son empleados en importantes procesos tecnológicos, como la fabricación de antibióticos y vitaminas.

## Reino Plantae (vegetales)

Los vegetales son organismos pluricelulares adaptados para realizar la fotosíntesis. Sus pigmentos fotosintéticos, como la clorofila, se localizan dentro de organelos membranosos llamados **cloroplastos**. Las células vegetales están rodeadas por una pared celular rígida que contiene celulosa, y típicamente tienen grandes sacos llenos de líquido llamados vacuolas. En el reino Plantae se incluyen las algas pluricelulares, las briófitas y las plantas vasculares.

**Las briófitas** son los musgos y hepáticas. Estas plantas terrestres necesitan ambientes muy húmedos para poder completar su ciclo reproductivo. Debido a que carecen de un sistema eficiente de transporte interno, las briófitas no suelen ser grandes (sólo unos pocos centímetros).

**Las plantas vasculares** incluyen helechos, gimnospermas (coníferas, como pinos, cipreses y araucarias) y plantas con flores (angiospermas). Su eficiente sistema de transporte interno lleva el agua y los nutrientes de una parte a otra de la planta, lo que les permite alcanzar enormes dimensiones.

## Reino Animalia (animales)

Todos los animales son heterótrofos pluricelulares. Sus células carecen de pigmentos fotosintéticos, de modo que los animales obtienen sus nutrientes devorando otros organismos. Los animales complejos tienen un alto grado de especialización en sus tejidos y su cuerpo está muy organizado; estas dos características surgieron a la par que la movilidad, los órganos sensoriales complejos, los sistemas nerviosos y los sistemas musculares.

Las diferencias entre plantas y animales obedecen esencialmente al modo de procurarse alimento. Los animales deben fijarse en el suelo para procurarse de agua, desarrollar órganos elaboradores aéreos y diseñar un eficaz sistema de transporte del agua y los nutrientes minerales. Esto implica el sacrificio de la locomoción y el riesgo permanente de la depredación. Por ello tienen crecimiento indefinido. En los animales, en cambio, la necesidad de buscar alimento (y de evitar convertirse en alimento de especies carnívoras) les hizo desarrollar la locomoción y los órganos de los sentidos.

Se reconoce, en general, la existencia de 10 grupos principales o *phyla* (singular *phylum*) de animales. Entre ellos se encuentran los siguientes:

**Eponjas.** Las esponjas son los animales más simples. Son acuáticas y sésiles. Su cuerpo está perforado por muchos poros y las partículas alimenticias son filtradas del agua que pasa a través de ellos.

**Cnidarios.** Los cnidarios son las aguavivas o medusas, anémonas y corales. Estos animales acuáticos, marinos en su mayoría, presentan como características células urticantes. Su cuerpo es básicamente un saco simple, cuya única abertura, que comunica con la cavidad digestiva, la boca (que también debe funcionar como ano), está rodeada por un círculo de tentáculos provisto con células urticantes.

**Platelmintos.** Al igual que los cnidarios, tienen una cavidad digestiva abierta al exterior por un orificio único. Estos animales viven en aguas dulces o saladas, aunque también hay especies terrestres. Los platelmintos son bilateralmente simétricos, lo que significa que el cuerpo puede dividirse en dos mitades, una derecha y una izquierda, aproximadamente iguales. Existe una concentración de tejido nervioso y órganos sensoriales en el extremo anterior (frente) del animal, lo que constituye una ventaja definitiva para cualquier organismo que avance en sentido anterior en el medio. Este *phylum* incluye platelmintos, planarias y duelas o gusanos trematodos.

**Moluscos.** Los moluscos son las ostras, almejas, pulpos, caracoles, babosas y calamares. Estos animales presentan una estructura corporal compleja muy diferente a la de otros animales. La mayoría de ellos tienen una dura concha calcárea (que contiene calcio) que les brinda protección, aunque dificulta mucho la locomoción. Estos animales tienen, típicamente, un pie muscular ancho, que les sirve para desplazarse de un lugar a otro.

**Anélidos.** Los gusanos segmentados o anélidos, habitan en océanos, aguas dulces y muchos hábitats húmedos y sombreados. A este grupo pertenecen las lombrices de tierra, sanguijuelas y una gran diversidad de gusanos marinos. El cuerpo de los anélidos consta de una serie de anillos o segmentos; tanto la pared del cuerpo como los órganos internos están segmentados.

**Artópodos.** Las arañas, langostas, insectos, centípedos y milípedos se encuentran entre los artrópodos más conocidos. Existen más artrópodos, en términos de número y especies -hay aproximadamente un millón de especies, sobre todo de insectos-, que organismos en cualquier otro *phylum*. Estos animales pululan en una enorme variedad de hábitats y consumen una diversidad aún mayor de alimentos; en estos dos aspectos superan a los miembros de cualquier otro *phylum*. El término artrópodo (pie articulado) se refiere a los apéndices articulados pares de estos animales.

**Equinodermos.** Los equinodermos, que tienen el cuerpo cubierto de espinas, son las estrellas, erizos y pepinos de mar. Estos animales son radicalmente distintos de los demás animales, aunque parecen estar emparentados con los cordados. La piel de los equinodermos contiene placas calcáreas cubiertas de espinas.

**Cordados.** Los cordados tienen una varilla esquelética (notocorda), un cordón nervioso tubular y hendiduras branquiales pares. Dichas estructuras (o sus rudimentos) se observan en todos los embriones de los cordados, aunque pueden haber desaparecido o estar transformadas en los adultos. El principal *subphylum*, los

vertebrados, se caracteriza por la presencia de una columna vertebral cartilaginosa y ósea, que envuelve y generalmente reemplaza a la notocorda. Los vertebrados son los tiburones, peces óseos, anfibios (ranas y salamandras), reptiles (serpientes, lagartos, tortugas, cocodrilos), aves y mamíferos. Los cordados son menos diversos y mucho menos abundantes que los insectos, pero compiten con ellos en cuanto a la adaptación a muchas formas de vida.

## CLASIFICACIÓN DE LOS SERES VIVOS

Los humanos hemos clasificado a los seres vivos teniendo la facultad cognoscitiva a un nivel excepcional dentro del reino animal.

Clasificar es agrupar a los seres que nos rodean con base en sus semejanzas y diferencias.

### La Clasificación de los Seres Vivos.-

Clasificar es ordenar las cosas u objetos que nos rodean con un criterio determinado en base a semejanzas y diferencias. Todos los tipos de clasificación pueden incluirse en dos grupos, según el criterio en el que se fundamentan y se han desarrollado sistemas de clasificación que consisten en agrupar a los animales en clases de acuerdo a categoría precisa.

- Criterios extrínsecos.- Toman en cuenta las semejanzas y diferencias externas de los seres vivos, es decir, el lugar donde habitan, tamaño, forma, color; estas clasificaciones son de tipo convencional debido a que son elaboradas con base en la experiencia o costumbres.
- Criterios intrínsecos.- Son las características esenciales de un ser vivo como cantidad de células, manera de alimentarse, parentesco evolutivo, aspectos a nivel bioquímico o fisiología.

### Las primeras clasificaciones:

La taxonomía es la rama de la biología relacionada con la identificación y los nombres de los organismos. El filósofo griego Aristóteles fue quien aparentemente comenzó la discusión sobre la taxonomía. Al naturalista británico John Ray se le atribuye la revisión del concepto acerca de como nombrar y describir los organismos. En el siglo XVIII, el botánico suizo, Carolus Linneus clasificó todos los organismos conocidos en **dos grandes grupos**: los reinos Plantae y Animalia. Robert Whittaker en 1969 propuso **cinco reinos**: Plantae, Animalia, Fungi, Protista, y Monera. Se propusieron otros esquemas proponiendo mas reinos, sin embargo la mayor parte de los biólogos emplean el de los cinco reinos. Estudios recientes sugieren que se deben emplear **tres dominios** : *Archaea*, *Bacteria*, y *Eukarya* e incluir un nuevo reino el de las **archibacterias**

Las primeras clasificaciones fueron realizadas de manera empírica y se establecieron con criterios de tipo extrínseco, basados en la experiencia y en la apreciación de los sentidos; por ejemplo: clasificaron a las plantas en comestibles y no comestibles; útiles y esenciales. Aristóteles (384 – 322 A.C.) fue el primero en clasificar a las plantas y animales de manera científica. Teophrasto (372 – 287 A.C.), discípulo de Aristóteles, clasificó a las plantas en: árboles, arbustos y hierbas. Plinio "El Viejo" (23 – 79 D.C.) Clasificó a los seres vivos en especial a los animales en los de agua, tierra, aire. Recopiló conocimientos de 326 autores griegos y 196 romanos en un libro llamado "Historia Natural", desafortunadamente en sus descripciones utilizó animales de leyendas como dragones, sirenas, etc.

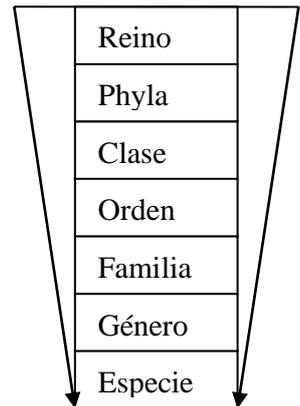
**Los trabajos de Linneo:**

Karl Von Linné (Carlos Lineo 1707 – 1778), físico químico que publicó un libro llamado "Sistemas Naturales" en donde agrupa a las plantas de acuerdo a la disposición de los órganos sexuales. Dicha clasificación se considera artificial debido a que no toma en cuenta las relaciones evolutivas de los seres vivos.

Estableció lo que se conoce como **Nomenclatura binomial o binaria** en donde se establece el nombre científico para cada especie, éste debe estar formado por las siguientes características: dos nombres, 1º género, 2º especie, ambos escritos en latín (latinizados) La primera letra del género con mayúscula, la primera de la especie con minúscula y ambos subrayados o escrito en letra cursiva

Canis familiaris (perro); *Canis familiaris*

El sistema Lineano se ha conservado en cuanto al agrupamiento de las especies en categorías taxonómicas cada vez más amplias. Todas las especies vivientes han evolucionado a partir de otras preexistentes y por lo tanto, se pueden establecer categorías no sólo con base en semejanzas morfológicas, sino también al parentesco evolutivo.

**Niveles Taxonómicos:**

**Taxonomía.-** Conjunto de técnicas y procedimientos para ordenar y agrupar a los seres vivos en grupos afines o taxones.

**Sistemática.-** Se encarga de agrupar a los seres vivos de acuerdo a criterios de semejanzas y diferencias y relaciones evolutivas. Establece árboles genealógicos:

**Reino.-** Conjunto de phyla

**Phylum.-** Conjunto de clase

**Clase.-** Conjunto de órdenes similares.

**Orden.-** Conjunto de familias relacionadas

**Familia.-** Reúne a los géneros con grandes semejanzas.

**Género.-** Conjunto de especies muy cercanas entre sí.

**Especie.-** Es la unidad fundamental de clasificación y se define como conjunto de organismos que poseen antepasados comunes anatómicos o fisiológicos similares.

# NIVELES DE ORGANIZACIÓN DEL SER VIVIENTE

## COMPUESTOS INORGÁNICOS

### BIOELEMENTOS

#### Los elementos de la vida

Todos los seres vivos están constituidos, cualitativa y cuantitativamente por los mismos elementos químicos. De todos los elementos que se hallan en la corteza terrestre, sólo unos 25 son componentes de los seres vivos. Esto confirma la idea de que la vida se ha desarrollado sobre unos elementos concretos que poseen unas propiedades físico-químicas idóneas acordes con los procesos químicos que se desarrollan en los seres vivos.

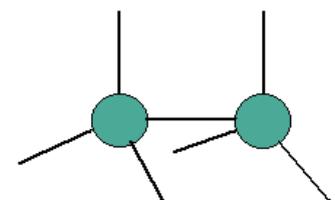
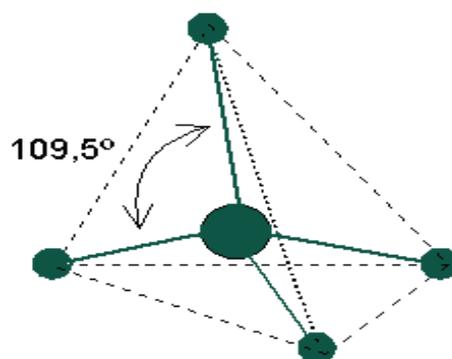
Se denominan **elementos biogénicos o bioelementos** a aquellos elementos químicos que forman parte de los seres vivos. Atendiendo a su *abundancia* (no importancia) se pueden agrupar en tres categorías:

- **Bioelementos primarios o principales: C, H, O, N**

Son los elementos mayoritarios de la materia viva, constituyen el 95% de la masa total.

Las propiedades físico-químicas que los hacen idóneos son las siguientes:

1. Forman entre ellos **enlaces covalentes**, compartiendo electrones
2. El carbono, nitrógeno y oxígeno, pueden compartir más de un par de electrones, formando enlaces dobles y triples, lo cual les dota de una gran versatilidad para el enlace químico
3. Son los elementos más ligeros con capacidad de formar enlace covalente, por lo que dichos enlaces son muy estables.
4. A causa de la configuración tetraédrica de los enlaces del carbono, los diferentes tipos de moléculas orgánicas tienen estructuras tridimensionales diferentes. Esta conformación espacial es responsable de la actividad biológica.



5. Las combinaciones del carbono con otros elementos, como el oxígeno, el hidrógeno, el nitrógeno, etc. permiten la aparición de una gran variedad de **grupos funcionales** que dan lugar a las diferentes familias de sustancias orgánicas. Estos presentan características físicas y químicas diferentes, y dan a las moléculas orgánicas propiedades específicas, lo que aumenta las posibilidades de creación de nuevas moléculas orgánicas por reacción entre los diferentes grupos.
6. Los enlaces entre los átomos de carbono pueden ser **simples (C - C)**, **dobles (C = C)** o **triples**, lo que permite que puedan formarse cadenas más o menos largas, lineales, ramificadas y anillos.

## EL AGUA

El agua, una molécula simple y extraña, puede ser considerada como el **líquido de la vida**. Es la sustancia más abundante en la **biosfera**, donde la encontramos en sus *tres estados* y es además el componente mayoritario de los seres vivos, pues entre el 65 y el 95% del peso de la mayor parte de las formas vivas es agua.

El agua fue además el soporte donde surgió la vida. Molécula con un extraño comportamiento que la convierten en una sustancia diferente a la mayoría de los líquidos, posee una manifiesta habilidad para reaccionar y posee unas extraordinarias **propiedades físicas y químicas** que van a ser responsables de su importancia biológica.

Durante la evolución de la vida, los organismos se han adaptado al ambiente acuoso y han desarrollado sistemas que les permiten aprovechar las inusitadas propiedades del agua.

## ESTRUCTURA DEL AGUA

La molécula de agua está formada por dos átomos de H unidos a un átomo de O por medio de dos **enlaces covalentes**. La disposición tetraédrica de los orbitales **sp<sup>3</sup>** del oxígeno determina un ángulo entre los enlaces



aproximadamente de 104'5°, además el oxígeno es más **electronegativo** que el hidrógeno y atrae con más fuerza a los electrones de cada enlace.

El resultado es que la molécula de **agua** aunque tiene una carga total neutra (igual número de protones que de electrones), presenta una distribución asimétrica de sus electrones, lo que la convierte en una **molécula polar**, *alrededor del oxígeno* se concentra una **densidad de carga negativa**, mientras que los núcleos de **hidrógeno** quedan desnudos, desprovistos parcialmente de sus electrones y manifiestan, por tanto, una **densidad de carga positiva**.

Por eso en la práctica la molécula de agua se comporta como un **dipolo**



Fig.4

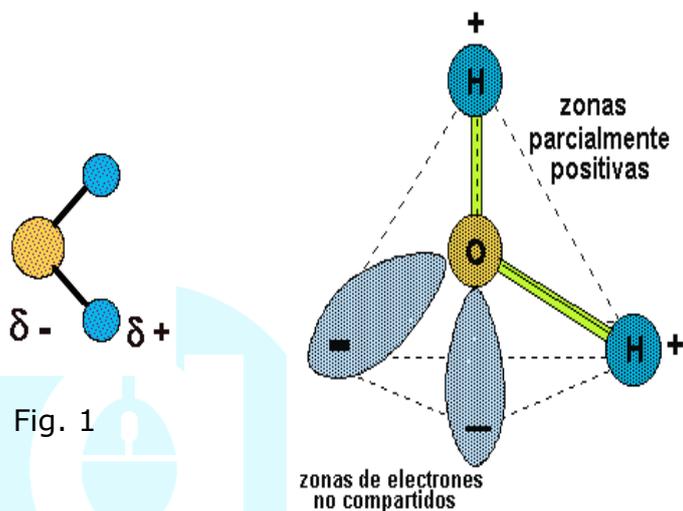
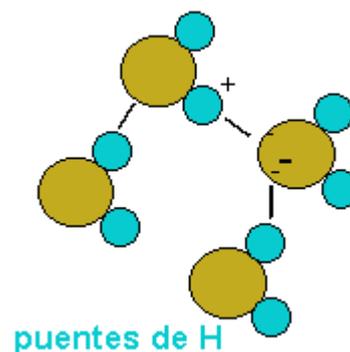


Fig. 1

Fig. 2

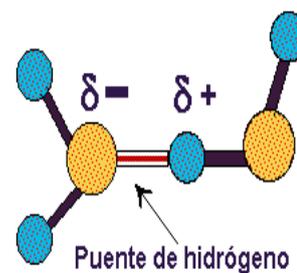


Fig. 3

Así se establecen **interacciones dipolo-dipolo** entre las propias moléculas de agua, formándose **enlaces o puentes de hidrógeno**, la carga parcial negativa del oxígeno de una molécula ejerce atracción electrostática sobre las cargas parciales positivas de los átomos de hidrógeno de otras moléculas adyacentes.

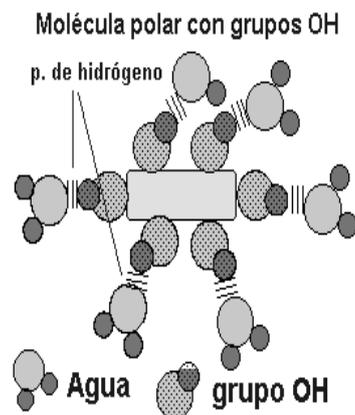
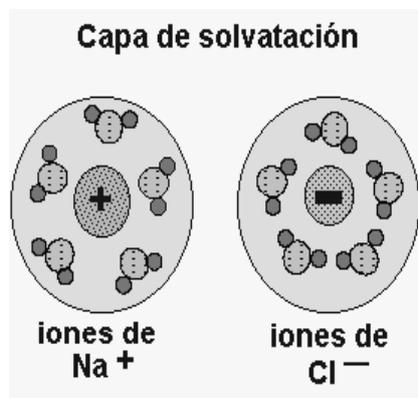
Aunque son uniones débiles, el hecho de que alrededor de cada molécula de agua se dispongan otras cuatro moléculas unidas por puentes de hidrógeno permite que se forme en el **agua** (líquida o sólida) una *estructura de tipo reticular*, responsable en gran parte de su comportamiento anómalo y de la peculiaridad de sus propiedades fisicoquímicas.

## Propiedades del agua

### 1. Acción disolvente

El agua es el líquido que más sustancias disuelve, por eso decimos que es el **disolvente universal**. Esta propiedad, tal vez la más importante para la vida, se debe a su capacidad para formar **puentes de hidrógeno** con otras sustancias que pueden presentar grupos polares o con carga iónica (alcoholes, azúcares con grupos **R-OH**, aminoácidos y proteínas con grupos que presentan cargas **+** y **-**, lo

que da lugar a **disoluciones moleculares Fig.7**. También las moléculas de agua pueden disolver a sustancias salinas que se disocian formando **disoluciones iónicas.(Fig.6)**



En el caso de las disoluciones iónicas (fig.6) los iones de las sales son atraídos por los dipolos del agua, quedando "atrapados" y recubiertos de moléculas de agua en forma de **iones hidratados o solvatados**.

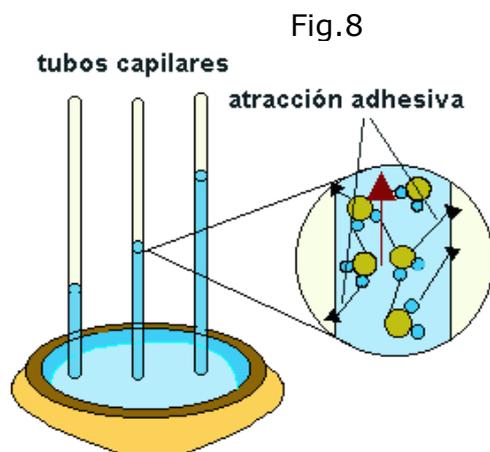
La **capacidad disolvente** es la responsable de dos funciones :

1. Medio donde ocurren las reacciones del metabolismo
2. Sistemas de transporte

## 2. Elevada fuerza de cohesión

Los puentes de hidrógeno mantienen las moléculas de agua fuertemente unidas, formando una estructura compacta que la convierte en un líquido casi **incomprensible**. Al no poder comprimirse puede funcionar en algunos animales como un **esqueleto hidrostático**, como ocurre en algunos gusanos perforadores capaces de agujerear la roca mediante la presión generada por sus líquidos internos.

## 3. Elevada fuerza de adhesión



Esta fuerza está también en relación con los *puentes de hidrógeno* que se establecen entre las moléculas de agua y otras moléculas polares y es responsable, junto con la *cohesión* del llamado fenómeno de la **capilaridad**. Cuando se introduce un *capilar* (Fig.8) en un recipiente con agua, ésta asciende por el capilar como si trepase agarrándose por las paredes, hasta alcanzar un nivel superior al del recipiente.

Donde la presión que ejerce la columna de agua , se equilibra con la *presión capilar*. A este fenómeno se debe en parte la **ascensión de la savia bruta** desde las raíces hasta las hojas, a través de los vasos leñosos.

### 3. Gran calor específico

También esta propiedad está en relación con los puentes de hidrógeno que se forman entre las moléculas de agua. El agua puede absorber grandes cantidades de "calor" que utiliza para romper los p.de h. por lo que la temperatura se eleva muy lentamente. Esto permite que el *citoplasma acuoso* sirva de protección ante los cambios de temperatura. Así se mantiene la *temperatura constante* .

### 4. Elevado calor de vaporización

Sirve el mismo razonamiento, también los p.de h. son los responsables de esta propiedad. Para evaporar el agua , primero hay que romper los puentes y posteriormente dotar a las moléculas de agua de la suficiente energía cinética para pasar de la fase *líquida* a la *gaseosa*. Para evaporar un gramo de agua se precisan 540 calorías, a una temperatura de 20: C.

## FUNCIONES DEL AGUA

Las funciones del agua se relacionan íntimamente con las propiedades anteriormente descritas. Se podrían resumir en los siguientes puntos

1. **Soporte** o medio donde ocurren las reacciones metabólicas
2. **Amortiguador** térmico
3. **Transporte** de sustancias
4. **Lubricante**, amortiguadora del roce entre órganos
5. Favorece la circulación y **turgencia**
6. Da **flexibilidad** y elasticidad a los tejidos
7. Puede intervenir como **reactivo** en reacciones del metabolismo, aportando hidrogeniones o hidroxilos al medio.

## Ionización del agua

### Disociación del agua

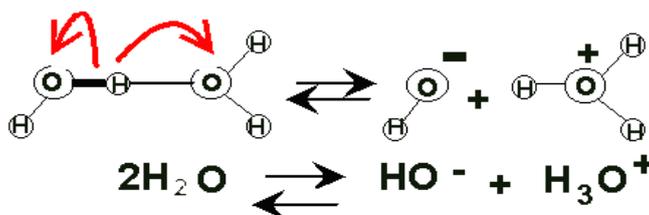


Fig.9

El agua pura tiene la capacidad de disociarse en iones, por lo que en realidad se puede considerar una mezcla de :

- agua molecular ( $H_2O$ )
- protones hidratados ( $H_3O^+$ ) e
- iones hidroxilo ( $OH^-$ )

En realidad esta disociación es muy débil en el agua pura, y así el **producto iónico del agua** a 25: es Z

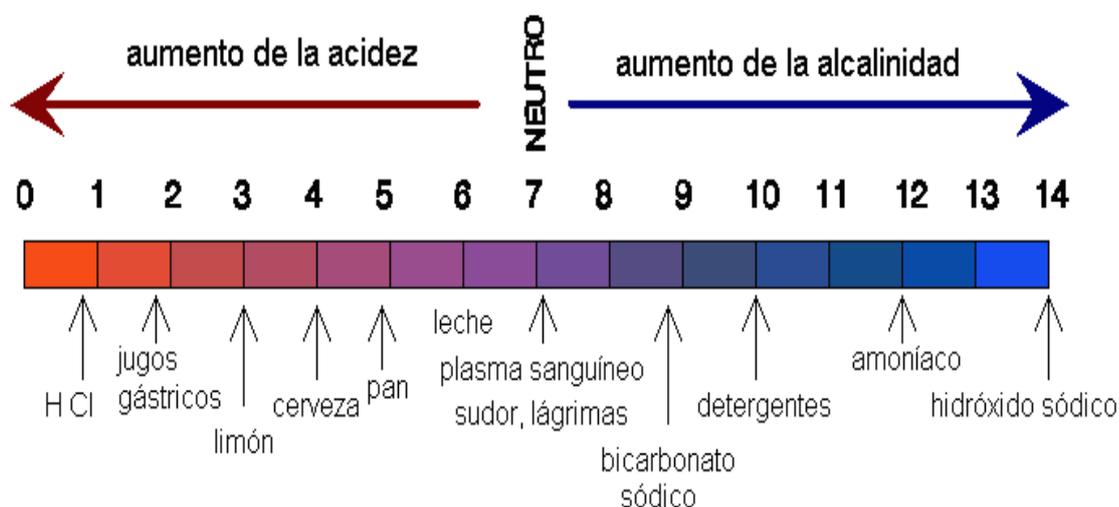
$$K_w = [H^+] [OH^-] = 1,0 \times 10^{-14}$$

dehesaza

Este producto iónico es constante. Como en el agua pura la concentración de hidrogeniones y de hidroxilos es la misma, significa que la **concentración de hidrogeniones es de  $1 \times 10^{-7}$** . Para simplificar los cálculos *Sorensen* ideó expresar dichas concentraciones utilizando logaritmos, y así definió el **pH** como el logaritmo cambiado de signo de la concentración de hidrogeniones. Según ésto:

- disolución neutra **pH = 7**
- disolución ácida **pH < 7**
- disolución básica **pH > 7**

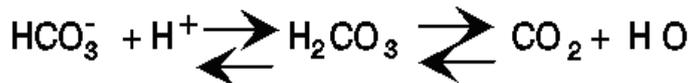
En la **figura 10** se señala el pH de algunas soluciones. En general hay que decir que la vida se desarrolla a valores de pH próximos a la neutralidad.



Los organismos vivos no soportan **variaciones del pH** mayores de unas décimas de unidad y por eso han desarrollado a lo largo de la evolución **sistemas de tampón** o *buffer*, que mantienen el pH constante mediante **mecanismos homeostáticos**. Los sistemas tampón consisten en un *par ácido-base conjugada* que actúan como dador y aceptor de protones respectivamente.

El **tampón bicarbonato** es común en los líquidos intercelulares, mantiene el pH en

valores próximos a 7,4, gracias al equilibrio entre el **ión bicarbonato** y el **ácido carbónico**, que a su vez se disocia en dióxido de carbono y agua:



Si aumenta la concentración de hidrogeniones en el medio por cualquier proceso químico, el equilibrio se desplaza a la derecha y se elimina al exterior el exceso de CO<sub>2</sub> producido. Si por el contrario disminuye la concentración de hidrogeniones del medio, el equilibrio se desplaza a la izquierda, para lo cual se toma CO<sub>2</sub> del medio exterior.

## ÓSMOSIS

### 1. Ósmosis y presión osmótica

Si tenemos dos disoluciones acuosas de distinta concentración separadas por una **membrana semipermeable** (deja pasar el **disolvente** pero no el **soluto**), se produce el fenómeno de la **ósmosis** que sería un tipo de **difusión pasiva** caracterizada por el paso del agua ( disolvente ) a través de la **membrana semipermeable** desde la solución **más diluida** ( hipotónica ) a la **más concentrada** (hipertónica ), este trasiego continuará hasta que las dos soluciones tengan la misma concentración ( isotónicas o isoosmóticas ).

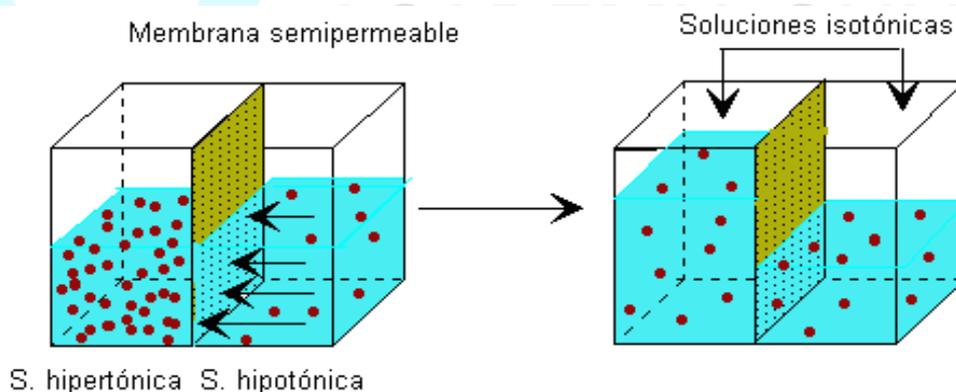


Figura 11

Y se entiende por **presión osmótica** la presión que sería necesaria para detener el flujo de agua a través de la membrana semipermeable.

La **membrana plasmática** de la célula puede considerarse como **semipermeable**, y por ello las células deben permanecer en **equilibrio osmótico** con los líquidos que las bañan.



Cuando las concentraciones de los fluidos extracelulares e intracelulares es igual, ambas disoluciones son **isotónicas**.

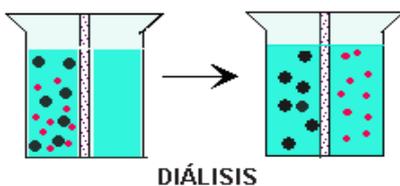
Si los líquidos extracelulares aumentan su concentración de solutos se hacen **hipertónicos** respecto a la célula, y ésta pierde agua, se deshidrata y mueren (**plasmólisis**).

Y si por el contrario los medios extracelulares se diluyen, se hacen **hipotónicos** respecto a la célula, el agua tiende a entrar y las células se hinchan, se vuelven **turgentes** (**turgescencia**), llegando incluso a estallar. (Figura 12).

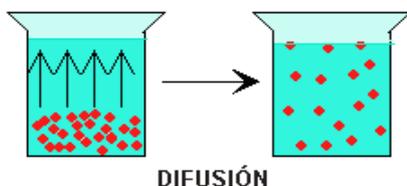
## 2. La difusión y la diálisis

Los líquidos presentes en los organismos son **dispersiones** de diversas sustancias en el seno del agua. Según el tamaño de las partículas se formarán **dispersiones moleculares o disoluciones verdaderas** como ocurre con las que se forman con las sales minerales o por sustancias orgánicas de moléculas pequeñas, como los azúcares o aminoácidos.

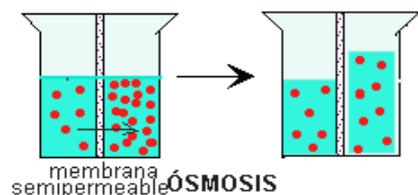
membrana dializadora



DIÁLISIS



DIFUSIÓN



membrana semipermeable ÓSMOSIS

ACADEMIA ONLINE

Las partículas dispersas pueden provocar además del movimiento de **ósmosis**, estos otros dos:

**La diálisis.** En este caso pueden atravesar la membrana además del disolvente, moléculas de bajo peso molecular y éstas pasan atravesando la membrana desde la solución más concentrada a la más diluida. Es el fundamento de la **hemodiálisis** que intenta sustituir la filtración renal deteriorada.

**La difusión** sería el fenómeno por el cual las moléculas disueltas tienden a distribuirse uniformemente en el seno del agua. Puede ocurrir también a través de una membrana si es lo suficientemente permeable

Así se realizan los intercambios de gases y de algunos nutrientes entre la célula y el medio en el que vive.

---

## SALES MINERALES

Además del agua existe otras biomoléculas inorgánicas como las **sales minerales**. En función de su solubilidad en agua se distinguen dos tipos: *insolubles* y *solubles* en agua.

### 1. Sales insolubles en agua.

Forman estructuras sólidas, que suelen tener función de sostén o protectora, como:

- **Esqueleto** interno de vertebrados, en el que encontramos : fosfatos, cloruros, y carbonatos de calcio
- **Caparazones** de carbonato cálcico de crustáceos y moluscos.
- **Endurecimiento** de células vegetales, como en gramíneas (impregnación con sílice).
- **Otolitos** del oído interno, formados por cristales de carbonato cálcico (equilibrio).

### 2. Sales solubles en agua.

Se encuentran disociadas en sus iones (**cationes y aniones** ) que son los responsables de su actividad biológica. Desempeñan las siguientes funciones:

- **Funciones catalíticas.** Algunos iones, como el  $\text{Cu}^+$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^+$ ,...actúan como cofactores enzimáticos
- **Funciones osmóticas.** Intervienen en los procesos relacionados con la distribución de agua entre el interior celular y el medio donde vive esa célula. Los iones de Na, K, Cl y Ca, participan en la generación de gradientes electroquímicos, imprescindibles en el mantenimiento del **potencial de membrana** y del **potencial de acción** y en la **sinapsis neuronal**.
- **Función tamponadora.** Se lleva a cabo por los sistemas carbonato-bicarbonato, y también por el **monofosfato-bifosfato**.

# BIOMOLÉCULAS ORGÁNICAS

## Característica de las moléculas orgánicas:

Poseer enlaces carbono-Hidrógeno  
Estructura química complicada

Grupos de moléculas con las mismas funciones químicas y propiedades semejantes

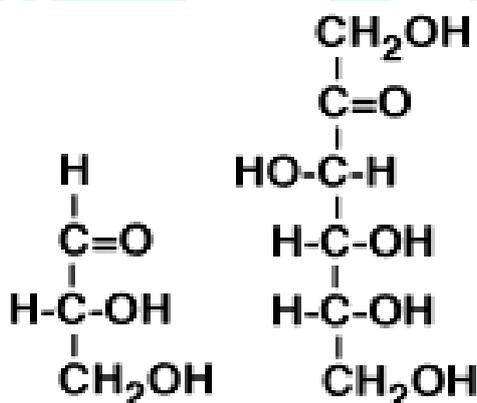
ORGANICOS {  
Glúcidos  
Lípidos  
Proteínas  
Acidos nucleicos

## GLUCIDOS

Llamados también: Hidratos de carbono

Formado por **Carbono, hidrógeno y oxígeno**

**Fórmula general:**  $(\text{CH}_2\text{O})_n$ , siendo "n" un número entero



## CLASIFICACION

| Monosacáridos | Disacáridos | Polisacáridos |
|---------------|-------------|---------------|
| Glucosa       | Sacarosa    | Almidón       |
| Fructosa      | Maltosa     | Glucógeno     |
| Galactosa     | Lactosa     | Celulosa      |
| Manosa        |             | Quitina       |

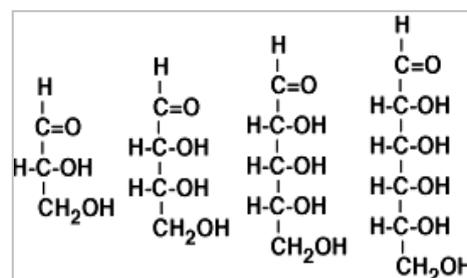
1. Monosacáridos: Formado por 3 a 6 carbono

**Triosas:** C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O<sub>3</sub> Glicerol

**Tetrosas:** C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>O<sub>4</sub> Eritrosa

**Pentosas:** C<sub>5</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub> Ribosa y desoxirribosa

**Hexosas:** C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> Glucosa, Fructosa, galactosa



Propiedades físicas: Sabor dulce, solubles en agua, cristalizan.

Producen energía básica para el organismo.

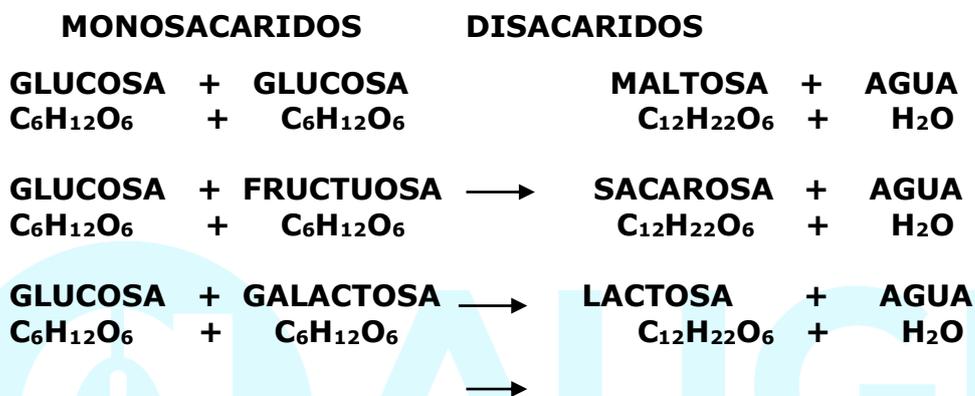
Importancia Fisiológica: participan activamente en el Metabolismo energético

Glucosa: azúcar de uva o dextrosa. Presente: Jugos, Frutos, sangre, etc.

Fructuosa: Levulosa. Presente en los frutos. Procede: Hidrólisis sacarosa

Galactosa: azúcar de la leche. Procede: Hidrólisis de la lactosa

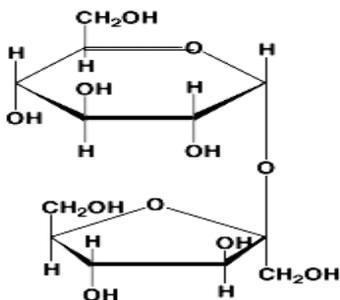
2. **DISACARIDOS:** Son los también los denominados azúcares. Son Glúcidos formados por dos moléculas de monosacáridos, unidos mediante el enlace glucosídico con pérdida de una molécula de agua, en un proceso reversible de Hidrólisis



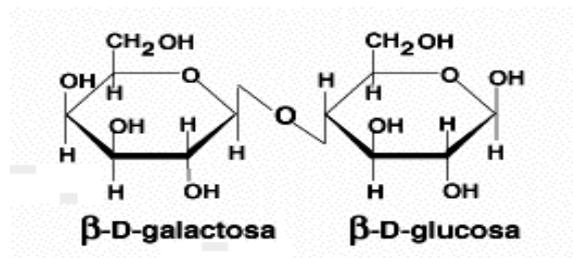
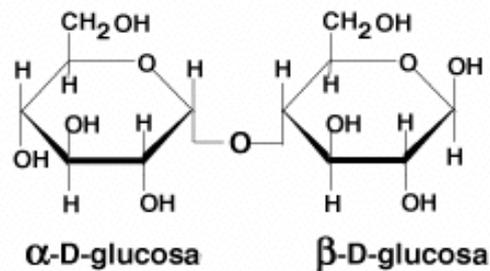
Propiedades Físicas: cristalizables, blancos, solubles en agua, sabor dulce. Absorbibles por la célula.

**SACAROSA:** Azúcar de remolacha y de la caña. Se forma por combinación de dos moléculas: una de glucosa y otra de fructuosa.

**MALTOSA :** Compuesta por 2 moléculas de glucosa. Es el azúcar de la malta, es un producto intermedio de la degradación fermentativa del glucógeno y del almidón.



**LACTOSA:** Compuesta por una molécula de glucosa y otra de galactosa. Es el azúcar de la leche.



## POLISACARIDOS

Resultan de la **polimerización de "n" moléculas de monosacáridos** con la **pérdida de n moléculas de agua**.

- Reserva de energía de animales y vegetales. ejemplo: glucógeno, almidón, insulina, y otros como la celulosa y la quitina tiene misión de sostén. Son insolubles en el agua; en general no suelen tener sabor dulce. Los polisacáridos más importantes son:

1. **Almidón:** Polisacárido de origen vegetal que se encuentra como reserva de los vegetales en frutas y raíces. Es insoluble en el agua fría, pero en caliente forma el llamado engrudo de almidón.  
El almidón es el alimento más importante de todo el reino vegetal, tanto para los animales como para el hombre, por su alto poder energético.
2. **Celulosa:** Compuesto principal de la célula vegetal, (membrana celulósica) que junto con la lignina forma el tejido de sostén de los vegetales o sea la madera. Es insoluble en agua.; constituyen la materia prima para la industria de la seda artificial, plásticos, papel de filtro y explosivos.
3. **Glucógeno:** Llamado en ocasiones "almidón animal " porque constituye la reserva más extendida entre el reino animal. Se encuentra principalmente en el hígado y los músculos . El glucógeno al ser tratado con el agua da una disolución coloidal.
4. **Quitina:** Es un polisacárido de sostén que forma gran parte del exoesqueleto de los artrópodos, de las membranas de las bacterias.

| TIPOS PRINCIPALES |                          | REPRESENTANTES PRINCIPALES | FUENTES PRINCIPALES                                       |
|-------------------|--------------------------|----------------------------|---|
| SIMPLES           | Monosacáridos            | glucosa                    | miel, frutas, bebidas                                     |
|                   |                          | fructosa                   | gaseosas, productos azucarados, leche.                    |
|                   |                          | galactosa                  |   |
|                   | Disacáridos              | sacarosa                   | azúcar de mesa, mermeladas, leche, cerveza, etc.          |
|                   |                          | maltosa                    |   |
|                   |                          | lactosa                    |   |
| COMPLEJOS         | Oligosacáridos           | maltodextrinas             | Bebidas energéticas para deportistas, bizcochos, etc.     |
|                   |                          | maltotriosa                |   |
|                   | Polisacáridos feculentos | almidón                    | papas, batatas, pan, pastas, cereales, legumbres, banana. |
|                   |                          | Féculas                    |   |
|                   | Polisacáridos fibrosos   | celulosa                   | Salvado de trigo, de avena, frutas y                      |

|  |  |         |           |
|--|--|---------|-----------|
|  |  | Lignina | verduras. |
|  |  | Pectina |           |

## LIPIDOS

### CONCEPTO DE LÍPIDO

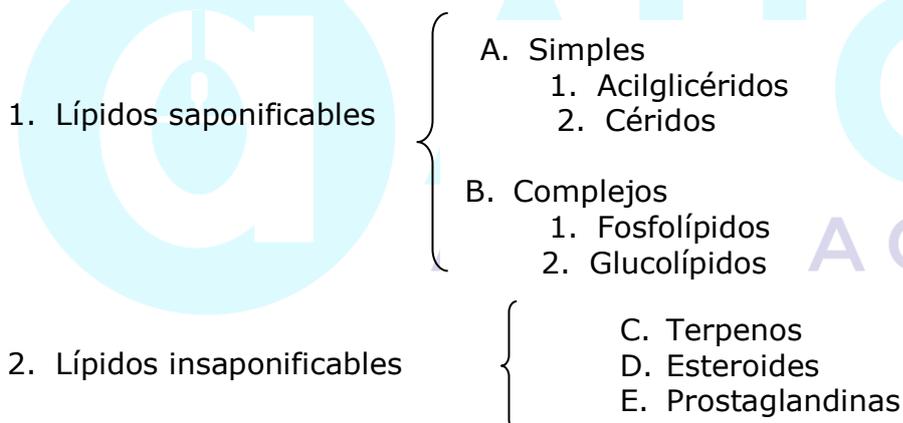
Los lípidos son **biomoléculas orgánicas** formadas básicamente por **carbono e hidrógeno** y generalmente también **oxígeno**; pero en porcentajes mucho más bajos. Además pueden contener también *fósforo, nitrógeno y azufre*.

Es un grupo de sustancias muy heterogéneas que sólo tienen en común estas dos características:

1. Son insolubles en agua
2. Son solubles en disolventes orgánicos, como éter, cloroformo, benceno, etc.

### CLASIFICACIÓN DE LOS LÍPIDOS

Los lípidos se clasifican en dos grupos, atendiendo a que posean en su composición ácidos grasos (Lípidos saponificables) o no lo posean (Lípidos insaponificables).



### Ácidos Grasos

Los ácidos grasos son moléculas formadas por una **larga cadena** hidrocarbonada de tipo lineal, y con un número **par de átomos de carbono**. Tienen en un extremo de la cadena un grupo carboxilo (-COOH).

Se conocen unos 70 ácidos grasos que se pueden clasificar en dos grupos:

- Los ácidos grasos saturados sólo tienen enlaces simples entre los átomos de carbono. Son ejemplos de este tipo de ácidos el mirístico (14C); el palmítico (16C) y el esteárico (18C).
- Los ácidos grasos insaturados tienen uno o varios *enlaces dobles* en su cadena y sus moléculas presentan codos, con cambios de dirección en los lugares donde aparece un doble enlace. Son ejemplos el oléico (18C, un doble enlace) y el linoléico (18C y dos dobles enlaces).

## PROPIEDADES

- **Solubilidad.** Los ácidos grasos poseen una zona hidrófila, el grupo **carboxilo** (-COOH) y una zona lipófila, la cadena hidrocarbonada que presenta grupos **metileno** (-CH<sub>2</sub>-) y grupos **metilo** (-CH<sub>3</sub>) terminales. Por eso las moléculas de los ácidos grasos son *anfipáticas*, pues por una parte, la **cadena alifática** es *apolar* y por tanto, soluble en disolventes orgánicos (lipófila), y por otra, el **grupo carboxilo** es *polar* y soluble en agua (hidrófilo).
- Desde el **punto de vista químico**, los ácidos grasos son capaces de formar enlaces éster con los grupos alcohol de otras moléculas.
- Cuando estos enlaces se *hidrolizan* con un *álcali*, se rompen y se obtienen las **sales** de los **ácidos grasos** correspondientes, denominados **jabones**, mediante un proceso denominado **saponificación**.

### 1. Lípidos: Saponificables

#### A. LÍPIDOS SAPONIFICABLES SIMPLES

Son lípidos saponificables en cuya composición química sólo intervienen **carbono**, **hidrógeno** y **oxígeno**.

#### Acilglicéridos

Son lípidos simples formados por la esterificación de una, dos o tres moléculas de ácidos grasos con una molécula de glicerina. También reciben el nombre de glicéridos o grasas simples

Según el número de ácidos grasos, se distinguen tres tipos de estos lípidos:

- los **monoglicéridos**, que contienen una molécula de ácido graso
- los **diglicéridos**, con dos moléculas de ácidos grasos
- los **triglicéridos**, con tres moléculas de ácidos grasos.

Los acilglicéridos frente a bases dan lugar a reacciones de saponificación en la que se producen **moléculas de jabón**.

#### Ceras

Las ceras son ésteres de ácidos grasos de cadena larga, con alcoholes también de cadena larga. En general son sólidas y totalmente insolubles en agua. Todas las funciones que realizan están relacionadas con su impermeabilidad al agua y con su consistencia firme. Así las plumas, el pelo, la piel, las hojas, frutos, están cubiertas de una capa cérea protectora.

Una de las ceras más conocidas es la que segregan las abejas para confeccionar su panal.

#### B. LÍPIDOS SAPONIFICABLES COMPUESTOS

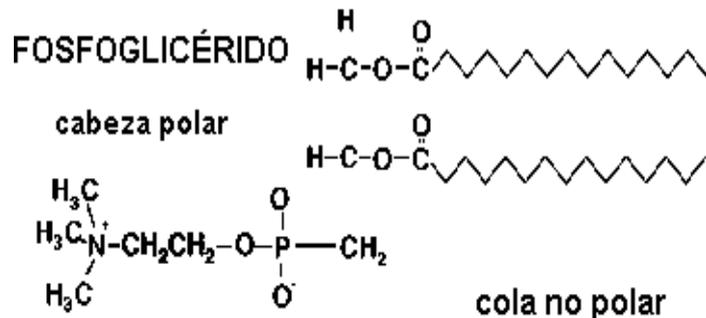
Son lípidos saponificables en cuya estructura molecular además de **carbono**, **hidrógeno** y **oxígeno**, hay también **nitrógeno**, **fósforo**, **azufre** o un **glúcido**.

Son las principales moléculas constitutivas de la doble capa lipídica de la membrana, por lo que también se llaman lípidos de membrana. Son también moléculas anfipáticas.

## Fosfolípidos

Se caracterizan por presentar un ácido ortofosfórico en su zona polar. Son las moléculas más abundantes de la membrana citoplasmática.

### Algunos ejemplos de fosfolípidos



## Glucolípidos

Son lípidos complejos que se caracterizan por poseer un **glúcido**. Se encuentran formando parte de las **bicapas lipídicas** de las membranas de todas las células, especialmente de las *neuronas*. Se sitúan en la **cara externa** de la membrana celular, en donde realizan una función de **relación** celular, siendo receptores de moléculas externas que darán lugar a **respuestas celulares**.

## 2. Lípidos: Insaponificables

### A. Terpenos

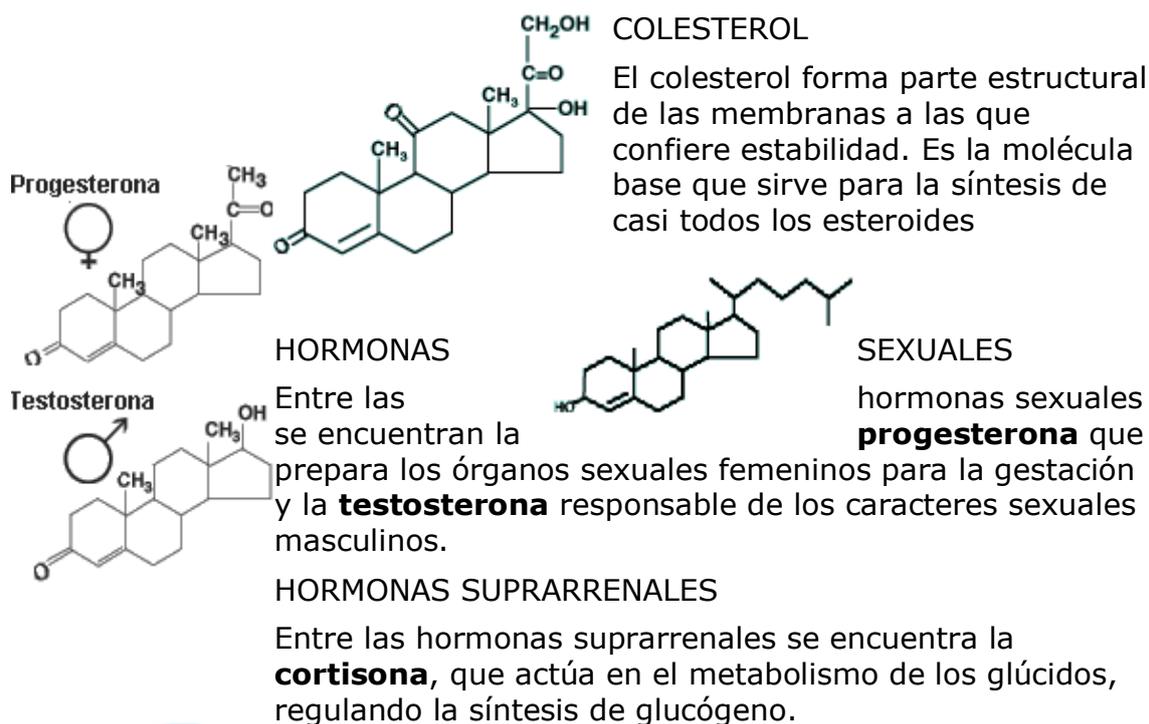
Son moléculas lineales o cíclicas que cumplen funciones muy variadas, entre los que se pueden citar:

- **Esencias vegetales** como el mentol, el geraniol, limoneno, alcanfor, eucaliptol, vainillina.
- **Vitaminas**, como la vit.A, vit. E, vit.K.
- **Pigmentos vegetales**, como la carotina y la xantofila.

### B. Esteroides

Los esteroides son lípidos que derivan del **esterano**. Comprenden dos grandes grupos de sustancias:

1. **Esteroles**: Como el colesterol y las vitaminas D.
2. **Hormonas esteroideas**: Como las hormonas suprarrenales y las hormonas sexuales.



### c. Prostaglandinas

Las prostaglandinas son lípidos cuya molécula básica está constituida por **20 átomos de carbono** que forman un **anillo ciclopentano y dos cadenas alifáticas**.



Las funciones son diversas. Entre ellas destaca la producción de sustancias que regulan la coagulación de la sangre y cierre de las heridas; la aparición de la fiebre como defensa de las infecciones; la reducción de la secreción de jugos gástricos. Funcionan como hormonas locales

### FUNCIONES DE LOS LÍPIDOS

Los lípidos desempeñan cuatro tipos de funciones:

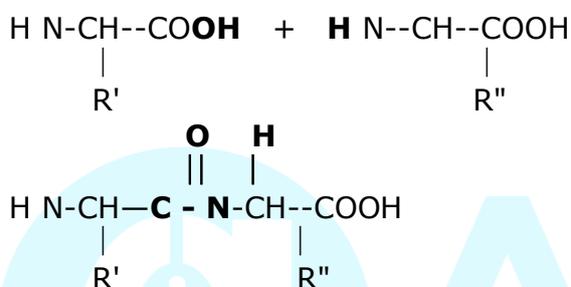
- **Función de reserva.** Son la principal *reserva energética* del organismo. Un gramo de grasa produce 9'4 kilocalorías en las reacciones metabólicas de oxidación, mientras que proteínas y glúcidos sólo producen 4'1 kilocaloría/gr.
- **Función estructural.** Forman las *bicapas lipídicas* de las membranas. Recubren órganos y le dan consistencia, o protegen mecánicamente como el tejido adiposo de pies y manos.
- **Función biocatalizadora.** En este papel los lípidos favorecen o facilitan las reacciones químicas que se producen en los seres vivos. Cumplen esta función las *vitaminas lipídicas*, las *hormonas esteroideas* y las *prostaglandinas*.
- **Función transportadora.** El transporte de lípidos desde el intestino hasta su lugar de destino se realiza mediante su emulsión gracias a los ácidos biliares y a los proteolípidos

## PROTEÍNAS

. Las proteínas, son compuestos cuaternarios formados de carbono hidrógeno, oxígeno y Nitrógeno, a los que se agrega casi siempre en pequeña proporción el Azufre y a veces fósforo, hierro, zinc y cobre. Son polímeros de alto peso molecular, y de una estructura compleja. Las unidades monoméricas que las componen se denominan **aminoácidos**, están unidos por un único tipo de enlace, **el enlace peptídico**, y la gama de diferentes aminoácidos esta estrictamente limitada en numero. Además, la cadena polipeptídica de las proteínas nunca es ramificada. La especial característica de las proteínas radica en la sutileza y diversidad de variaciones, tanto de estructura como de función que la "naturaleza" consigue a expensas de este modelo único.

### ESTRUCTURAS DE LAS PROTEINAS:

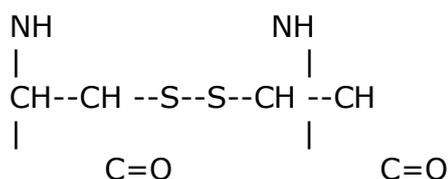
**Estructura Primaria:** Es la secuencia u orden característico de los aminoácidos en la cadena proteica que se mantienen por el enlace peptídico.



Cada proteína presenta una secuencia única de aminoácidos en una cadena de longitud definida. Las proteínas tienen plegamientos más compactos y viene determinado por su secuencia aminoacídica, algunas proteínas constan de dos o más cadenas polipeptídicas mantenidas unidas por enlaces no covalentes.

**Estructura secundaria:** Es la disposición espacial o conformación de la cadena polipeptídica de presentarse en forma de hélice, hoja plegada y al azar. Dentro de la molécula, el exclusivo plegamiento de la cadena polipeptídica se mantiene por enlaces del hidrógeno. Son especialmente importantes en el mantenimiento de las ordenadas relaciones espaciales a lo largo de la cadena polipeptídica. Cuando estos se unen reiteradamente el oxígeno carboxílico de un aminoácido con el hidrógeno amínico del aminoácido situado tres restos a más alejado de la cadena polipeptídica, el resultado es la bien conocida hélice  $\alpha$ .

**Estructura Terciaria:** determinado por las interacciones que se establecen entre los diferentes radicales libres de los aminoácidos y que establecen asociaciones típicas entre aminoácidos, de la molécula polipeptídica.. Así tenemos los enlaces covalentes, también denominados **puentes disulfuro**, que se encuentran uniendo restos de cisteína.



Los aminoácidos poseen **enlaces hidrofóbicos** dirigidos hacia el centro de la molécula plegada, donde están rodeados de otros restos hidrofílicos, esto es un factor esencial para el mantenimiento del correcto plegamiento de la cadena polipeptídica

Las **cadenas laterales** de los aminoácidos en estructura helicoidales se orientan hacia el exterior (es decir, alejándose del eje de la hélice) y se forman entre ellas enlaces que estabilizan el completo plegamiento de la cadena polipeptídica en las proteínas globulares

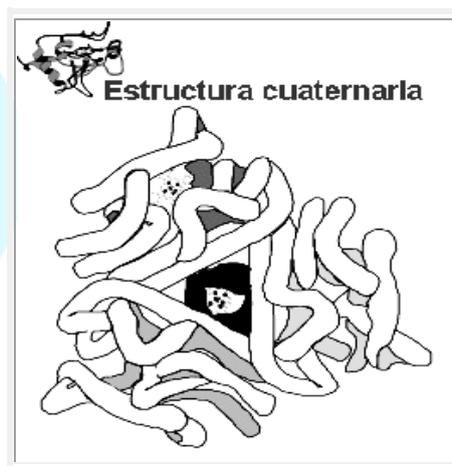
**Los grupos Aminos y Carboxilos** se representan en forma ionizada, conocida como ión híbrido, que es la que predomina a valores neutros de pH.

**Estructura Cuaternaria:** determinado por la unión de varias cadenas peptídicas, que se enrollan entre sí formando subunidades y estas se unen mediante puentes disulfuro, enlaces salinos o de hidrógeno.



### ESTRUCTURA CUATERNARIA

Esta estructura informa de la unión, mediante enlaces débiles (no covalentes) de varias cadenas polipeptídicas con estructura terciaria, para formar un complejo proteico. Cada una de estas cadenas polipeptídicas recibe el nombre de **protómero**.



El número de protómeros varía desde **dos** como en la **hexoquinasa**, **cuatro** como en la **hemoglobina**, o muchos como la cápsida del virus de la poliomielitis, que consta de 60 unidades proteicas.

### DESNATURALIZACIÓN DE LAS PROTEINAS

Cualquiera que sea el papel biológico desempeñado por una proteína determinada, siempre depende del correcto plegamiento del esqueleto de la cadena, que permite mantener las correctas relaciones espaciales entre las cadenas laterales de sus aminoácidos. No es sorprendente que los **valores extremos de pH**, así como **elevadas temperaturas**, rompan las fuerzas que mantienen este correcto plegamiento, produciéndose la **"desnaturalización"** de la proteína. En pocos casos puede conseguirse que proteínas muy puras recuperen su correcta organización tras una desnaturalización, pero en los alimentos es muy poco probable que esto ocurra. Es mucho más probable que las proteínas desplegadas interactúen unas con otras,

lo que conduce a precipitación, solidificación o formación de galés. Por ejemplo cuando la clara del huevo, constituida casi exclusivamente por agua (88%) y proteína (12%) se calienta, la desnaturalización da lugar a una sólida red de gel en la que queda atrapada el agua. La desnaturalización proteica en los alimentos no es necesariamente indeseable. Las verduras se escaldan con vapor o en agua hirviendo, antes de ser congeladas para inactivar ciertas enzimas, particularmente la lipooxigenasa.

**Gelificación** es un proceso por el cual las proteínas tienen la capacidad de absorber agua y que es favorecido por la presencia de los enlaces de hidrógeno y los grupos ionizables.

**La hidrólisis** es un mecanismo enzimático, químico por el cual se rompe el enlace peptídico.

## Clasificación de las Proteínas:

**a) Proteínas simples:** compuesto de sólo aminoácidos o sus derivados. Ejemplo: Albúminas (albúminas del huevo, suero), Globulinas (seroglobulinas y ovoglobulinas), Glutelinas: (trigo), Prolaminas (zeína del maíz y gliadina del trigo), Escleroproteínas (colágeno, queratina, gelatina), Histonas (nucleohistonas del timo), Protaminas (salmón y esturión)

**b) Proteínas Conjugadas:** Son proteínas unidas a algunas sustancias no proteicas (llamado Grupo Prostético). Son: Nucleoproteínas (nucleína), Glucoproteínas y Mucoproteínas proteínas con grupo prostético de tipo carbohidrato (mucina de la sangre), Fosfoproteína (caseína), Cromoproteína (hemoglobina, hemocianina, flavoproteínas), Lipoproteínas (prot. unida al colesterol), Metaloproteínas (cobre: ceruloplasmina)

### c) Proteínas derivadas:

Primarios; proteínas coagulables obtenidas por desnaturalización. Ejem. Proteasas.

Secundarios Proteínas obtenidas por hidrólisis parcial o completa. Ejem: Proteasas, peptonas y peptidos.

| FUNCION     |   |
|-------------|---|
| Estructural | <input type="checkbox"/> Como las <i>glucoproteínas</i> que forman parte de las membranas.<br><input type="checkbox"/> Las <i>histonas</i> que forman parte de los cromosomas<br><input type="checkbox"/> El <i>colágeno</i> , del tejido conjuntivo fibroso.<br><input type="checkbox"/> La <i>elastina</i> , del tejido conjuntivo elástico.<br><input type="checkbox"/> La <i>queratina</i> de la epidermis. |
| Enzimatica  | Son las más numerosas y especializadas. Actúan como biocatalizadores de las reacciones químicas   |
| Hormonal    | <input type="checkbox"/> <i>Insulina y glucagón</i><br><input type="checkbox"/> <i>Hormona del crecimiento</i><br><input type="checkbox"/> <i>Calcitonina</i><br><input type="checkbox"/> <i>Hormonas tropas</i>  |
| Defensiva   | <input type="checkbox"/> <i>Inmunoglobulina</i><br><input type="checkbox"/> <i>Trombina y fibrinógeno</i>   |
| Transporte  | <input type="checkbox"/> <i>Hemoglobina</i><br><input type="checkbox"/> <i>Hemocianina</i><br><input type="checkbox"/> <i>Citocromos</i>  |
| Reserva     | <input type="checkbox"/> <i>Ovoalbúmina</i> , de la clara de huevo<br><input type="checkbox"/> <i>Gliadina</i> , del grano de trigo<br><input type="checkbox"/> <i>Lactoalbúmina</i> , de la leche<br>esz   |

Las proteínas desempeñan numerosas funciones en los sistemas vivos. Las enzimas, catalizadores de los que dependen todas las reacciones químicas que tienen lugar en todos los procesos de la vida, son proteínas. Las moléculas transportadoras, como por ejemplo la **hemoglobina**, que transporta el oxígeno en la sangre, o las permeasas, que controlan el transporte de sustancias a través de las membranas celulares, a menudo contra gradiente de concentración, también son proteínas. Otro grupo de proteínas son **las inmunoglobulinas**, que constituyen los anticuerpos que proporcionan las defensas de los animales frente a los microorganismos invasores. Estas tres clases de proteínas, siendo con mucho **las enzimas** las más numerosas, se caracterizan por su capacidad para unirse específicamente a otras moléculas como parte de su función fisiológica. En términos estructurales, presentan en común una organización globular de sus cadenas polipeptídicas. **La mioglobina**, como muchas otras proteínas transportadoras y enzimas, tiene un grupo prostético es decir, un componente no proteico que participa en la función transportadora o catalítica

**El colágeno** es una proteína en la que se excluye toda posibilidad de ordenamiento plegado, globular y compacto. En su lugar se puede esperar una molécula extendida muy ordenada. Las proteínas con este tipo de configuración desempeña un papel

estructural en los tejidos animales y una de ellas, el colágeno, tiene una influencia decisiva sobre la estructura de la carne

**Un tercer grupo** incluye aquellas que desempeñan una función nutricional, ya sea en la transmisión de nutrientes de la madre a las crías (la caseína de la leche), ya en el almacenamiento de nutrientes que van a ser utilizados por el embrión (Las proteínas de las semillas de las plantas o las proteínas del huevo de las aves). En estos casos, las características físicas de la proteína son de importancia secundaria a su composición química. Por ejemplo, el gluten, proteína principal del trigo, es rico en glutamina, por lo que, comparativamente con otras proteínas, tiene un contenido en nitrógeno superior. Entre otras características distintivas, las proteínas de las semillas y las cecinas, presentan en común una tendencia a formar agregados mejor o peor definidos.

La proteína de nuestra dieta aporta los aminoácidos a partir de los cuales nuestro organismo sintetiza sus propias proteínas, los contribuyentes mas importantes de nuestros tejidos.

La acción de los enzimas hidrolíticos en el estómago y en el intestino delgado degrada las proteínas a sus aminoácidos constituyentes. Una vez absorbidos, ya en el torrente circulatorio, pasan a formar parte de la reserva

**HOLOPROTEÍNAS**

|            |  |
|------------|--|
| Globulares | <input type="checkbox"/> Prolaminas: <i>Zeína (maíza), gliadina (trigo), hordeína (cebada)</i><br><input type="checkbox"/> Gluteninas: <i>Glutenina (trigo), orizanina (arroz).</i><br><input type="checkbox"/> Albúminas: <i>Seroalbúmina (sangre), ovoalbúmina (huevo), lactoalbúmina (leche)</i><br><input type="checkbox"/> Hormonas: <i>Insulina, hormona del crecimiento, prolactina, tirotropina</i><br><input type="checkbox"/> Enzimas: <i>Hidrolasas, Oxidasas, Ligasas, Liasas, Transferasas...etc.</i> |
| Fibrosas   | <input type="checkbox"/> Colágenos: <i>en tejidos conjuntivos, cartilagosos</i><br><input type="checkbox"/> Queratinas: <i>En formaciones epidérmicas: pelos, uñas, plumas, cuernos.</i><br><input type="checkbox"/> Elastinas: <i>En tendones y vasos sanguíneos</i><br><input type="checkbox"/> Fibroínas: <i>En hilos de seda, (arañas, insectos)</i>   |

**HETEROPROTEÍNAS**

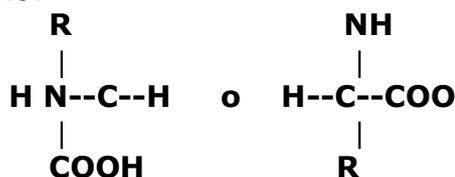
|                 |  |
|-----------------|--|
| Glucoproteínas  | <input type="checkbox"/> Ribonucleasa<br><input type="checkbox"/> Mucoproteínas<br><input type="checkbox"/> Anticuerpos<br><input type="checkbox"/> Hormona luteinizante |
| Lipoproteínas   | <input type="checkbox"/> De alta, baja y muy baja densidad, que transportan lípidos en la sangre.  |
| Nucleoproteínas | <input type="checkbox"/> Nucleosomas de la cromatina<br><input type="checkbox"/> Ribosomas   |

Cromoproteínas

- Hemoglobina, hemocianina, mioglobina, que transportan oxígeno
- Citocromos, que transportan electrones

## LOS AMINOÁCIDOS

Son las unidades monoméricas de las proteínas. Se obtienen por hidrólisis. Existen 20 aminoácidos y de cuya combinación entre ellas se originan las proteínas típicas para cada organismo. Poseen una función amigeno y una carboxílica en un mismo átomo de carbono.



Excepto la prolina y la hidroxiprolina, todos los aminoácidos que constituyen las proteínas, tienen la misma fórmula general.

Los aminoácidos libres tienen interés porque algunos contribuyen al aroma y sabor de algunos alimentos.

Otros aminoácidos, hidroxiprolina e hidroxilisina, se presentan en ciertas proteínas estructurales, incluyendo el colágeno.

Los aminoácidos pertenecen a la serie L, también existen en la naturaleza D-aminoácidos, pero no en las proteínas.

## CLASIFICACIÓN DE LOS AMINOACIDOS

Existen varios sistemas de clasificación de los aminoácidos pero es más útil estudiarlos en función de las propiedades de sus cadenas laterales, que en función de sus estructuras químicas

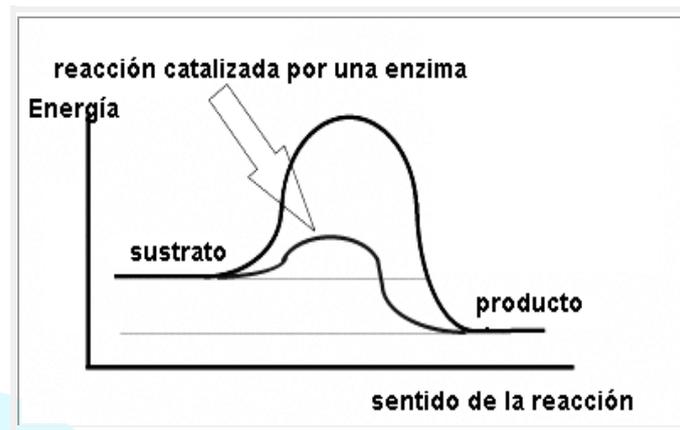
- 1) Con cadenas laterales alifáticas: Glicina, valina, leucina, Isoleucina
- 2) Con cadenas laterales que contienen grupos hidroxilos: Serina y treonina
- 3) Con cadenas laterales que contienen átomos de azufre: Cistina, Cisteína y metionina.
- 4) Con cadenas laterales que contienen grupos ácidos: Aspartico y Glutámico.
- 5) Con cadenas laterales que contienen grupos básicos: Arginina, lisina, histidina.
- 6) Con cadenas laterales que contienen anillos aromáticos.
- 7) Iminoácidos: Prolina, hidroxiprolina

**color marrón= aminoácidos hidrófobos; color verde= aminoácidos polares;**  
**color fucsia = aminoácidos ácidos; color turquesa = aminoácidos básicos**

## ENZIMAS

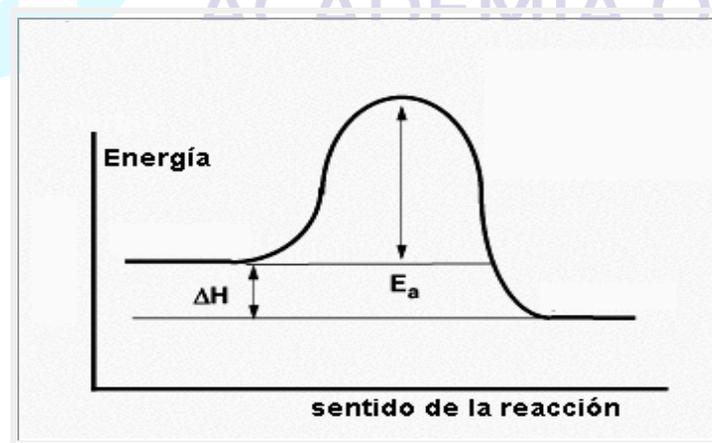
### CONCEPTO DE ENZIMA

Los enzimas son catalizadores muy potentes y eficaces, químicamente son proteínas. Como **catalizadores**, los enzimas actúan en pequeña cantidad y se recuperan indefinidamente. No llevan a cabo reacciones que sean energéticamente desfavorables, no modifican el sentido de los equilibrios químicos, sino que aceleran su consecución.



### CATALIZADOR

Un catalizador es una sustancia que acelera una reacción química, hasta hacerla instantánea o casi instantánea. Un catalizador acelera la reacción al disminuir la **energía de activación**.



En una transformación dada de "A" a "P", "A" representa las moléculas reaccionantes, que constituyen el estado inicial. "P" representa los productos o estado final. La reacción química de A a P es un proceso posible si la energía de P es menor que la de A. Pero hay una barrera de energía que los separa; si no es por ella, A no existiría, puesto que no sería estable y se habría transformado en P. Este escollo es una barrera energética, la energía de activación ( $E_a$ ), que corresponde al estado de transición.

## CARACTERÍSTICAS DE LA ACCIÓN ENZIMÁTICA

La característica más sobresaliente de los enzimas es su elevada especificidad. Esta es doble y explica que no se formen subproductos:

1. **Especificidad de sustrato.** El sustrato (S) es la molécula sobre la que el enzima ejerce su acción catalítica.
2. **Especificidad de acción.** Cada reacción está catalizada por un enzima específico.

**La acción enzimática** se caracteriza por la formación de un complejo que representa el estado de transición.



El sustrato se une al enzima a través de numerosas interacciones débiles como son: puentes de hidrógeno, electrostáticas, hidrófobas, etc, en un lugar específico, el **centro activo**. Este centro es una pequeña porción del enzima, constituido por una serie de aminoácidos que interaccionan con el sustrato.

Algunas enzimas actúan con la ayuda de estructuras no proteicas. En función de su naturaleza se denominan:

1. **Cofactor.** Cuando se trata de iones o moléculas inorgánicas.
2. **Coenzima.** Cuando es una molécula orgánica. Aquí se puede señalar, que muchas vitaminas funcionan como coenzimas; y realmente las deficiencias producidas por la falta de vitaminas responde más bien a que no se puede sintetizar un determinado enzima en el que la vitamina es el coenzima.

## VITAMINAS

Algunas vitaminas son necesarias para la actuación de determinadas enzimas, ya que funcionan como **coenzimas** que intervienen en **distintas rutas metabólicas** y, por ello, una deficiencia en una vitamina puede originar importantes defectos metabólicos, como puede verse en la tabla adjunta:

| VITAMINAS                     | FUNCIONES   | Enfermedades carenciales                    |
|-------------------------------|---|---|
| <b>C (ácido ascórbico)</b>    | Coenzima de algunas peptidasas. Interviene en la síntesis de colágeno                       | <b>Escorbuto</b>                            |
| <b>B1 (tiamina)</b>           | Coenzima de las descarboxilasas y de las enzimas que transfieren grupos aldehídos           | <b>Beriberi</b>                             |
| <b>B2 (riboflavina)</b>       | Constituyente de las coenzimas FAD y FMN  | <b>Dermatitis y lesiones en las mucosas</b> |
| <b>B3 (ácido pantotínico)</b> | Constituyente de la CoA   | <b>Fatiga y trastornos del sueño</b>        |
| <b>B5 (niacina)</b>           | Constituyente de las coenzimas NAD y NADP   | <b>Pelagra</b>                              |
| <b>B6 (piridoxina)</b>        | Interviene en las reacciones de transferencia de grupos aminos.                             | <b>Depresión, anemia</b>                    |
| <b>B12 (cobalamina)</b>       | Coenzima en la transferencia de grupos metilo.  | <b>Anemia perniciosa</b>                    |
| <b>Biotina</b>                | Coenzima de las enzimas que transfieren grupos carboxilo, en el metabolismo de aminoácidos. | <b>Fatiga, dermatitis...</b>                |

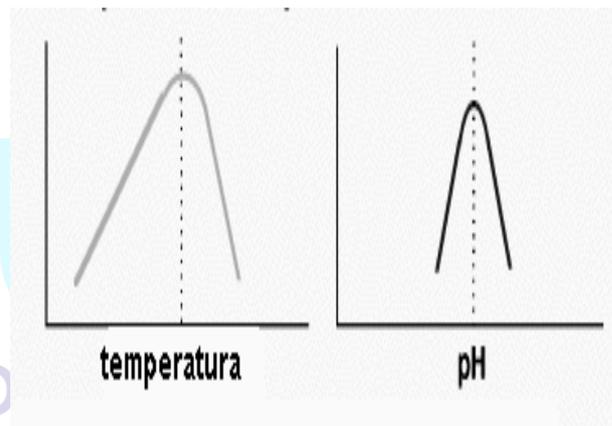
**EFFECTO DEL pH Y TEMPERATURA**

1. **Efecto del pH.** Al comprobar experimentalmente la influencia del pH en la velocidad de las reacciones enzimáticas se obtienen curvas que indican que los enzimas presentan un pH óptimo de actividad. El pH puede afectar de varias maneras:

- o El centro activo puede contener aminoácidos con grupos ionizados que pueden variar con el pH.
- o La ionización de aminoácidos que no están en el centro activo puede provocar modificaciones en la conformación de la enzima.
- o El sustrato puede verse afectado por las variaciones del pH.

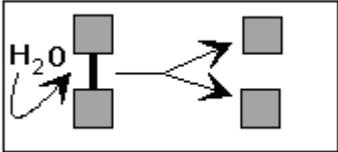
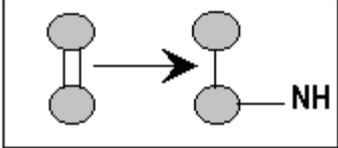
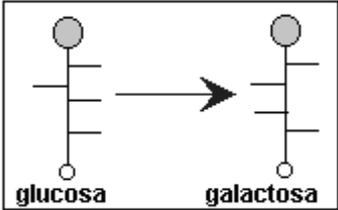
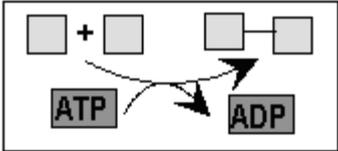
Algunos enzimas presentan variaciones peculiares. La **pepsina** del estómago, presenta un óptimo a pH=2, y la **fosfatasa alcalina** del intestino un pH= 12

2. **La temperatura.** Influye en la actividad. El punto óptimo representa el máximo de actividad. A temperaturas bajas, los enzimas se hallan "muy rígidos" y cuando se supera un valor considerable (mayor de 50:) la actividad cae bruscamente porque, como proteína, el enzima se desnaturaliza.



**CLASIFICACION DE ENZIMAS**

|  |  |
|--|--|
| <p>1. Sxido-reductasas<br/>( Reacciones de oxido-reduccisn).</p> | <p>Si una molicula se reduce, tiene que haber otra que se oxide</p>  |
| <p>2. Transferasas<br/>(Transferencia de grupos funcionales)</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> grupos aldehidos</li> <li><input type="checkbox"/> gupos acilos</li> <li><input type="checkbox"/> grupos glucosilos</li> <li><input type="checkbox"/> grupos fosfatos (kinasas)</li> </ul> |

|   |  |
|---|--|
| <p>3. Hidrolasas<br/>(Reacciones de hidrólisis)</p>             |  <p>Transforman polímeros en monómeros.<br/>Actúan sobre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> enlace éster</li> <li><input type="checkbox"/> enlace glucosídico</li> <li><input type="checkbox"/> enlace peptídico</li> <li><input type="checkbox"/> enlace C-N</li> </ul> |
| <p>4. Liasas<br/>(Adición a los dobles enlaces)</p>             |  <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Entre C y C</li> <li><input type="checkbox"/> Entre C y O</li> <li><input type="checkbox"/> Entre C y N</li> </ul>  |
| <p>5. Isomerasas<br/>(Reacciones de isomerización)</p>          |    |
| <p>6. Ligasas<br/>(Formación de enlaces, con aporte de ATP)</p> |  <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Entre C y O</li> <li><input type="checkbox"/> Entre C y S</li> <li><input type="checkbox"/> Entre C y N</li> <li><input type="checkbox"/> Entre C y C</li> </ul>  |

**LOS ACIDOS NUCLEICOS**

Son cadenas largas de subunidades similares, pero no idénticas, llamadas nucleótidos.

**FUNCIONES:**

Reproducción celular, Síntesis de proteínas, y Transmisión de los caracteres hereditarios de generación a generación.

**TIPOS:**

- Acido desoxirribonucleico (ADN)
- Acido Ribonucleico (ARN)

## COMPOSICIÓN

Están formados por una cadena de Polinucleótidos. Todos los nucleótidos tienen una triple estructura: un azúcar de 5 carbonos (ribosa o desoxirribosa), un grupo fosfato y una base nitrogenada que difiere entre los nucleótidos:

**Los Nucleótidos** resultan de la combinación de una molécula de ácido fosfórico y un nucleósido.

**Los nucleósidos** son compuestos que se forman por la unión de una base nitrogenada con una pentosa.

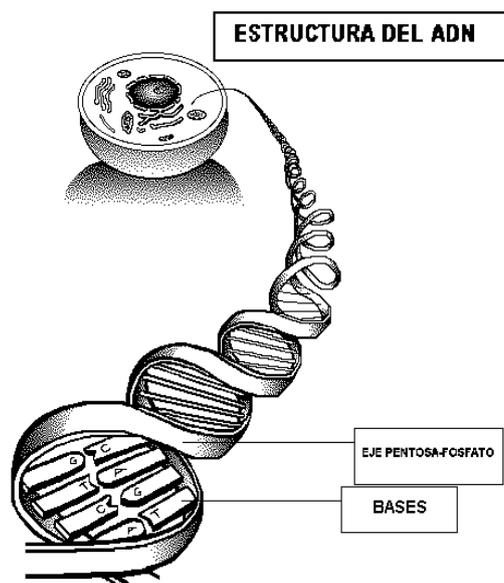
**Las Bases Nitrogenadas** son compuestos químicos orgánicos derivados de la pirimidina y de la purina. Se presentan en dos tipos:

| <b>Bases Pirmídicas</b> |          | <b>Bases Púricas</b> |          |
|-------------------------|----------|----------------------|----------|
| CITOSINA                |          | ADENINA              |          |
| TIMINA                  | <b>T</b> |                      |          |
| URACILO                 | <b>U</b> | GUANINA              | <b>G</b> |

## ESTRUCTURA MOLECULAR DE UN ACIDO NUCLEICO

- a) **ADN**: formado por la pentosa desoxirribosa y las bases nitrogenadas: Citosina, Timina, Adenina y Guanina. Estos componentes se disponen en combinan de la siguiente manera:

Adenina: Timina  
Guanina : Citocina

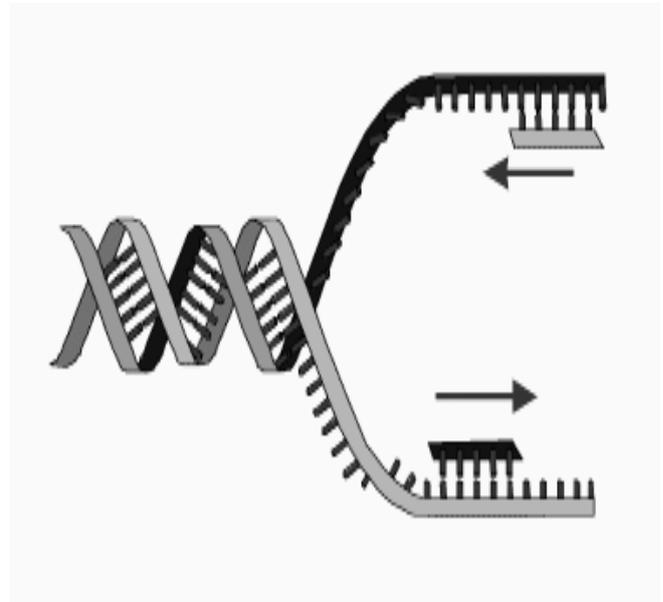


El esquema presenta una estructura plana, sin embargo la verdadera presentación es como doble hélice, semejante a una escalera, en donde los escalones son las bases nitrogenadas y los pasamanos sería las pentosas y los ácidos fosfóricos.

**ARN:** es un ácido nucleico que en lugar de la Timina pesee Uracilo y su pentosa es una Ribosa.

Las cadenas de nucleótidos de la ribosa, se copian del depósito central del ADN. El ARN lleva la información genética del ADN hacia el citoplasma y dirige la síntesis de proteínas.

El ADN tiene la información para hacer las proteínas de la célula. Ya que muchas de estas proteínas funcionan como enzimas en las reacciones químicas que tienen lugar en la célula, todos los procesos celulares dependen, en última instancia, de la información codificada en el ADN.



En el proceso de síntesis de proteínas, existe una molécula, el ARN, que actúa de intermediaria. Por lo tanto, en el proceso de expresión de la información contenida en los genes hay dos etapas:

**ADN** → **ARN** → **PROTEÍNAS**

La primera se denomina **TRANSCRIPCIÓN** y la segunda **TRADUCCIÓN**

Esto se ha dado en llamar el "**dogma central de la Biología Molecular**"

# LA CÉLULA

## I. QUÉ ES UNA CELULA:

De acuerdo a la teoría celular la célula es la unidad anatómica, fisiológica y genética de un organismo vivo.

## II. UN POCO DE HISTORIA:

- La célula fue descubierta por **Robert Hooke** en 1665 al estudiar un pedazo de corcho o tejido suberoso (células muertas).
- En 1674, **Leeuwenhoek** observó por primera vez a una célula viva al descubrir a los protozoarios investigando una gota de agua estancada.
- En 1831, **Robert Brown** descubrió al núcleo al estudiar la epidermis de la orquidea.
- En 1838-39 **Matías Schleiden** y **Theodor Schwann** crearon la teoría celular que afirma lo siguiente. "Los organismos vivos están constituidos por células". Esta teoría fue ampliada por el Virchow en 1855 quien añade. "Omnis cellulae é cellulae" lo que significa que toda célula proviene de otra célula.
- El papel del núcleo como vehículo de la herencia fue descubierto por el científico alemán Haeckel en 1866
- Posteriormente se fueron descubriendo las distintas estructuras que componen a la célula.

## III. CÓMO SE CLASIFICAN LAS CELULAS

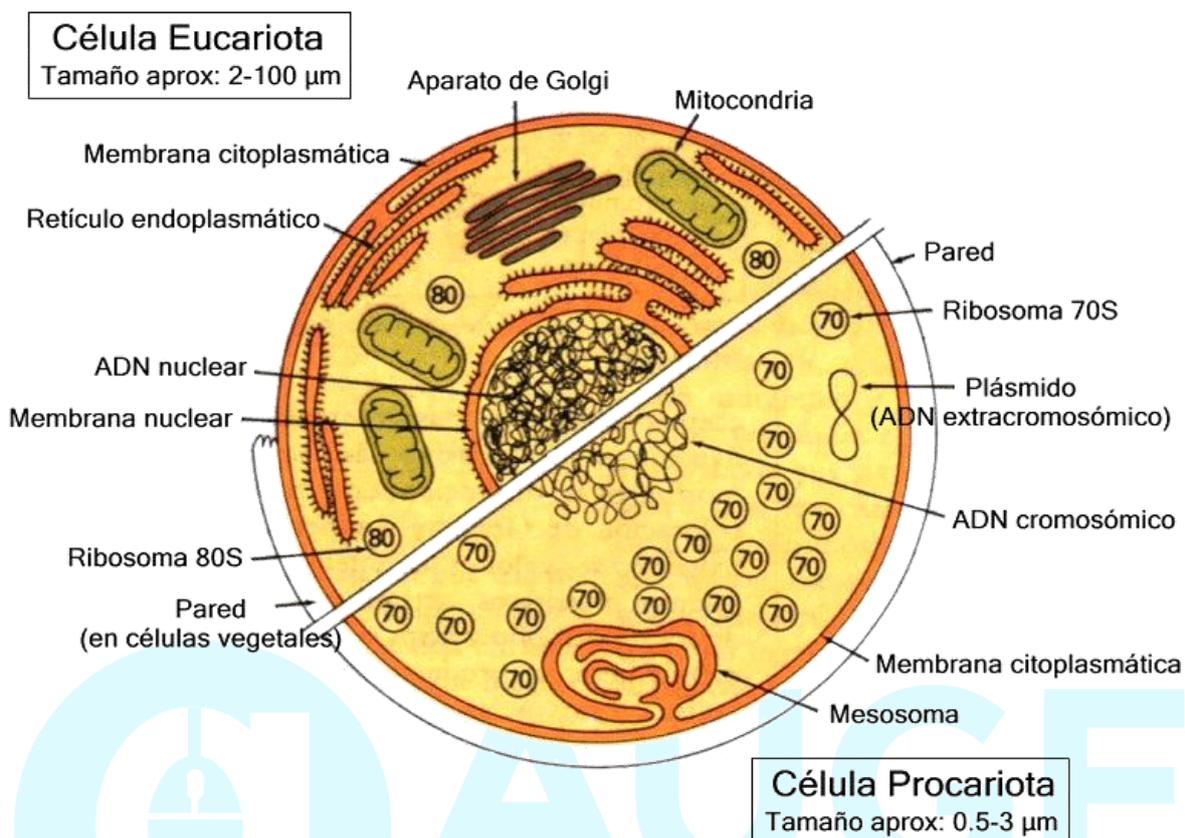
De acuerdo a su grado de evolución o desarrollo pueden ser:

1. **Célula Procariótica:** Es una célula primitiva que carece de envoltura nuclear y organelas membranosas. Esta célula se presenta en los organismos del **Reino Monera**.
2. **Célula Eucariótica:** Comprende a toda célula animal y vegetal que presenta un verdadero núcleo ya que tiene nucleolo y membrana nuclear que separa al material genético del citoplasma en donde se observan un sistema de endomembranas, organelas, organoides, e inclusiones citoplasmáticas.  
La célula animal a diferencia de la célula vegetal no tiene Pared Celular, Plastidios, Glioxisomas y Vacuoma pero posee Glucocalix, Lisosomas secundarios y centriolos

## DIFERENCIAS ENTRE CÉLULA PROCARIÓTICA Y EUCARIÓTICA

| CARACTERÍSTICAS   | CÉLULA PROCARIÓTICA | CÉLULA EUCARIÓTICA |
|-------------------|---------------------|--------------------|
| Envoltura nuclear | Ausente             | Presente           |
| ADN               | Desnudo             | Con proteínas      |
| Nucleolo          | Ausente             | Presente           |
| División celular  | Amitosis            | Mitosis – Meiosis  |
| Ribosoma          | Pequeños (70S)      | Grandes (80S)      |
| Endomembranas     | Ausentes            | Presentes          |

## DIFERENCIAS ENTRE CÉLULA EUCARIOTA Y PROCARIOTA



### IV. ESTRUCTURA DE LA CÉLULA EUCARIOTA:

Una célula Eucariota posee las siguientes partes:

**1. ENVOLTURA CELULAR:** La célula eucariótica presenta cubiertas de protección conocidas como:

**a) PARED CELULAR.-** Es la Envoltura propia de la célula vegetal conocida también como Membrana Celulósica que se origina a partir del Fragmaoplasto por actividad del Golgisoma  
En el caso de los vegetales está constituida principalmente por celulosa, hemicelulosa y pectina. Presenta poros y comunicaciones Intercelulares o Plasmodesmos que permiten el intercambio de moléculas y diversos materiales de una célula a otra.

**FUNCIÓN:** La Pared Celular sirve de protección contra los daños mecánicos y cambios osmóticos.

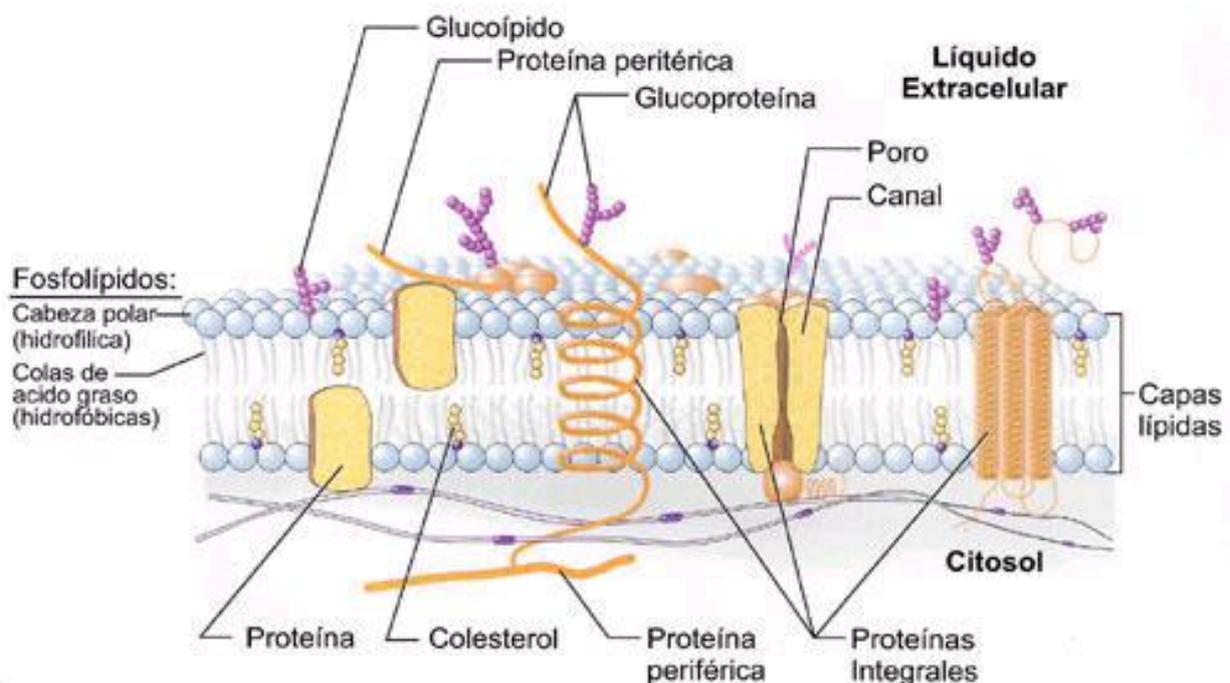
**b) GLUCOCALIX.-** Es la envoltura de la célula animal formada por Glucoproteínas, glucolípidos y Acido hialurónico.

**FUNCIÓN:** Sirve de protección y en especial permite el reconocimiento celular por afinidad molecular.

## 2. MEMBRANA PLASMÁTICA

Llamada también Membrana Celular la cual es originada por actividad del Golgisoma y está constituida por proteínas, lípidos. Además en la célula animal existen carbohidratos.

La estructura de la Membrana celular es explicada por la teoría del Mosaico Fluido propuesta por Singer y Nicholson (1972). Este modelo incluye. Proteínas Periféricas e Integrales y una bicapa de Fosfolípidos. Además hay colesterol en la Membrana de la Célula animal. Es más principalmente los lípidos experimentan movimientos laterales que brindan su fluidez.



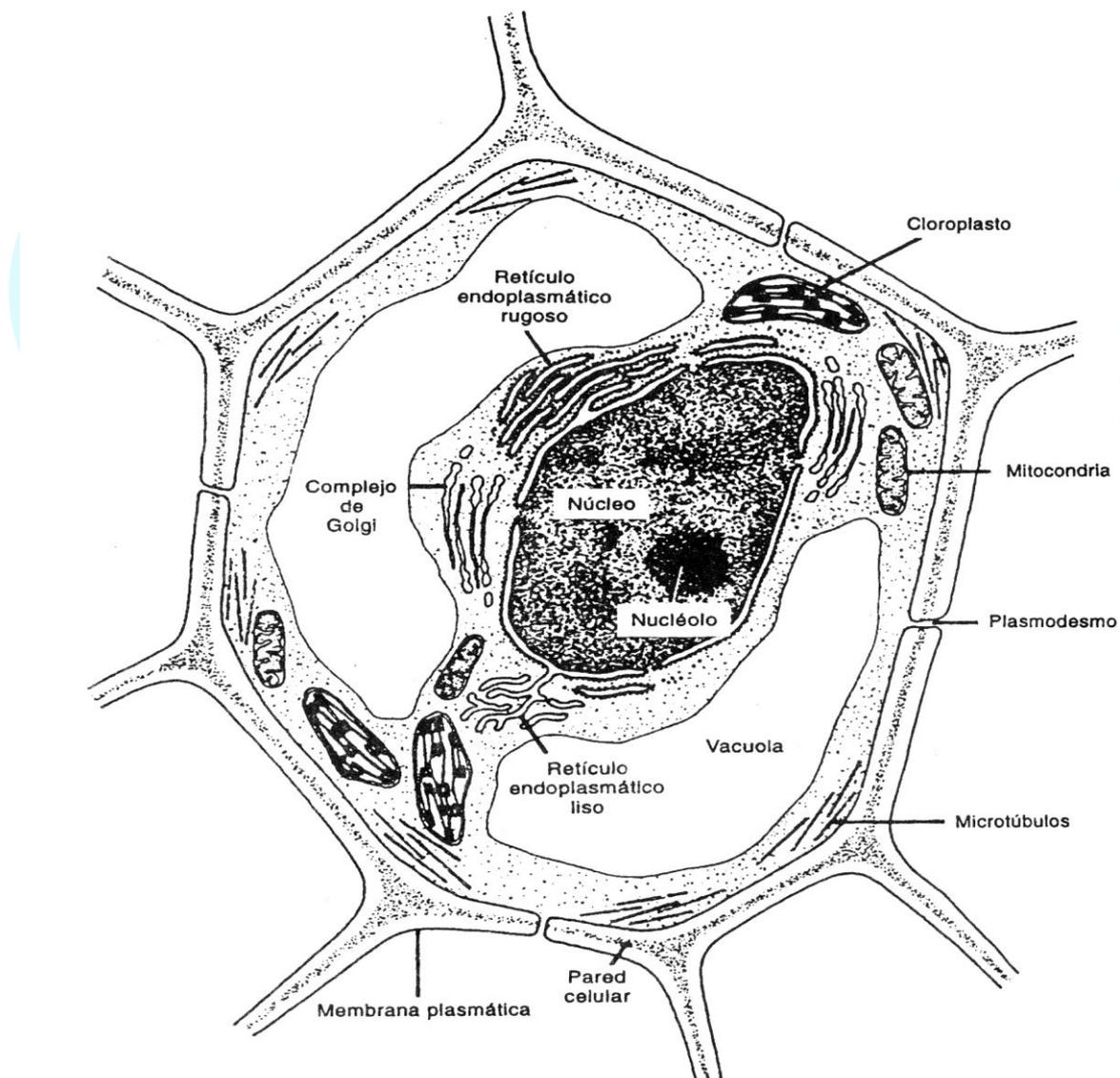
**FUNCIÓN:** La Membrana Plasmática presenta permeabilidad selectiva o diferencial, es decir regula el pasaje de iones y moléculas dando lugar a dos tipos de mecanismos de transporte:

1. **Transporte Pasivo.**- Es un mecanismo que no requiere del gasto de energía proporcionado por el ATP, porque el pasaje de iones o moléculas se produce a favor de la gradiente de concentración. Comprende: Difusión de gases, difusión de iones y difusión del agua (ósmosis).
2. **Transporte Activo.**- Es un mecanismo que necesita del gasto de energía proporcionado por el ATP, porque el pasaje de iones o moléculas se realiza en contra de la gradiente de concentración. Comprende:
  - a) **Bomba de Sodio y Potasio.**- Es un mecanismo que permite la expulsión de 3 iones sodio y la incorporación de 2 iones potasio lo cual facilita la repolarización de la Membrana Celular.

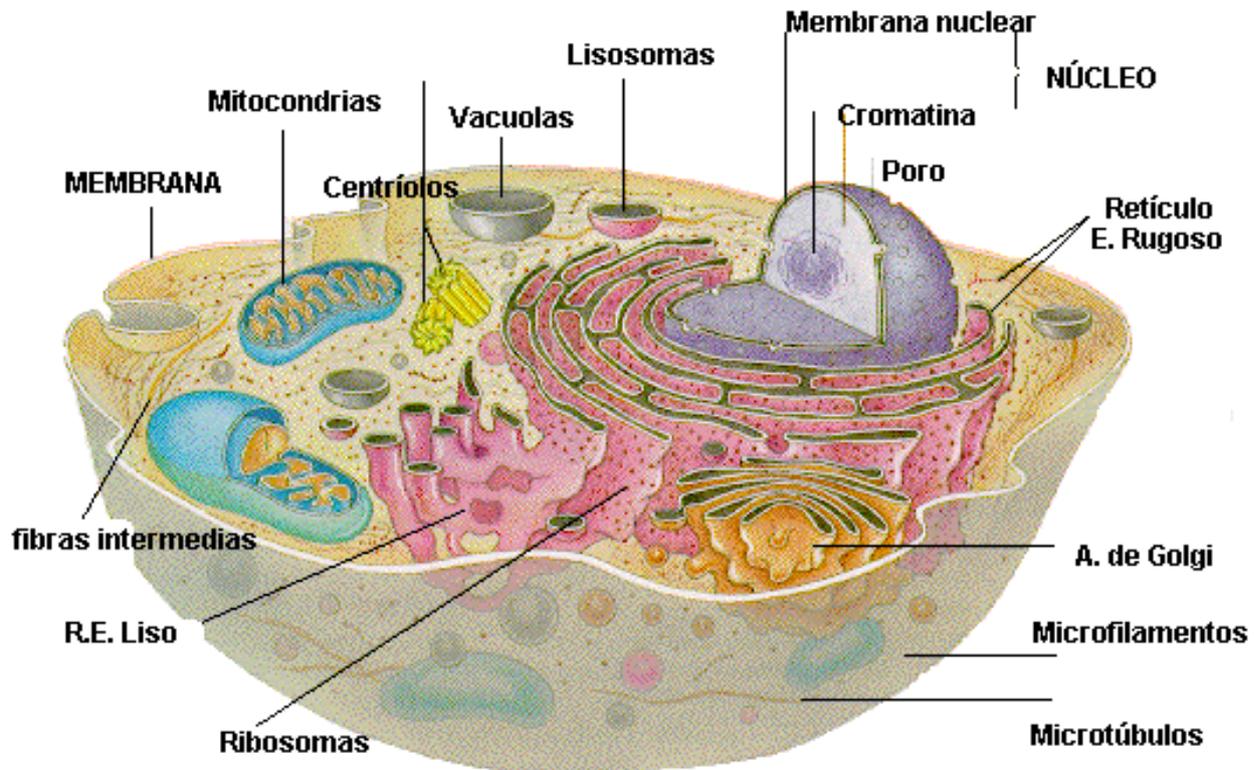
- b) **Endocitosis**.- Es un tipo de transporte en masa que conlleva a la incorporación de sustancias de naturaleza sólida (Fagocitosis: realizado por los leucocitos y amebas) o disuelta en una gota de agua (Pinocitosis).
- c) **Exocitosis**.- Es otro tipo de transporte en masa que facilita la expulsión de catabolitos o de sustancias de utilidad para el organismo como son las hormonas liberadas por las células endocrinas usando este mecanismo.

**DIFUSIÓN FACILITADA**.- Es un mecanismo especial de transporte ya que necesita de una proteína transmembranosa (Permeasa) para el pasaje de ciertos iones y moléculas como la glucosa, aminoácidos entre otros.

## CÉLULA VEGETAL



## CÉLULA ANIMAL



### 3. CITOPLASMA

Es la región celular comprendida entre la membrana Plasmática y la envoltura nuclear. Presenta naturaleza coloidal por lo tanto goza de **tixotropía**, **movimiento Browniano** y **efecto Tyndall**. El citoplasma comprende:

a) **CITOSOL**: es la parte soluble del citoplasma, además de agua posee iones, pocos azúcares, ácidos grasos, aminoácidos, proteínas principalmente enzimas y cientos de moléculas orgánicas que resultan de la actividad celular.

b) **SISTEMA DE ENDOMEMBRANAS**: Llamado también sistema vacuolar. Incluye:

1. **Retículo Endoplasmático**.- Está constituido por compartimientos membranosos interconectados por microtúbulos. Se conocen dos tipos:

a) **Retículo Endoplasmático Liso**.- Denominado también retículo Endoplasmático Agranular. Carece de ribosomas.

**FUNCIÓN**: Se encarga de la síntesis y transporte de lípidos en especial de esteroides. Además realiza la detoxificación celular y la glucogenolisis.

- b) **Retículo Endoplasmático Rugoso.**- Llamado también Retículo Endoplasmático Granular debido a la presencia de Ribosomas adosados a su membrana.  
**FUNCIÓN:** Realiza la síntesis y transporte de proteínas y origina la envoltura nuclear.
2. **Golgisoma.**- Llamado antes aparato de Golgi, está formado por sáculos membranosos denominados **Dictiosomas** que se encargan de almacenar y transformar diversas sustancias.  
**FUNCIÓN:** Durante la **Secreción Celular** origina a las vesículas de Golgi o Lisosomas primarios. También forma la envoltura Celular y la Membrana Plasmática.
- 3. Envoltura Nuclear.**- Es originada por el retículo Endoplasmático Rugoso y separa al citoplasma del nucleoplasma.  
**FUNCIÓN:** Permeabilidad selectiva.
- a) **ORGANELAS.**- Son estructuras celulares que presentan membrana. Comprenden:
1. **Mitocondrias.**- Son organelas que presentan dos membranas: externa e interna. Esta última posee modificaciones llamadas crestas Mitocondriales en donde se ubican las unidades o enzimas respiratorias encargadas de la fosforilación oxidativa. Entre ambas membranas existe un compartimiento conocido como cámara externa y la Membrana interna delimita una cavidad denominada Mitosol, matriz Mitocondrial o cámara interna donde encontramos ADN circular, Ribosomas y las Enzimas para el Ciclo de Krebs entre otros compuestos.  
**FUNCIÓN:** Interviene en la respiración celular aeróbica.
  2. **Plastidios.**- Son organelos exclusivos de la célula vegetal. Por la presencia o ausencia de pigmentos se clasifican en:
    - a) **Leucoplastos.**- Carecen de pigmentos y se especializan en almacenar sustancias de reserva como el almidón, aceites y proteínas. Predominan en las células de la raíz y tallo.
    - b) **Cromoplastos.**- Presentan diversos pigmentos como la Xantofila (Amarillo), Caroteno (Anaranjado); Licopeno (Rojo) y los que tienen **Clorofila** (Verde azulado o amarillento) reciben el nombre de **Cloroplastos** los cuales son los más importantes de la célula vegetal.

En un cloroplasto se observan las Membranas Externa e Interna. Esta última delimita una cavidad o Matriz llamada estroma en donde concentramos ADN circular, Ribosomas, Azúcares, Almidón y Enzimas para la fase oscura de la fotosíntesis. También hay un conjunto de Membranas llamadas Tilacoides que forman los Grana que se unen a través de Lamelas. En las membranas tilacoides se realiza la fase luminosa de la Fotosíntesis.

**FUNCIÓN:** Realiza la Fotosíntesis

3. **Citosomas.**- Son organelas con una membrana simple. Comprende:

a) **Lisosomas.**- Son vesículas Membranosas que contienen enzimas hidrolíticas como las fosfatasa, lipasa, proteasa, ribonucleasa y desoxiribonucleasa entre otras.

Los lisosomas primarios son originados por el Golgisoma y contienen zimógenos o enzimas inactivas mientras que los lisosomas secundarios resultan de la unión del lisosoma primario y la vacuola fagocítica o pinocítica.

**FUNCIÓN:** Se encargan de la digestión celular o intracelular razón por la cual también se llaman vacuolas digestivas. Además los lisosomas realizan autofagia durante el ayuno celular y autólisis en la vejez celular.

c) **Peroxisomas.**- Son vesículas Membranosas que contienen la enzima Peroxidasa.

**FUNCIÓN:** Transformar el agua oxigenada en agua y oxígeno molecular evitando el daño celular. También interviene en la fotorespiración.

d) **Glioxisomas.**- Son vesículas Membranosas exclusivas de la célula vegetal que contienen las enzimas de la vía del glioxilato.

**FUNCIÓN:** Transformar los aceites en azúcares sobre todo durante la germinación de la semilla a través del ciclo del glioxilato..

4. **Vacuolas.**- En la célula vegetal adulta se fusionan formándose una vacuola de gran tamaño llamada Vacuoma que contiene la savia celular que incluye agua, sales, azúcares y pigmentos.

**FUNCIÓN:** Esta organela colabora en la regulación de la presión osmótica y turgencia.

b) **ORGANOIDES.**- Son estructuras celulares que carecen de Membrana comprende:

1. **Ribosomas.**- Están constituidos por dos subunidades, una de mayor tamaño que la otra. Cada una de éstas subunidades presenta ARN Ribosomial más proteínas.

**FUNCIÓN:** Los Ribosomas se encargan de la síntesis de proteínas y enzimas.

Grafico.

2. **Centriolos.**- Son dos estructuras cilíndricas dispuestas perpendicularmente cerca del núcleo. Están ausentes en la célula vegetal. En un corte transversal de un centriolo se observa que está formado por nueve triplete de microtúbulos los cuales a su vez están constituidos por una proteína llamada tubulina.

**FUNCIÓN:** Los centriolos durante la división celular intervienen en la formación del huso Acromático o Aparato Mitótico.

3. **Microtúbulos, Microfilamentos y Filamentos Internos:** Son estructuras tubulares que constituyen el citoesqueleto que mantiene la forma celular y están formados por proteínas.

**FUNCIÓN:** Los Microtúbulos intervienen en la formación de los cilios, flagelos, cuerpo basal y centriolos mientras que los microfilamentos participan en el movimiento Ameboide. Y los Filamentos intermedios dan la forma nuclear y mantienen la forma celular.

4. **Cilios y Flagelos.**- Son estructuras tubulares que se originan en el cuerpo basal y están formados por Microtúbulos dispuestos en nueve diadas periféricas y dos microtúbulos simples y centrales que se observan al hacer un corte transversal.

**FUNCIÓN:** Los cilios y flagelos facilitan la locomoción de los protozoarios ciliados y flagelados.

- c) **INCLUSIONES CITOPASMÁTICAS.**- El metabolismo celular de las diversas células permite acumular sustancias a manera de granulos como por ejemplo los granulos de glucógeno forman los llamados glicosomas entre otros. En la célula vegetal se observa almacenamiento de sales minerales en forma de cristales como los rafidios.

## 4. NÚCLEO

Es la parte primordial de la célula y durante la interfase se observa la siguiente estructura:

1. **Envoltura Nuclear.**- Llamada también carioteca. Está formada por las membranas externa e interna, separadas por un espacio perinuclear. La membrana externa posee ribosomas. Esta envoltura presenta numerosos poros nucleares que en cierta forma controlan el pasaje de sustancias desde el citoplasma o viceversa.
2. **Nucleoplasma.**- Denominado también carioplasma. Presenta principalmente una desoxiribonucleoproteína llamada cromatina formada por ADN más Histonas.
3. **Nucleolo.**- Está formado por ARN Ribosomial más fosfoproteínas. Se encarga de la formación de los Ribosomas por lo tanto dirige la síntesis de proteínas. También controla el proceso de transcripción o formación de ARN.

**Cromosomas.**- Son estructuras que se observan durante la división celular a consecuencia de la condensación de la cromatina y están formados por unidades estructurales denominados **nucleosomas**. En un cromosoma se observan generalmente dos brazos que forman la cromátide o cuerpo del cromosoma en donde el superenrollamiento del ADN se llama Cromonema y las histonas condensadas como gránulos reciben el nombre de Cromómeros.

### Tipos de Cromosomas:

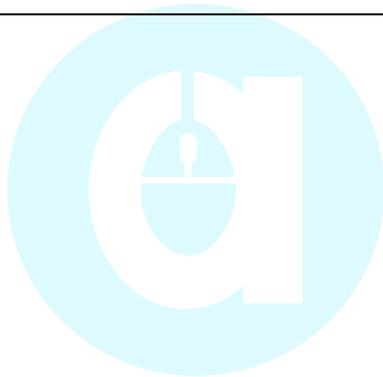
- a) Metacéntricos.
- b) Submetacéntricos.
- c) Acrocéntricos.
- d) Telocéntricos.
- e) También se conoce un tipo especial llamado cromosoma satélite.

**Cariotipo:** Características de los cromosomas de un individuo o célula que se refiere al número, tipo, tamaño y forma el número cromosómico es constante en cada especie.

Por ejemplo el hombre presenta 46 cromosomas de los cuales 44 son cromosomas somáticos y los dos restantes son cromosomas sexuales siendo **XX**, en la mujer y **XY**, en los varones.

**COMPARACIÓN ENTE CÉLULA ANIMAL Y VEGETAL**

| <b>CARACTERÍSTICAS</b>  | <b>CÉLULA ANIMAL</b>                             | <b>CÉLULA VEGETAL</b>          |
|-------------------------|--|--------------------------------|
| Núcleo                  | Presente   | Presente                       |
| DNA                     | Lineal<br>Asociado a proteínas                   | Lineal<br>Asociado a proteínas |
| Organelas               | Todas, excepto plastos,<br>vacuola y glioxisomas | Todas                          |
| Cilios/Flagelos         | Presentes (de tubulina)                          | Ausentes                       |
| Pared Celular           | Ausente  | Presente                       |
| Fuente Principal de ATP | Mitocondrias                                     | Mitocondrias y<br>cloroplastos |



**AUGE**  
ACADEMIA ONLINE

## I. EL METABOLISMO ES UNA CARACTERÍSTICA DE LOS SERES VIVOS

Se define como el conjunto de reacciones bioquímicas intracelulares que ocurren en la célula con la finalidad de transformar la materia y energía de una forma a otra.

Las reacciones químicas cumplen diversas funciones, dependiendo de la naturaleza del organismo. Las reacciones químicas consumen energía, la misma que se define como la capacidad de realizar un trabajo, incluyendo la síntesis de moléculas, y la generación de calor y luz.

## II- LA ENERGÍA ES LA CAPACIDAD DE PRODUCIR TRABAJO:

Existen dos tipos de energía: Energía Cinética y Energía Potencial. Ambos tipos de energía pueden existir de muchas formas.

La **Energía Cinética**, o la energía de movimiento, incluye la luz (movimiento de fotones), el calor (movimiento de moléculas), la electricidad (movimiento de partículas con carga eléctrica) y el movimiento de objetos grandes.

La **energía potencial**, o energía almacenada, comprende la energía química almacenada en los enlaces que mantienen unidos a los átomos en las moléculas.

Para entender como rigen el flujo de energía y las interacciones con la materia, se requieren conocer dos cosas.

1. La cantidad de energía disponible.
2. La utilidad de la energía.

Estos son los aspectos de las leyes de la termodinámica.

La primera ley de termodinámica establece dentro de cualquier sistema aislado, la energía no puede crearse o destruirse, aunque puede cambiar de forma; por ejemplo de energía química a energía calorífica. En otras palabras, dentro de un sistema aislado la cantidad usual de energía permanece constante. La primera ley recibe por lo tanto el nombre de **Ley de la Conservación de la energía**.

La segunda ley se relaciona con la **utilidad de la energía**. Esta ley establece que cualquier cambio en un sistema aislado ocasiona que la cantidad de energía útil concentrada disminuya, en otras palabras, la energía siempre se convierte de una forma útil en otra menos útil.

## III. FLUJO DE ENERGÍA EN LAS REACCIONES QUÍMICAS

Una reacción química se inicia con un conjunto de sustancias llamadas **reactivos**, y las convierten en otro conjunto, los **productos**. Todas las reacciones químicas se clasifican en una de dos categorías: exergónicas y endergónicas.

Una reacción es **Exergónica** (del griego "que libera energía"), si los reactivos tienen más energía que los productos. Como consecuencia, la reacción libera energía.

De manera que una reacción Exergónica puede proporcionar energía suficiente para realizar una reacción que requiere energía, es decir una reacción Endergónica. Así, en el caso de la fotosíntesis, la reacción exergónica sucede en el sol y la reacción endergónica se lleva a cabo en la planta.

El hecho de que la luz solar contiene más energía de la utilizada para realizar la fotosíntesis es un ejemplo de una regla general de las **reacciones acopladas**. De acuerdo con la segunda ley de la termodinámica, no toda la energía liberada por una

reacción exergónica puede utilizarse para realizar una reacción endergónica, cierta energía se pierde en el medio en forma de **calor** y en el **movimiento de las moléculas**: Por lo tanto en las reacciones acopladas, la reacción exergónica siempre libera más energía que la consumida para efectuar la reacción endergónica.

Los organismos vivos son los principales químicos que utilizan constantemente la energía liberada por las reacciones exergónicas (como la del desdoblamiento químico de los alimentos) para ejecutar reacciones endergónicas (como la actividad cerebral, el movimiento o la síntesis de moléculas complejas). Las mitades exergónica y endergónica de las reacciones acopladas frecuentemente se realizan en lugares diferentes, así que debe haber alguna forma de transferir la energía de la reacción exergónica a la endergónica. Dicha transferencia se realiza por medio de moléculas **portadoras de energía**, de las cuales la más común es la adenosina trifosfato o **ATP**. Hasta aquí, hemos tratado a las reacciones químicas como si siempre sucedieran en una dirección, sin embargo esto no es así, la mayoría de las **reacciones químicas son reversibles**.

#### **IV. CONTROL DEL METABOLISMO DE LAS CÉLULAS**

Las reacciones químicas dentro de la célula están rígidas por las mismas leyes termodinámicas que controlan cualquier reacción. La bioquímica de las células está adoptada de tres maneras:

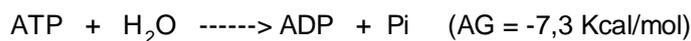
1. Las células regulan las reacciones químicas mediante el uso de catalizadores proteicos llamados enzimas.
2. Las células asocian reacciones haciendo que las reacciones endergónicas que requieren energía se realicen con la energía liberada por las reacciones exergónicas.
3. Las células sintetizan moléculas portadoras de energía que capturan la energía de las reacciones exergónicas y la llevan a las reacciones endergónicas.

#### **V. EL ATP EL PRINCIPAL PORTADOR DE ENERGÍA EN UNA CÉLULA: Adenosin Trifosfato (ATP)**

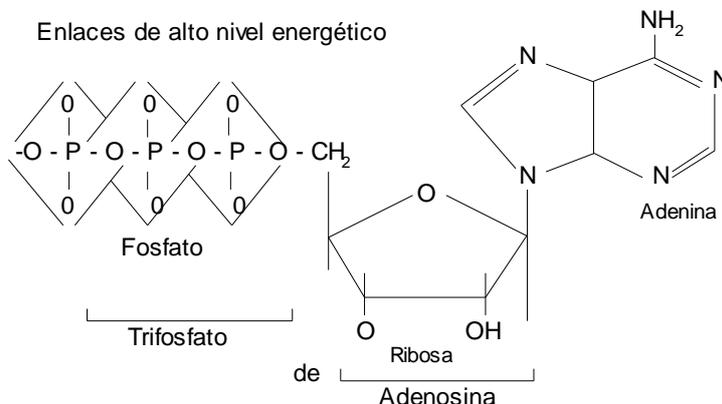
En los seres vivos, el ATP es la fuente inmediata de energía (no sirve para su almacenamiento), estando formada por una molécula de adenosina (adenina + ribosa) y tres grupos fosfato, unidos entre sí mediante 2 enlaces de alta energía.

El ATP se sintetiza utilizando la energía liberada durante las reacciones catabólicas y su hidrólisis es una reacción altamente exergónica catalizada por una enzima llamada ATPasa.

La estructura química del ATP se presenta como sigue:



Enlaces de alto nivel energético



## VI. LOS PORTADORES DE ELECTRONES TAMBIÉN TRANSFIEREN ENERGÍA EN EL INTERIOR DE LA CÉLULA: Reacciones de óxido-reducción

Todas las reacciones químicas implican transferencias de electrones, desde un dador hacia un aceptor, donde la molécula que los cede o pierde se oxida y la que los recibe o gana se reduce; dado que ambos procesos ocurren simultáneamente, se les llama reacciones redox.

Generalmente en las células, las moléculas se oxidan por sustracción de átomos de hidrógeno con su respectivo electrón, proceso que se lleva a cabo por acción de una enzima deshidrogenasa y las coenzimas intervienen en el transporte de electrones, funcionando como aceptores en su forma oxidada ( $\text{NAD}^+$ ,  $\text{FAD}$ ,  $\text{NADP}^+$  respectivamente) y como dadores en su forma reducida ( $\text{NADH} + \text{H}^+$ ,  $\text{FADH}_2$ ,  $\text{NADPH} + \text{H}^+$  respectivamente).

ACADEMIA ONLINE

## VII. ETAPAS DEL METABOLISMO:

1. **ANABOLISMO:** Es una etapa de síntesis que permite formar moléculas complejas a partir de sustancias simples. Ejemplo: **Fotosíntesis**.
2. **CATABOLISMO:** Es una etapa de degradación en donde las moléculas complejas se convierten en moléculas simples. Ejemplo: **Respiración Celular**.

## VIII. TIPOS DE METABOLISMO:

1. **Metabolismo energético:** Recordemos que la energía no se crea ni se destruye solo se transforma y en el mundo biológico la energía es obtenida a partir del sol por medio de la clorofila de la célula vegetal y transformada en energía química a través de la fotosíntesis mientras que la célula animal obtiene su energía oxidando a los compuestos orgánicos en especial a la molécula de glucosa por medio de la respiración celular. En cualquiera de las formas la energía obtenida es almacenada en gran parte bajo la forma de ATP.



Pi: Fósforo inorgánico

2. **Metabolismo plástico:** Recordemos que la materia no se crea ni se destruye solo se transforma y las células constantemente intercambian materiales con su entorno.

La célula vegetal es autotrófica es decir tiene la capacidad de formar sus alimentos y de ellos consigue las proteínas (alimentos plásticos) los cuales son indispensables para renovación y reparación de las estructuras biológicas mientras que la célula animal como la heterotrófica las obtiene de su dieta.

## FOTOSÍNTESIS

### 1. DEFINICIÓN:

Es un proceso **anabólico** intracelular realizado por los organismos que poseen clorofila por medio de la cual atrapan la energía luminosa y la transforman en energía sintetizando principalmente glucosa y almidón a partir de sustancias simples como el agua y anhídrido carbónico.

### 2. IMPORTANCIA DEL PROCESO

La importancia de la Fotosíntesis radica en dos aspectos:

- 1.- Producción de compuestos orgánicos
- 2.- Liberación de oxígeno.

### 3. ECUACIÓN GENERAL:

Todo el proceso de la fotosíntesis puede resumirse a través de la siguiente ecuación química:



### 4. LOCALIZACIÓN DE LA FOTOSÍNTESIS

La fotosíntesis es realizada en mayor grado por las hojas y tallos verdes a nivel de los cloroplastos de las células.

### 5. FASES DE LA FOTOSÍNTESIS

La fotosíntesis comprende dos fases

- Fase Luminosa: requiere de luz
- Fase Oscura: no requiere de luz

#### a) **FASE LUMINOSA**

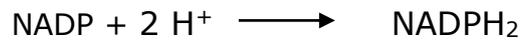
Ocurre en los tilacoides del cloroplasto en presencia de la luz que es atrapada por los fotosistemas I y II

La llegada de los fotones de la luz desencadenan los siguientes procesos:

1. Fotólisis del Agua (**reacción de Hill**):



## 2. Reducción del NADP:

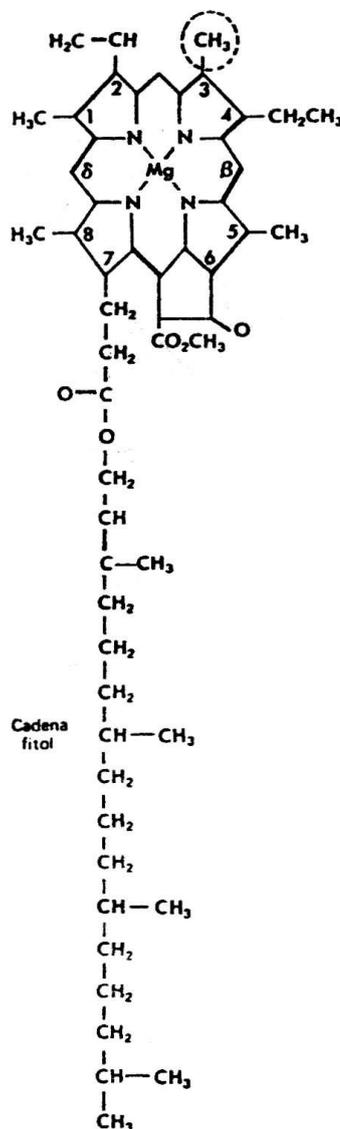


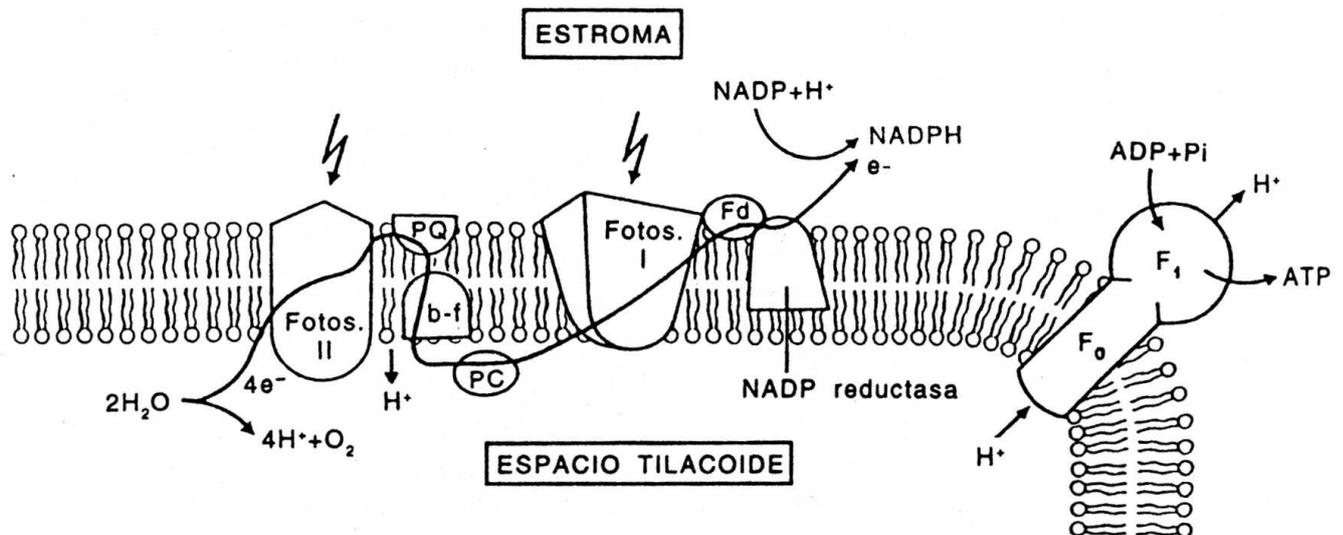
NADP: Nicotidamin-adenin-dinucleótido fosfato

## 3. Fotofosforilación oxidativa no ciclica y ciclica:



En resumen la energía luminosa queda convertida en energía química bajo la forma de ATP y NADPH<sub>2</sub> que serán usados en la siguiente fase.





### b) FASE OSCURA: Ciclo de Calvin

Llamada también así, en honor de Melvin Calvin una de las personas que identificó las reacciones que forman el ciclo, por lo que en 1961 recibió un premio Nobel.

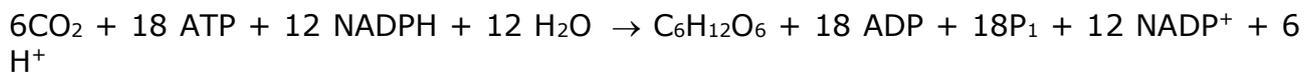
En esta etapa los productos generados en fase lumínica son utilizados en tres principales procesos:

- **Fijación de la molécula de CO<sub>2</sub> o carboxilación:** El dióxido de carbono que ingresa a través de los estomas, se une con la Ribulosa difosfato (RuBP, molécula de 5 carbonos) para formar una molécula de 6 carbonos que es escindida en dos moléculas de 3-fosfoglicerato (PGA, de 3 carbonos). Puesto que el primer compuesto que se forma es una molécula de 3 carbonos (C<sub>3</sub>), este ciclo es también denominado así.

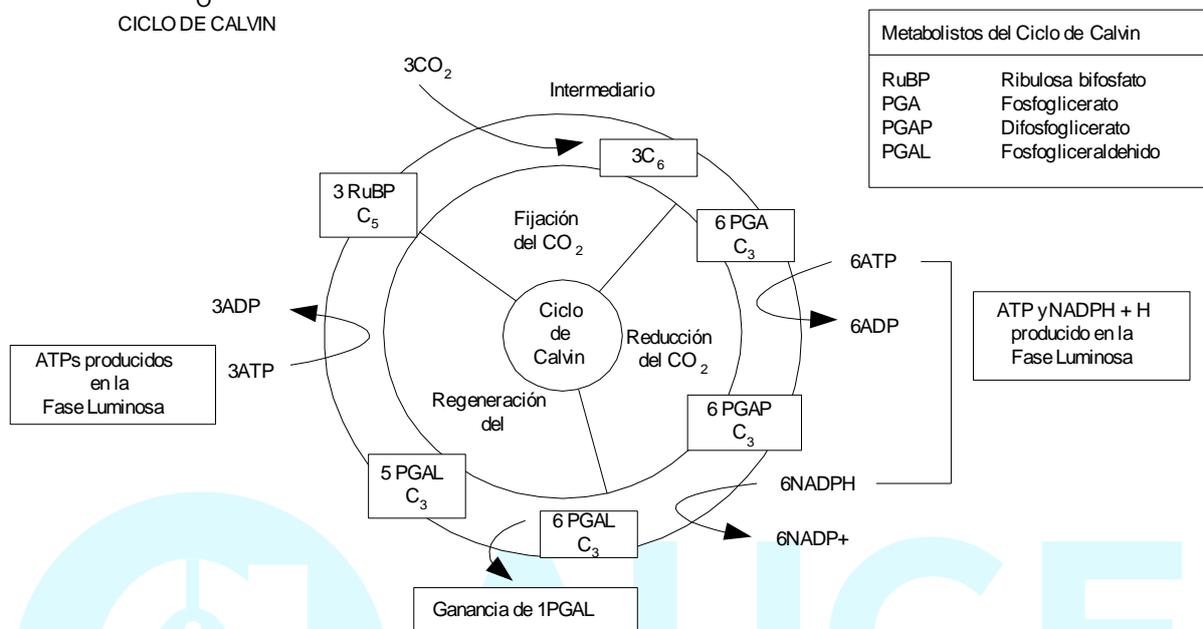
La enzima que cataliza la reacción es la RuBP carboxilasa, proteína que constituye del 20 al 50% del contenido proteico del cloroplasto; su abundancia puede deberse a que es de muy lenta acción en comparación con otras, ya que cataliza sólo tres moléculas de sustrato por segundo y las otras alrededor de mil.

- **Reducción del 3-fosfoglicerato:** estas moléculas son reducidas utilizando el NADPH y el ATP producidos en la fase lumínica, siendo transformadas en moléculas de Gliceraldehído 3-fosfato (PGAL, de 3 carbonos), a partir de las cuales puede producirse diferentes tipos de moléculas orgánicas.
- **Regeneración de la Ribulosa difosfato:** procesos en el cual algunas de las moléculas de PGAL, se utilizan para reponer la RuBP, con consumo de ATP; esto ocurre cada tres vueltas de ciclo y se regenera tres moléculas de RuBP. En consecuencia, la ganancia neta de todo este proceso es una molécula de PGAL.

El esquema de la fase oscura de la fotosíntesis se muestra a continuación y la reacción global puede resumirse en la siguiente ecuación:



FASE OSCURA DE LA FOTOSÍNTESIS  
O  
CICLO DE CALVIN



Esquema del Ciclo de Calvin o Fase Oscura de la Fotosíntesis

TABLA COMPARATIVA DE LAS FASES DE LA FOTOSÍNTESIS

| CARACTERÍSTICAS                         | FASE LUMÍNICA  | FASE OSCURA   |
|---|--|---|
| 1. Ubicación en las células de plantas. | En las membranas tilacoides  | En el estroma   |
| 2. Materiales que se utilizan           | Energía lumínica, pigmentos  | CO <sub>2</sub> , ATP, NADPH, Ribulosa difosfato.   |
| 3. Productos finales                    | ÁTP, NADPH, O <sub>2</sub>   | Carbohidratos, ADP + Pi, NADP <sup>+</sup>  |
| 4. Mecanismo utilizado                  | La luz energiza a la clorofila que envía electrones que son transportados en una cadena de aceptores | El CO <sub>2</sub> se combina con la Ribulosa bifosfato para formar dos compuestos de 3 carbonos que finalmente forman carbohidratos. |

# RESPIRACIÓN CELULAR Y CICLO CELULAR

## RESPIRACIÓN CELULAR

### I. DEFINICIÓN:

Son oxidaciones biológicas de los compuestos orgánicos, principalmente de la molécula de glucosa que realiza la célula con la finalidad de obtener, liberar y almacenar energía bajo la forma de ATP.

### II. TIPOS DE RESPIRACIÓN CELULAR:

1. **Respiración aeróbica:** es la oxidación total de la molécula de glucosa en presencia de oxígeno molecular hasta la formación de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), agua y energía, a menudo 36 ATP.

Este proceso se inicia en el citosol del citoplasma por medio de la glucólisis que genera 2 ATP como ganancia neta y termina en las mitocondrias a través del Ciclo de Krebs que produce 2 ATP (Un ATP 4 en cada vuelta) y la fosforilación oxidativa que da generalmente 32 ATP.

2. **Respiración anaeróbica:** Es la oxidación parcial de la glucosa en ausencia de oxígeno molecular hasta la formación de ácido láctico, etanol o algún otro intermediario orgánico y la obtención de 2 ATP de ganancia neta.

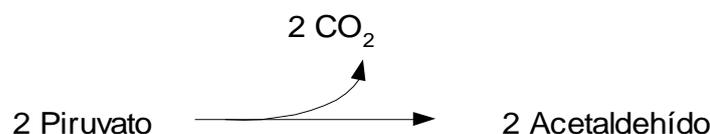
Este proceso también se conoce con el nombre de Fermentación.

Entre los tipos de fermentación tenemos:

a) **Fermentación Láctica:** Es realizado por algunas bacterias; la célula muscular cuando está en deuda de oxígeno y glóbulos rojos. Produce 2 moléculas de ácido láctico y 2 ATP como ganancia neta a partir de una molécula de glucosa.

b) **Fermentación Alcohólica:** Se lleva a cabo en las levaduras (hongos unicelulares) es la base de la producción de la cerveza, vino y otras bebidas alcohólicas. Además la producción de  $\text{CO}_2$  es aprovechado en la industria panadera para hacer que la masa se levante. da lugar a 2 moléculas de alcohol etílico más dos moléculas de dióxido de carbono y una ganancia neta de 2 ATP a partir de una molécula de glucosa.

En esta vía diferencia de la anterior en 2 pasos adicionales, cada piruvato se transforma en etanol; en el primero, el piruvato por una reacción de descarboxilación se transforma en acetaldehído liberándose una molécula de  $\text{CO}_2$ .



En el segundo paso cada acetaldehído se reduce a etanol de modo similar a la reacción vista en la fermentación láctica.

**III. ETAPAS DE LA RESPIRACIÓN CELULAR AERÓBICA**

La respiración celular aeróbica comprende 3 etapas:

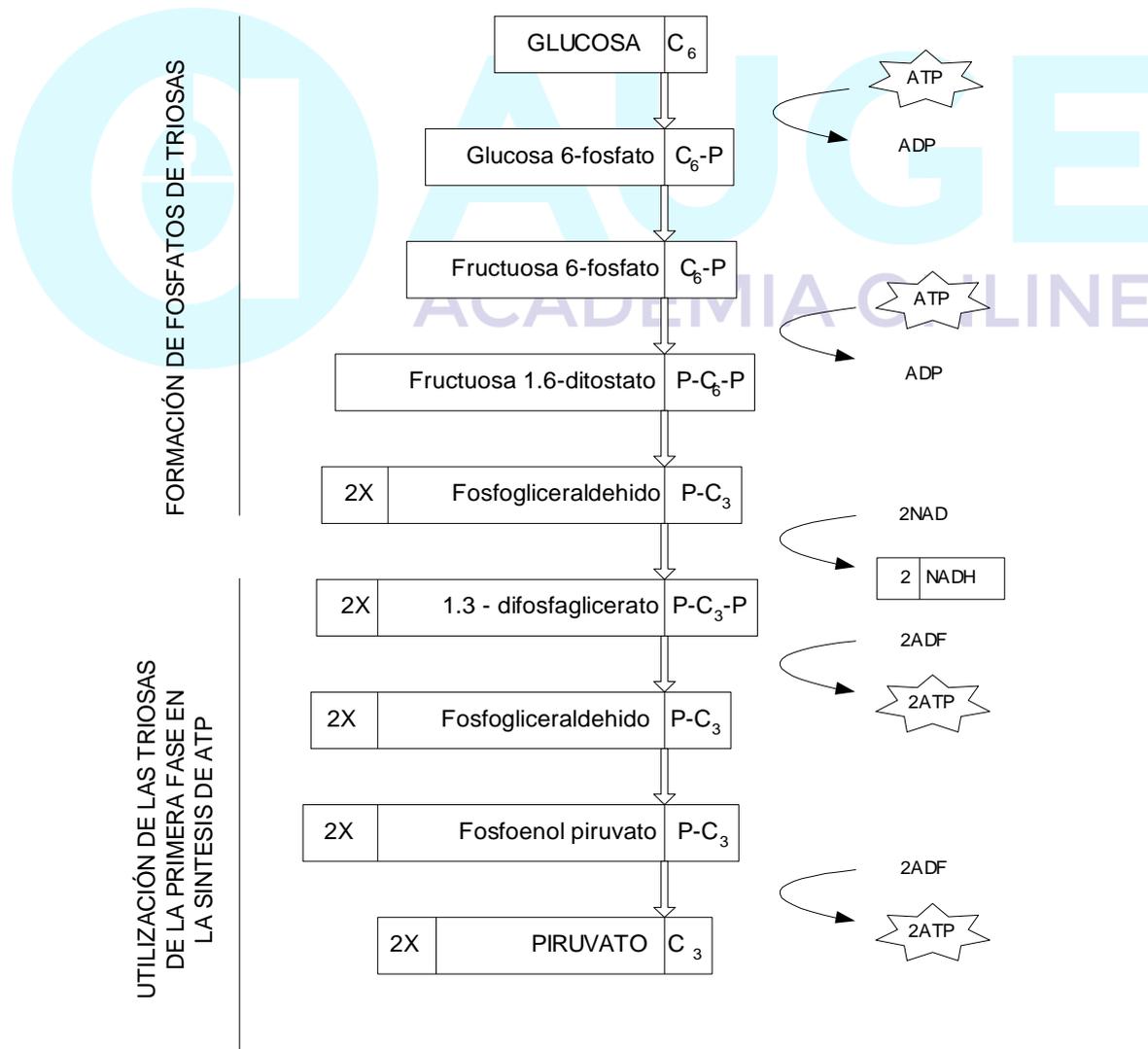
**1. GLUCOLISIS (VIA DE EMBDEN-MEYERHOF)**

Se realiza en el citosol del citoplasma por medio de reacciones enzimáticas que requieren de 2 moléculas de ATP para oxidar a la glucosa hasta 2 moléculas de ácido pirúvico y cada una de ellas proporciona 2 moléculas de ATP por lo tanto deduciendo el gasto la ganancia neta es de 2 ATP.

Este proceso se inicia con la fosforilación de la glucosa formándose una molécula de glucosa 6-fosfato la cual se isomeriza a fructosa 6-fosfato y luego esta molécula es fosforilada convirtiéndose en fructosa 1,6-difosfato, está se fragmenta en dos triosas fosfato que se isomerizan a gliceraldehído 3-fosfato que luego de varias reacciones enzimáticas dan lugar a dos moléculas de ácido pirúvico.

En condiciones anaeróbicas el ácido pirúvico se transforma en ácido láctico el cual requiere de la enzima lactato deshidrogenasa y del NADH<sub>2</sub>.

En condiciones aeróbicas cada molécula de ácido pirúvico ingresa a las mitocondrias en donde termina de ser oxidado a través del ciclo de Krebs y la fosforilación oxidativa.

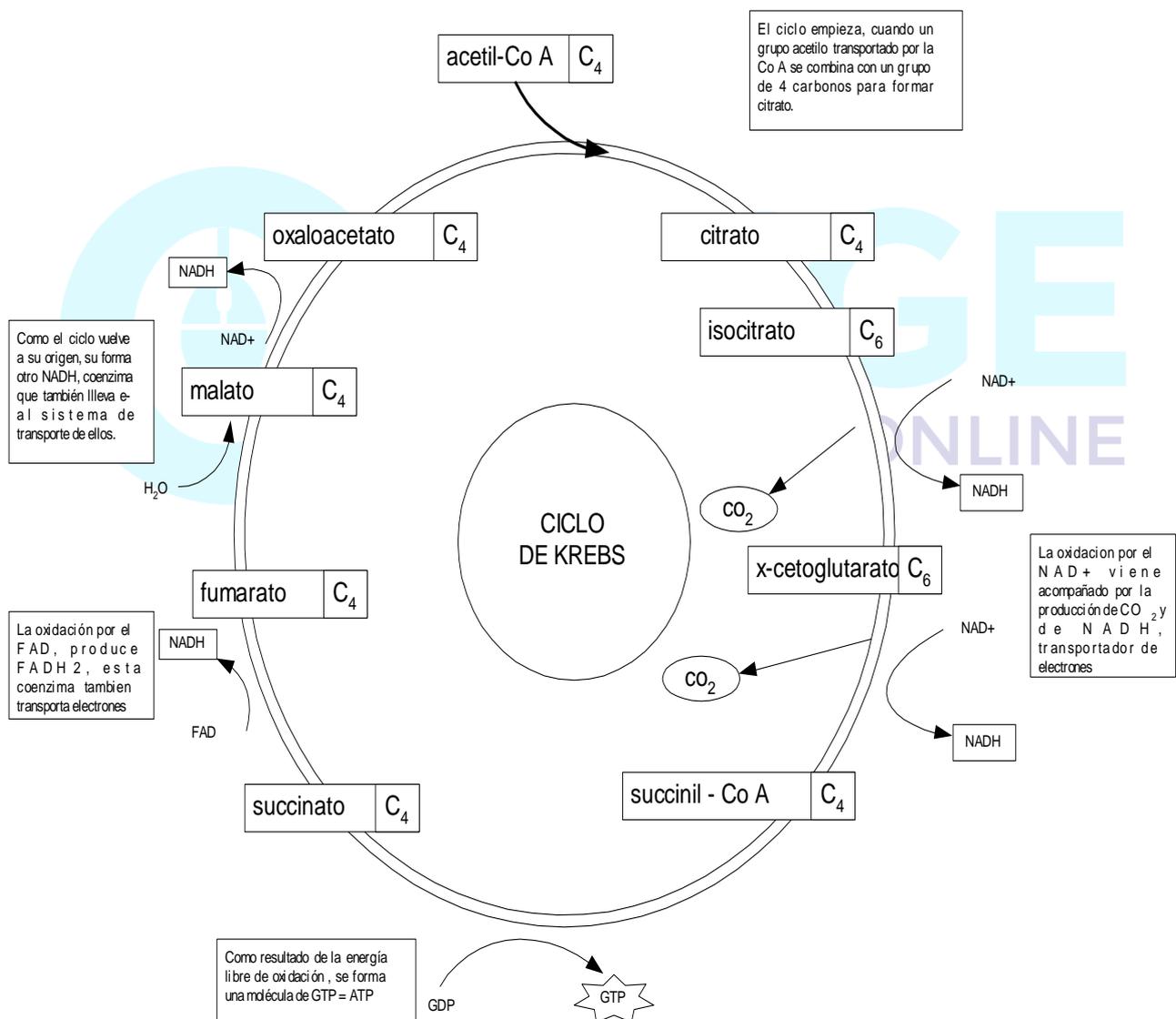


## 2. CICLO DE KREBS

También se le conoce como el ciclo del ácido cítrico o de los ácidos tricarbóxicos.

Previamente al llegar el ácido pirúvico a la matriz mitocondrial sufre reacciones de deshidrogenación y descarboxilación dando lugar a un radical de 2 átomos de carbono denominado acetil que es aceptado por la **coenzima A** formándose una molécula de **acetil coenzima A**, la cual incorpora el radical acetil al ácido oxalacético formándose el ácido cítrico que a su vez sufre reacciones de descarboxilación y deshidrogenación lo que da lugar a intermediarios que van a originar una nueva molécula de ácido oxalacético, que a su vez acepta al segundo radical acetil repitiéndose una vuelta del ciclo.

En cada vuelta se genera un GTP (Guanosin-trifosfato) equivalente energético de un ATP. Además en el ciclo completo se desprenden 6 moléculas de dióxido de carbono.



### 3. FOSFORILACIÓN OXIDATIVA:

Se realiza a nivel de las unidades respiratorias localizadas en la membrana interna de la mitocondria.

Este proceso permite usualmente producir un total de 32 ATP aprovechando la energía que se libera durante el transporte de electrones que son movilizados hasta el oxígeno molecular (ultimo aceptor) el cual queda reducido y recibe los hidrógenos hasta la formación de agua metabólica.

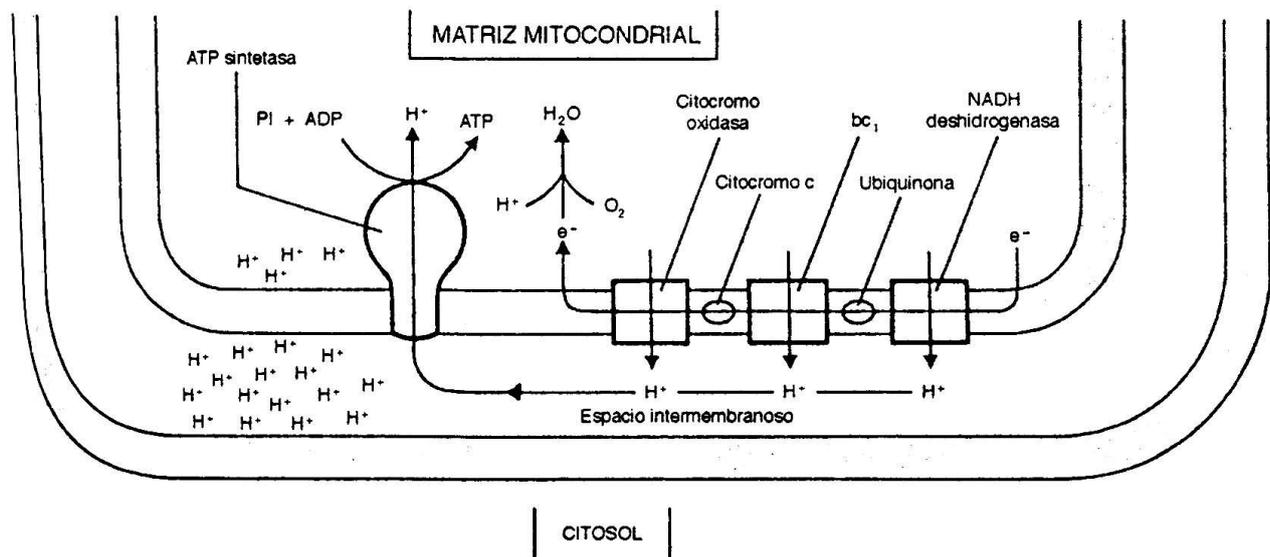
En el transporte de electrones y de los hidrógenos interviene las coenzimas NAD (Nicotidamin-adenin-dinuucleótido) y FAD (Flavio-adenin-dinucleótido)

#### El Transporte de electrones:

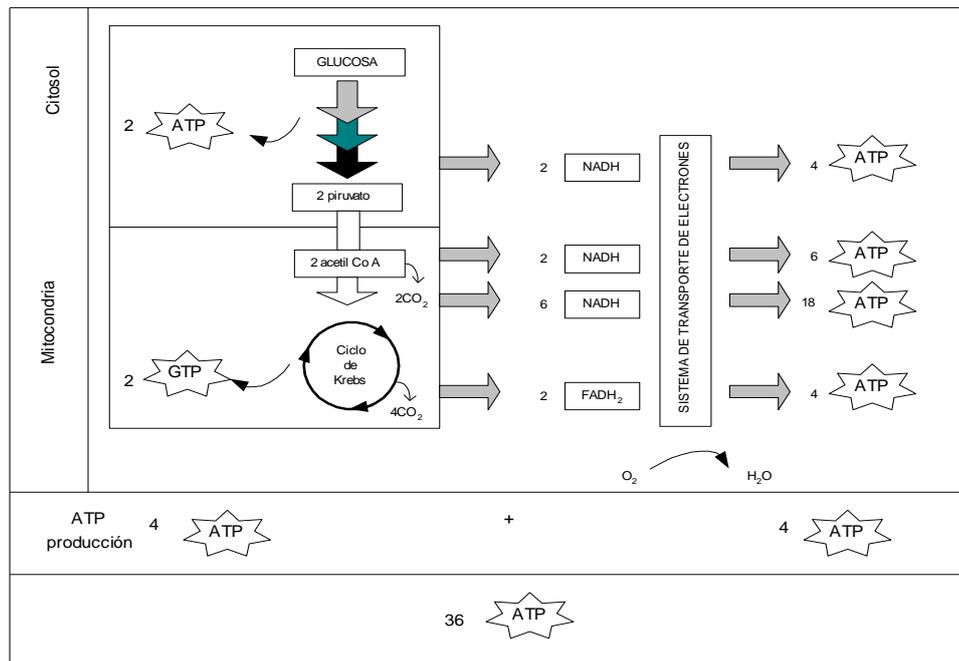
Luego del ciclo de Krebs, las coenzimas reducidas  $\text{NADH}_2$  y  $\text{FADH}_2$  son oxidados por una serie de sustancias llamadas citocromos localizados en las crestas mitocondriales las cuales realizan reacciones de óxidoreducción. Entre estos tenemos a los citocromos b, c, a y  $\text{a}_3$ .

El producto final es la combinación del hidrógeno con el oxígeno molecular para formar agua metabólica.

En tres puntos de la actividad de la cadena respiratoria se forma ATP a partir de ADP más fosfato inorgánico.

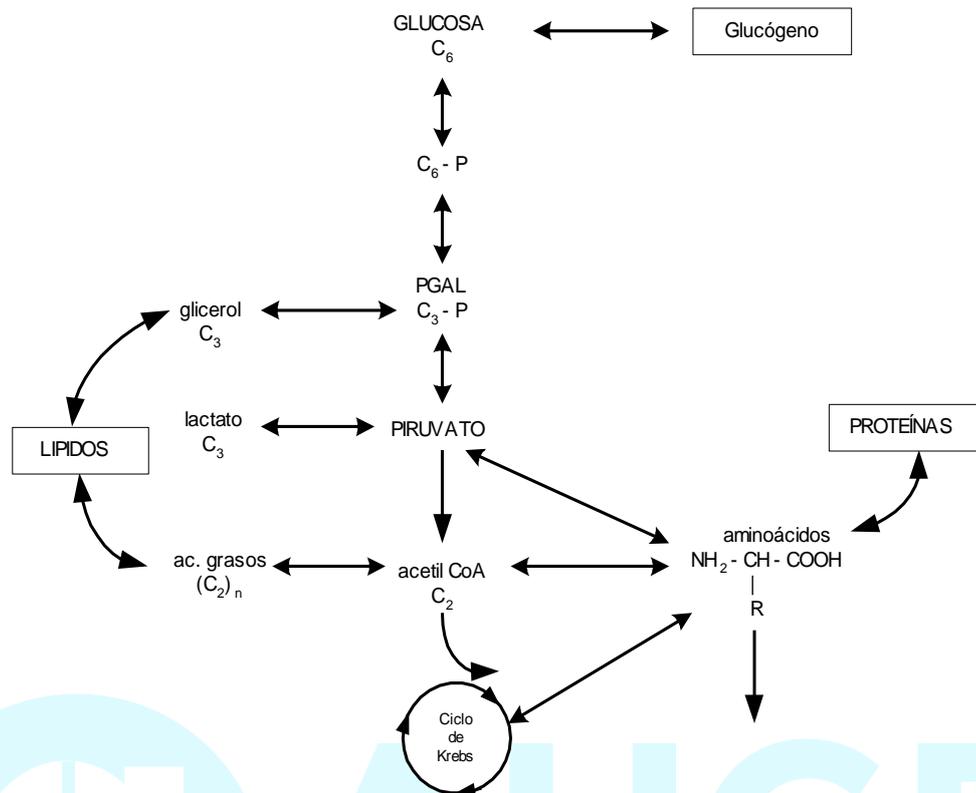


#### **RESUMEN DE LA PRODUCCIÓN TOTAL DE ATPs POR MOLÉCULA DE GLUCOSA DEGRADADA**



Cuando los lípidos son utilizados como fuente de energía y degradados a glicerol y 3 ácidos grasos, la molécula de glicerol se convierte en Fosfogliceraldehido en tanto que los ácidos grasos son escindidos y sus fracciones pasan a constituir moléculas de acetil Co A (metabolismo intermedio de la glucólisis y la respiración celular), referente a las proteínas, el esqueleto carbonado de los aminoácidos, puede ser fraccionado, luego desaminado (remoción de su grupo amino) e ingresar a la vía metabólica de la respiración celular.

Es consecuencia, decir que las reacciones de síntesis o anabólicas dependen de las de degradación o catabólicas, es aceptable, puesto que el ATP que resulta de ellas es utilizada en la formación de moléculas y macromoléculas; a continuación se muestra, un esquema integral de las principales vías metabólicas.



Interrelación de las diferentes Vías metabólicas (glúcidos, lípidos y proteínas)

La molécula de glucosa (6C), es degradada a dos moléculas de ácido láctico (3C) y simultáneamente hay una síntesis neta de 2 moléculas de ATP; las reacciones involucradas se llevan a cabo en el citosol y cada una es catalizada por una enzima diferente. Esta vía es utilizada por algunos hongos, bacterias (ej. leche agria) y también ciertos casos por el hombre u otros animales, cuando el despliegue de su actividad, hace que en un determinado momento, las células musculares ya no cuenten con la cantidad de oxígeno suficiente para mantener la tasa de oxidación de piruvato en sus mitocondrias y consecuentemente, sustituyen la respiración aeróbica (vía usual de degradación del piruvato) por la fermentación Acido Láctica.

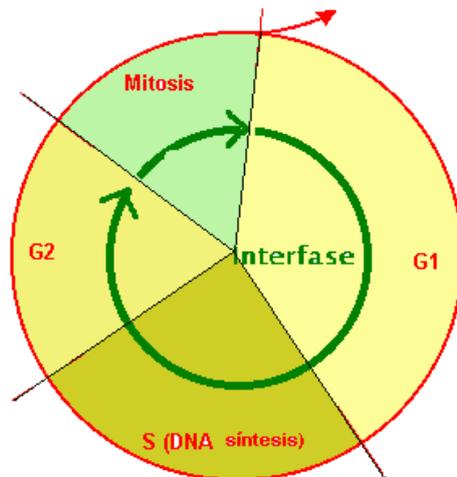
Cada piruvato ahora es transformado en dos moléculas de lactato en un paso adicional, en el que los electrones del NADH + H<sup>+</sup> (formados durante la glucólisis) son transferidos a la molécula de piruvato, igualmente se sintetizarán 2 moléculas de ATP.

**TABLA COMPARATIVA ENTRE LOS TIPOS DE FERMENTACIÓN Y LA RESPIRACIÓN CELULAR.**

| <b>Fermentación Láctica</b>   | <b>Respiración Celular</b>  | <b>Fermentación Alcohólica</b>  |
|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• No requiere O<sub>2</sub></li> <li>• La glucosa se degrada hasta Ácido Láctico.</li> <li>• Exergónica</li> <li>• Recupera poca energía química de la glucosa</li> <li>• Ocurre en el citosol</li> <li>• Cada molécula de glucosa produce netamente 2 ATP.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requiere O<sub>2</sub></li> <li>• Degrada el piruvato hasta CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O.</li> <li>• Exergónica</li> <li>• Recupera el 40% de la energía química de la glucosa.</li> <li>• Ocurre en la mitocondria.</li> <li>• Cada molécula de piruvato produce 17 ATP</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• No Requiere O<sub>2</sub></li> <li>• La glucosa se degrada hasta Etanol.</li> <li>• Exergónica</li> <li>• Recupera poca energía química de la glucosa.</li> <li>• Se lleva a cabo en el citosol</li> <li>• Cada molécula de glucosa produce netamente 2 ATP</li> </ul> |

**CICLO CELULAR**

El ciclo de una célula es análogo al de un ser vivo, "nace" mediante la división de una célula progenitora, crece, y se reproduce. Todo este proceso es lo que constituye un ciclo celular completo



El ciclo celular comprende cuatro períodos denominados G1, S, G2 Y Mitosis.

El período G1, llamado primera fase de crecimiento, se inicia con una célula hija que proviene de la división de la célula madre. La célula aumenta de tamaño, se sintetiza nuevo material citoplásmico, sobre todo proteínas y ARN.

El período S o de síntesis, en el que tiene lugar la duplicación del ADN. Cuando acaba este período, el núcleo contiene el doble de proteínas nucleares y de ADN que al principio.

El período G2, o segunda fase de crecimiento, en el cual se sigue sintetizando ARN y proteínas; el final de este período queda marcado por la aparición de cambios en la estructura celular, que se hacen visibles con el microscopio y que nos indican el principio de la Mitosis o división celular. El período de tiempo que transcurre entre dos mitosis, y que comprende los períodos G1, S, y G2, se le denomina Interfase.

## **MITOSIS**

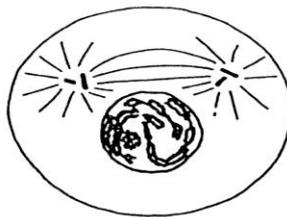
La mitosis es el proceso de división celular por el cual se conserva la información genética contenida en sus cromosomas, que pasa de esta manera a las sucesivas células a que la mitosis va a dar origen.

La mitosis es igualmente un verdadero proceso de multiplicación celular que participa en el desarrollo, el crecimiento y la regeneración del organismo. La mitosis comprende 4 fases:

1. **PROFASE** En ella se hacen patentes un cierto número de filamentos dobles: los cromosomas. Cada cromosoma constituido por dos cromátidas, que se mantienen unidas por un estrangulamiento que es el centrómero. Cada cromátida corresponde a una larga cadena de ADN. Al final de la profase se ha desintegrado la membrana nuclear y el nucléolo.
2. **METAFASE** Se inicia con la aparición del huso, donde se insertan los cromosomas y se van desplazando hasta situarse en el ecuador del huso, formando la placa metafásica o ecuatorial.
3. **ANAFASE** En ella el centrómero se divide y cada cromosoma se separa en sus dos cromátidas. Los centrómeros emigran a lo largo de las fibras del huso en direcciones opuestas, arrastrando cada uno en su desplazamiento a una cromátida. La anafase constituye la fase crucial de la mitosis, porque en ella se realiza la distribución de las dos copias de la información genética original.
4. **TELOFASE** Los dos grupos de cromátidas, comienzan a descondensarse, se reconstruye la membrana nuclear, alrededor de cada conjunto cromosómico, lo cual definirá los nuevos núcleos hijos. A continuación tiene lugar la división del citoplasma.



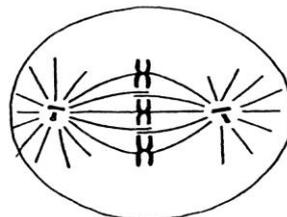
PROFASE



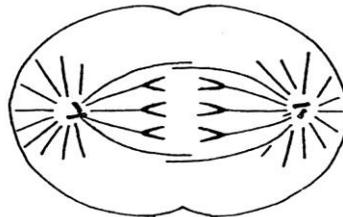
PROFASE



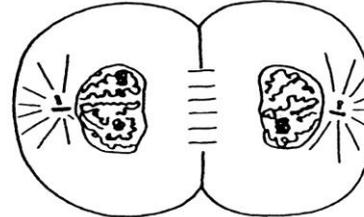
PROMETAFASE



METAFASE



ANAFASE



TELOFASE

## MEIOSIS

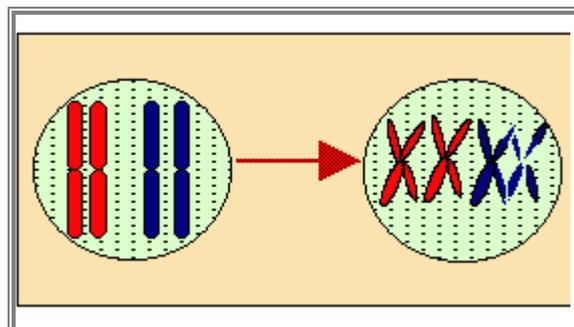
Es un tipo de división que se realiza en células germinales de ciertos órganos como los testículos, ovarios, anteras y pistilos de la flor, etc.

La finalidad es reducir el número de cromosomas y formar los gametos haploides (N), por ejem. Espermatozoides y óvulos.

Cada célula madre realiza dos divisiones sucesivas para finalmente originar cuatro células hijas con el número de cromosomas reducido a la mitad. Además, las células formadas son diferentes genéticamente. Esta variación se debe a que en la primera división hubo mezcla o entrecruzamiento de genes a través de cromosomas homólogos por medio de la recombinación o Crossing Over.

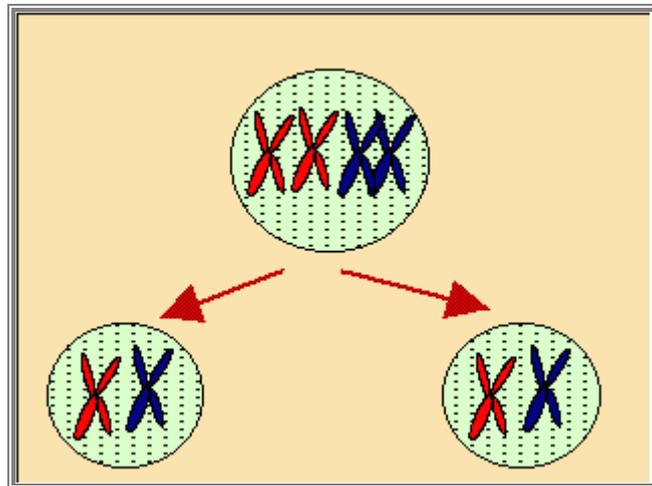
## PROCESO DE MEIOSIS:

1. **Duplicación de los cromosomas:** Antes de que se produzca la primera división los cromosomas se duplican.



## 2. Primera división meiótica

Los cromosomas homólogos se separan formándose dos células. Observa sin embargo, que los cromosomas están duplicados, cada uno de ellos está formado por dos cromátidas unidas por el centrómero.



**Profase I:** Se caracteriza por la formación de células hijas con la mitad del número de cromosomas. Esta fase es la más larga de la meiosis, así como también la más compleja, presenta las siguientes fases:

- Leptonema** (Lepto = delgado, nema = filamento) Comienza la condensación de la cromatina que presenta engrosamiento denominados cromómeros. Generalmente los cromosomas se polarizan adhiriéndose en una región de la envoltura nuclear adoptando la forma de un bouquet (ramillete).
- Zigonema** (Zigo = adjunto, unión) Los cromosomas homólogos se aparecen en un proceso llamado sinapsis. Entre los cromosomas apareados se forman una estructura fibrosa proteica llamada complejo sinaptonémico que permite el apareamiento exacto de los cromosomas homólogos.
- Paquinema** (Paqui = grueso) Los cromosomas homólogos constituyen tetradas. Cada cromosoma se observa como un cuerpo doble (formado por dos cromátidas). Los cromosomas homólogos realizan el "crossing-over" (recombinación genética). Es decir, intercambian pequeños segmentos de cromatina (genes). El crossing-over es importante porque permite la variabilidad de los gametos.
- Diplonema** (diplo = doble) Los cromosomas apareados empiezan a separarse manteniendo puntos de unión llamados quiasmas (kiasma = cruz). Desaparece el complejo sinaptonémico.
- Diacinesis** (dia = a través de, cinesis = movimiento): El número de quiasmas se reduce, los cromosomas se distribuyen uniformemente en el núcleo. Desaparece el nucléolo y la envoltura nuclear.

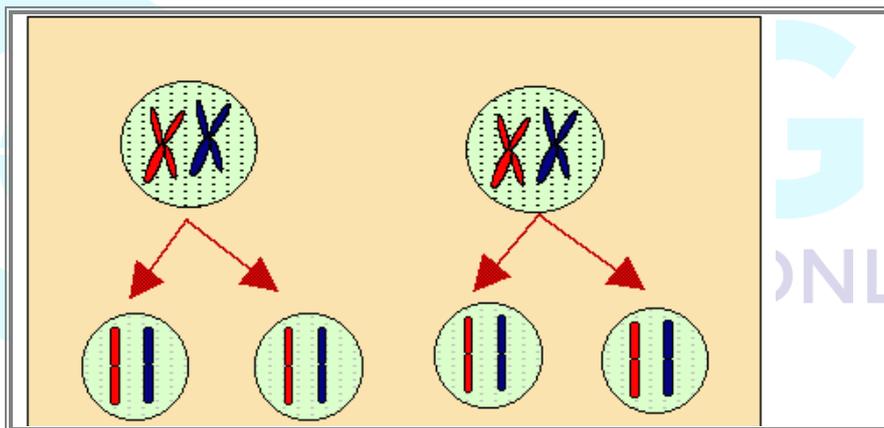
**Metafase I:** Las parejas de cromosomas homólogos se mueven hacia el centro de la célula y se alinean en la región central de la célula. Se encuentran unidos a las fibras del huso formado la placa ecuatorial.

**Anafae I:** Los cromosomas homólogos migran hacia los polos celulares. Esta migración se debe al acortamiento de las fibras del huso y se denomina disyunción.

**Telofase I:** Los cromosomas llega a los polos opuestos; se reorganiza la carioteca y los nucleólos. De esta manera se forman dos núcleos haploides. La división nuclear es acompañada por la división citoplasmática llamada citocinesis I. Luego de la citonesis I las células formadas aumentan su volumen celular y duplican sus centriolos. A este período se le llama intercinesis porque es un evento comprendido entre la meiosis I y la meiosis II.

### 3. Segunda división meiótica

Estamos ante un fenómeno que ya conoces: la mitosis. Durante esta segunda división los cromosomas se separan en sus dos cromátidas, dando lugar en este caso a cuatro células haploides.



**Profase II:** Es muy corta, desaparecen la envoltura nuclear y los nucleólos, se condensan los cromosomas que constan de dos cromátidas unidas a nivel de sus centrómeros.

**Metafase II:** Los cromosomas dobles se alinean en la región central de la célula formando la placa ecuatorial.

**Anafase II:** Las cromátides de cada cromosoma doble se separan y se desplazan hacia los polos opuestos de la célula.

**Telofase II:** Las cromátides llegan a los polos celulares. Se reconstruye la envoltura nuclear y los nucleólos.

La meiosis se produce siempre que hay un proceso de reproducción sexual. En la célula existen dos juegos de material genético, es decir "n" parejas de cromosomas homólogos, uno de origen paterno y otro de origen materno. En la Profase I, cada cromosoma se aparea con su homólogo formando lo que se denomina una tétrada, es decir cuatro cromátidas y dos centrómeros.

Este apareamiento es un rasgo exclusivo de la meiosis, y tiene una trascendencia fundamental, ya que las cromátidas no hermanas, es decir paterna y materna, pueden entrecruzarse y romperse en los puntos de fusión dando lugar a un intercambio y recombinación de segmentos cromatídicos y por lo tanto de los genes en ellos localizados.

La meiosis ocurre mediante dos mitosis consecutivas. La primera división es reduccional y el resultado es la formación de dos células hijas cada una con "n" cromosomas. La segunda división es una división mitótica normal y el resultado final de la segunda división meiótica es la formación de cuatro células hijas cada una de las cuales tiene un núcleo con "n" cromátidas

**CONSECUENCIAS DE LA MEIOSIS** Es el proceso mediante el cual se obtienen células especializadas para intervenir en la reproducción sexual.

1. Reduce a la mitad el número de cromosomas, y así al unirse las dos células sexuales, vuelve a restablecerse el número cromosómico de la especie.
2. Se produce una recombinación de la información genética.
3. La meiosis origina una gran variación de gametos, debido al entrecruzamiento de segmentos de los cromosomas homólogos.

# GÉNETICA

## I. Definición

La herencia o transmisión de caracteres hereditarios de los padres a los hijos por medio de los genes es motivo de estudio de la **Genética**.

## II. Herencia

Es la transmisión de caracteres físicos u orgánicos de un individuo o de una pareja a sus descendientes.

## III. Conceptos Básicos

- 1. Gen:** Es un segmento funcional de ADN que se halla en un locus o lugar en los cromosomas. Los genes se representan mediante letras del abecedario.
- 2. Cromosomas:** son estructuras visibles durante la división celular y contienen a los genes.  
Se llaman cromosomas homólogos aquellos que poseen estructura morfológica y genéticamente similares en los organismos diploides, se encuentran en pares.
- 3. Alelos.** Son un par de genes que se ubican en un mismo locus en cromosomas homólogos y pueden o no estar en contraste para una misma característica.
- 4. Genotipo.** Es la constitución genética de un individuo determinado por los genes alelos.
- 5. Fenotipo.** Es la expresión del genotipo es decir los caracteres biológicos del individuo. Por ejemplo, el color de los ojos, de la piel de las flores, grupos de sangre, factor Rh. etc.
- 6. Homocigote.** Es un individuo cuyos alelos no están en contraste para una misma característica. Puede ser:
  - \* Homocigote dominante AA, BB, CC, etc
  - \* Homocigote recesivo aa, bb, cc, etc.
- 7. Heterocigote.** Llamado también híbrido. Es un individuo cuyos alelos están en contraste y por lo general se expresa el dominante.  
Ejemplo: Aa, Bb, Cc, etc.
- 8. Genoma.** Es el pool de genes de una especie. Por ejemplo en el caso del cariotipo humano se estima unos 30,000 a 40,000 genes y como cada célula tiene 46 cromosomas se calcula que cada cromosoma tiene cerca de 900 genes.

## IV. LEYES DE LA HERENCIA

El Monje austriaco Juan Gregorio Mendel en 1865 enunció los principios de la herencia luego de realizar cruzamientos en arvejas tomando en cuenta el tamaño del tallo, forma y tamaño de las hojas, color de las flores, tamaño de los frutos, forma, tamaño y color de las semillas que de acuerdo con Mendel estaban dadas por factores hereditarios que posteriormente se llamaron genes.

**1ª LEY: LEY DE LA SEGREGACION DE GENES**

Afirma lo siguiente:

“Si se cruza dos líneas puras que varían en una misma característica en la  $F_1$  aparecerá la variación dominante en la proporción del 100 % mientras que al cruzar entre si a los híbridos de la  $F_1$ , en la  $F_2$  se manifestará la variación dominante en la proporción de 3 a 1”.

¿Qué porcentaje de plantas tendrán las flores rojas y blancas respectivamente en la  $F_2$  si se cruza una planta homocigote para las flores rojas con otra planta homocigote pero de flores blancas sabiendo que el color rojo es un carácter dominante sobre el color blanco?

R = Flores rojas

r = Flores blancas

$$RR \times rr$$

↓

|   |    |    |
|---|----|----|
|   | r  | r  |
| R | Rr | Rr |
| R | Rr | Rr |

100% de flores rojas

$$Rr \times Rr$$

↓

|   |    |    |
|---|----|----|
|   | R  | r  |
| R | RR | Rr |
| R | Rr | rr |

25 % flores rojas, homocigote dominante (RR), 50 % flores rojas, heterocigote (Rr), por lo tanto el 75 % de la población tienen las flores rojas mientras que el 25% restante de la progenie son de flores blancas, homocigote recesivo (rr).

¿Como se podría demostrar lo más rápidamente posible que un individuo de la  $F_2$ , de flores rojas es una línea pura?

**2ª LEY: LEY DE LA INDEPENDENCIA DE LOS CARACTERES**

Sostiene lo siguiente:

“Si se cruza dos líneas puras que varían en dos o más características en su transmisión se comportaran como si estuvieran aislados unos de otros de tal manera que en la  $F_2$  se manifestaran todas las formas posibles”

¿ Qué fenotipos se obtienen en la F<sub>2</sub> al cruzar una planta homocigote dominante tanto para el tallo alto como para las flores rojas con otra planta homocigote recesivo tanto para el tallo corto como para las flores blancas?

- A = Tallo alto
- a = Tallo corto
- R = Flores rojas
- r = Flores blancas

AA RR x aa rr

$$\downarrow$$

|    |      |      |      |      |
|----|------|------|------|------|
|    | ar   | Ar   | ar   | ar   |
| AR | AaRr | AaRr | AaRr | AaRr |
| AR | AaRr | AaRr | AaRr | AaRr |
| AR | AaRr | AaRr | AaRr | AaRr |
| AR | AaRr | AaRr | AaRr | AaRr |

F<sub>1</sub>: 100% de tallo y flores rojas

Aa Rr x Aa Rr

$$\downarrow$$

|    |      |      |      |      |
|----|------|------|------|------|
|    | AR   | Ar   | aR   | ar   |
| AR | AARR | AARr | AaRR | AaRr |
| Ar | AARr | AArr | AaRr | Aarr |
| aR | AaRR | AaRr | aaRR | aaRr |
| ar | AaRr | Aarr | aaRr | aarr |

GENOTIPOS

FENOTIPOS

|      |   |                                  |
|------|---|----------------------------------|
| AARR | } | Tallo alto y Flores rojas (9)    |
| AARr |   |                                  |
| AaRR |   |                                  |
| AaRr |   |                                  |
| AArr | } | Tallo alto y Flores blancas (3)  |
| Aarr |   |                                  |
| aaRR | } | Tallo corto y Flores rojas (3)   |
| aaRr |   |                                  |
| aarr | } | Tallo corto y Flores blancas (1) |

|                               |
|-------------------------------|
| <b>F<sub>2</sub>: 9:3:3:1</b> |
|-------------------------------|

**HERENCIA INTERMEDIA.**- Llamada también dominancia incompleta la cual aparece cuando los individuos heterocigotes producen un nuevo fenotipo.

Si se cruza una planta homocigote dominante para las flores rojas con otra planta homocigote recesivo para las flores blancas ¿Qué porcentaje de plantas de la F<sub>2</sub> tendrán las flores rosadas?.

$$RR \times rr$$

|   |    |    |
|---|----|----|
|   | r  | r  |
| R | Rr | Rr |
| R | Rr | Rr |

F<sub>1</sub>: 100 % Heterocigotes de flores rosadas

$$Rr \times Rr$$

|   |    |    |
|---|----|----|
|   | R  | r  |
| R | RR | Rr |
| r | Rr | rr |

RR, 25 % Homocigote dominante de flores rojas  
 F<sub>2</sub>: Rr, 50 % Heterocigotes de flores rosadas  
 rr, 25 % Homocigote recesivo de flores blancas

**F<sub>2</sub>: 1: 2: 1**

**HERENCIA DE LOS GRUPOS SANGUÍNEOS Y DEL FACTOR Rh**

La herencia de Los grupos sanguíneos está determinado por el sistema ABO, descubierto por Landsteiner, y controlado por alelos múltiples.

| Genotipo | Fenotipo |
|----------|----------|
| AA       | Grupo A  |
| Ao       |          |
| BB       | Grupo B  |
| Bo       |          |
| AB       | Grupo AB |
| oo       | Grupo O  |



**DALTONISMO** - Es la incapacidad para distinguir los colores en especial el verde del rojo lo cual es provocado por un gen recesivo ligado al cromosoma X.

| Genotipo  | Fenotipo  |
|-----------|-----------|
| $X_D X_D$ | Normal    |
| $X_D X_d$ | Portadora |
| $X_d X_d$ | Daltónica |
| $X_d Y$   | Daltónico |
| $X_D Y$   | Normal    |

## QUÉ ES LA INGENIERÍA GENÉTICA?

La ingeniería genética es una de las herramientas de la biotecnología. Consiste en la manipulación del material genético de una célula o virus para conseguir un determinado objetivo. Los microorganismos que se obtienen a partir de la manipulación genética se llaman microorganismos recombinantes. Es el caso de la insulina humana producida por bacterias gracias a la introducción del gen humano. Las plantas y animales que se obtienen a partir de células manipuladas genéticamente se llaman plantas y animales transgénicos.

La primera planta transgénica que se desarrolló fue el tabaco. Actualmente se han logrado plantas transgénicas de más de 40 especies.

## LA CLONACIÓN

Klon es una palabra griega que significa retoño, rama o brote. En el lenguaje científico la palabra clon se refiere a una precisa copia de moléculas, células, plantas, animales o seres humanos. La clonación no es algo nuevo, en los primeros organismos, la reproducción se hacía asexualmente, de modo que los descendientes de los seres microscópicos con los que se inicia la vida, eran idénticos a sus padres, es decir clones. Copias genéticamente idénticas de todo un organismo son comunes en el mundo vegetal y muchas especies vegetales se mantienen y pueden ser propagadas gracias a la clonación. Conforme avanza la complejidad de los seres vivos es menos probable que puedan ser clonados. En los vertebrados la clonación es un fenómeno muy limitado de manera natural, sólo aparece en los gemelos unizigóticos.

Entre las diversas formas de clonación tenemos:

- Clonación de células y tejidos:** la clonación de células y moléculas animales y humanas es factible desde hace mucho tiempo, lo cual proporciona grandes cantidades de células idénticas o genes para el estudio, ya que cada célula o molécula es idéntica a las demás. La clonación posee un aspecto positivo al ser posible su uso con un fin preventivo, diagnóstico o terapéutico, así como la fabricación de anticuerpos monoclonales, células y tejidos humanos para trasplantes, etc.
- Clonación de individuos:** consiste en la reproducción de individuos genéticamente idénticos. Puede ser obtenida por dos modos diversos:
  - Fisión gemelar o separación de blastómeros
  - Trasplante de núcleo

**PROYECTO GENOMA HUMANO**

El genoma es el conjunto de genes que caracterizan a una especie. El genoma dirige el desarrollo humano desde la fase de óvulo fecundado hasta la vida adulta. Cada célula del cuerpo contiene el genoma completo, la diferencia entre unas y otras se debe a que unos genes están activos y otros no.

El 26 de Junio del 2000 se anunció la secuencia del código genético humano, se le llamó "el libro de la vida". En el genoma humano existen 30,000 a 50,000 genes con 3200 millones de pares de bases que en una secuencia determinada constituyen el mensaje hereditario completo. Es este orden o secuencia el que ahora podría ser conocido en su integridad.

Las posibilidades que abre el conocimiento del genoma humano en lo que respecta a su aplicación a la medicina son enormes. En primer lugar porque mediante la investigación aplicación se podrá avanzar en lo que se denomina "diagnóstico preventivo" para saber, con muchísima anticipación, la predisposición de cada individuo a una serie de enfermedades y permitir de este modo, tratamientos tempranos y de mayor eficacia que los actuales. En segundo lugar, se abriría al mismo tiempo un campo terapéutico totalmente nuevo con la producción de nuevos fármacos que actuarían en segmentos específicos del ADN alterado causante de una enfermedad, esto es lo que se denomina la "terapia génica".



# LA FUNCIÓN DE LA NUTRICIÓN: DIGESTIÓN

## I. LA NUTRICIÓN COMO FUNCIÓN DE LOS SERES VIVOS

Los alimentos pueden ser definidos como un conjunto de sustancias que llevadas al interior del organismo son utilizadas para proporcionar energía, formación y reparación de tejidos y la regulación de los procesos orgánicos. En su composición tenemos los carbohidratos, proteínas, lípidos, agua, sales minerales y vitaminas. Los tres primeros son fuentes de energía y los tres restantes aunque no tienen ese carácter son importantes para la vida.

Estas sustancias que componen los alimentos reciben el nombre de nutrientes y el conjunto de procesos que llevan a cabo para obtenerlas y utilizarlas se llama nutrición.

## II. CLASES DE NUTRICIÓN

Tanto a nivel de organismo como a nivel celular se consideran dos clases de nutrición:

### 1. Nutrición Autótrofa

Son los procesos por los cuales algunos organismos tales como plantas, algas y algunos microorganismos pueden "elaborar" por sí mismos sus propios alimentos a partir de moléculas inorgánicas simples.

### 2. Nutrición Heterótrofa

La realizan aquellos organismos que no son capaces de fabricar sus propios alimentos tales como los animales, el hombre, los hongos y la mayoría de los microorganismos.

Los animales y el hombre son seres **heterótrofos**, lo que quiere decir que necesitan alimentarse de materia orgánica ya elaborada (alimento), producida por los seres autótrofos. Al tener que tomar sustancias orgánicas producidas por otros, los animales deben "hacerlas suyas", es decir incorporarlas a su organismo para poder utilizarlas. Surge así la necesidad de un **sistema digestivo** que transforme esta materia vegetal o animal, en pequeñas moléculas asimilables por las células del organismo.

La utilización de los nutrientes por las células para obtener energía, implica la necesidad de  $O_2$ . Por tanto, el  $O_2$  procedente del exterior debe incorporarse al organismo a través del sistema respiratorio.

Las células del organismo, realizan entonces con los nutrientes y el  $O_2$  los procesos metabólicos para obtener la materia y la energía necesarias.

En estos procesos, además del  **$CO_2$** , se producen otras sustancias de desecho, que deben ser eliminadas, lo cual implica la necesidad de un sistema excretor.

Por lo tanto, la función de nutrición en los animales y el hombre implica la intervención de cuatro sistemas

| SISTEMA                            | FUNCIÓN  |
|------------------------------------|--|
| <b><u>SISTEMA DIGESTIVO</u></b>    | se encarga de digerir y absorber el alimento   |
| <b><u>SISTEMA CIRCULATORIO</u></b> | transporta, por el interior, todos los productos digeridos y absorbidos, así como los desechos originados en los procesos de nutrición |
| <b><u>SISTEMA RESPIRATORIO</u></b> | toma el oxígeno del aire y expulsa el CO <sub>2</sub> , es decir en el intercambio de gases  |
| <b><u>SISTEMA EXCRETOR</u></b>     | concentra y expulsa al exterior las sustancias tóxicas producidas en las funciones de nutrición.                                       |

## SISTEMAS DIGESTIVOS EN LOS VERTEBRADOS

El sistema digestivo es un conjunto de órganos encargados de convertir los alimentos en sustancias absorbibles o asimilables.

Se consideran en los animales dos clases de sistemas digestivos tengan uno o dos orificios para la salida de desechos: completo e incompleto.

En general el sistema digestivo de los vertebrados es completo porque posee una abertura donde toman sus alimentos y otro orificio situado en otra parte del cuerpo llamado ano lo que en algunas especies es el orificio cloacal.

En la digestión de los vertebrados se consideran las siguientes etapas:

### 1. Ingestión de los alimentos

Consiste en la incorporación de los alimentos mediante los órganos situados en la boca o en sus proximidades.

Los alimentos pueden ser:

- **Alimentos líquidos:** Muchos animales toman sólo líquidos, como jugo de plantas, sangre o materia animal disuelta. Tienen estos animales, estructuras chupadoras de diversas clases.
- **Alimentos de partículas sólidas microscópicas:** En este caso la ingestión se realiza por medio de filtros localizados en la boca y en los cuales quedan retenidas las partículas.
- **Alimentos sólidos en grandes fragmentos:** La ingestión se realiza cortando y masticando. Las estructuras que realizan este proceso son las mandíbulas y los dientes.

### 2. Digestión

Consiste en la transformación de los nutrientes componentes de los alimentos en moléculas sencillas, que pueden ser absorbidas y utilizadas por las células del propio organismo.

Dependiendo donde se efectúe en los vertebrados, la digestión puede ser:

- **Digestión intracelular:** se efectúa dentro de las células y en ella participan los **lisosomas** a través de sus enzimas digestivas. Después de realizar la digestión, los productos de desecho se expulsan al exterior por una **vacuola de excreción**.
- **Digestión extracelular:** Característica de animales superiores, que tienen un *tubo digestivo* dividido en varias partes, en cada una de las cuales se segregan distintas enzimas de acción específica.

### 3. Egestión

Es la expulsión de sustancias no absorbidas o no digeridas

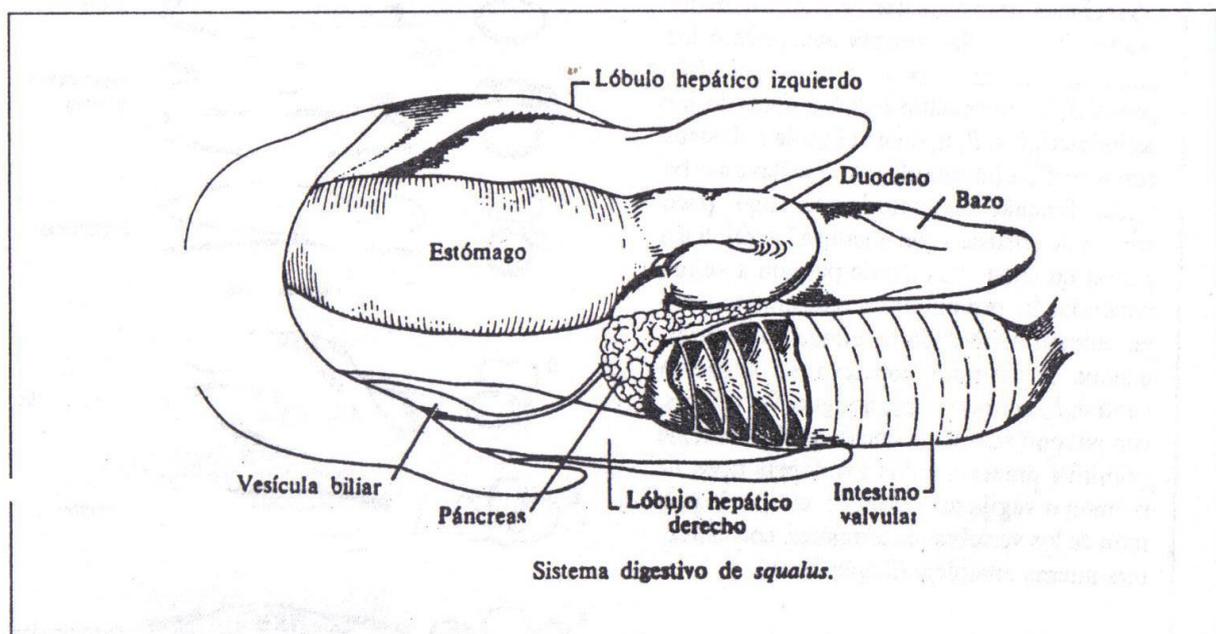
## SISTEMA DIGESTIVO DE LOS PECES

Desde el punto de vista de la naturaleza de su esqueleto se consideran dos clases de peces: cartilaginosos o condriktios y los peces óseos u osteíktios.

En los peces **cartilaginosos** como los trollos y los tiburones, el tubo digestivo es corto por ser su alimentación **carnívora**. Los dientes en la cavidad oral son homodontos (dientes iguales dispuestos en una o doble hilera), la lengua esta formada por un repliegue de tejido de la mucosa oral. Carecen por lo general de glándulas salivales y poseen a nivel del intestino una membrana llamada **válvula espiral** que sirve para aumentar la superficie de absorción a nivel del intestino. El intestino termina en la cloaca que se abre al exterior por la abertura cloacal.

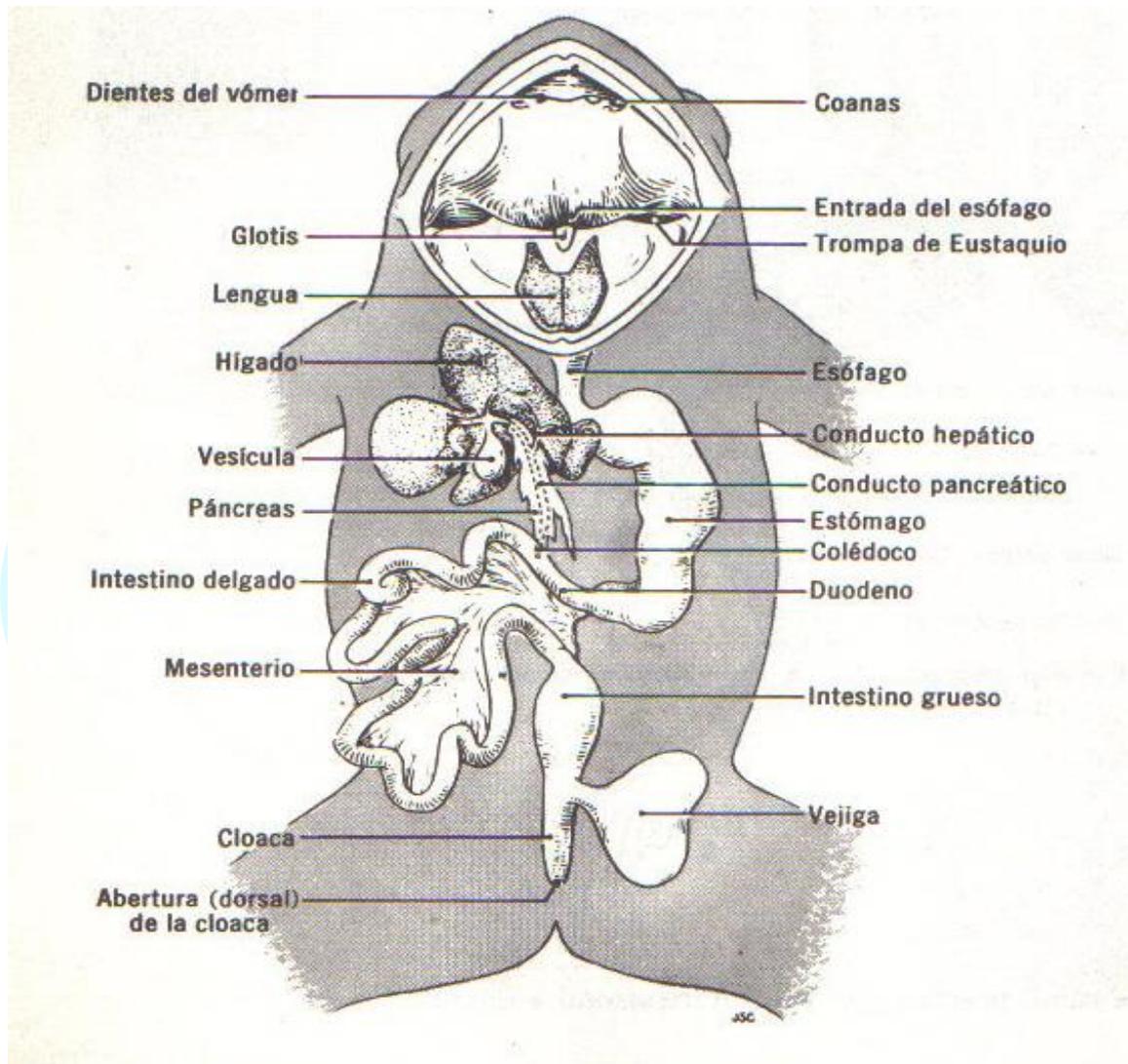
En los peces óseos como el bonito, lisa, etc. poseen en la cavidad oral una hilera de dientes homodontos en la cavidad oral y entre el estómago y el intestino poseen unas proyecciones a manera de dedos denominados ciegos pilóricos cuya función es secretar enzimas y realizar la absorción de nutrientes. El intestino termina en el ano.

Todos los peces poseen hígado y páncreas como órganos anexos al tubo digestivo.



## SISTEMA DIGESTIVO DE LOS ANFIBIOS

Los sapos, ranas y salamandras se caracterizan por presentar en la cavidad oral una lengua protáctil, estómago fusiforme y un solo intestino el cual termina en la cloaca, donde también desembocan los conductos de los sistemas urinario y reproductor. La cloaca se abre al exterior por medio de una abertura llamada cloacal. Poseen hígado y páncreas como órganos anexos al tubo digestivo.



## SISTEMA DIGESTIVO DE LOS REPTILES

En las tortugas presentan una estructura inicial llamada pico córneo que carece de dientes. Los caimanes y los cocodrilos presentan dentición homodonta y un estómago globular. El estómago es una cámara muscular que interviene en la trituración del alimento y la digestión enzimática. Todos los reptiles presentan hígado y páncreas como órganos anexos. El intestino termina en la cloaca que se abre por medio de la abertura cloacal.

## SISTEMA DIGESTIVO DE LAS AVES

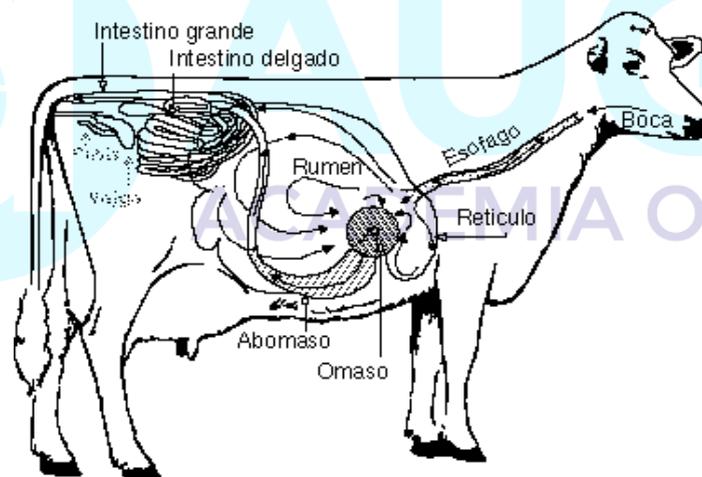
En las aves, los labios y los carrillos de la cavidad bucal están reemplazados por un pico que luego se continua con una faringe, el esófago que presenta una dilatación llamada buche que almacena temporalmente el alimento, luego se continúa un proventrículo o estómago glandular que produce enzimas para la digestión química de los alimentos; un ventrículo molleja que realiza la trituración de los alimentos y un intestino que se divide en delgado y grueso. Este último es corto y presenta los ciegos cólicos, además termina en la cloaca.

Las aves poseen hígado y páncreas como órganos anexos.

### El caso de los Rumiantes

El sistema digestivo de los mamíferos se encuentra adaptado y especializado a las dietas específicas de cada animal. En este caso sólo interesan tres grupos, por ser los de mayor uso en producción animal: Rumiantes (bovinos, ovinos, caprinos), No rumiantes (cerdos) y Seudo rumiantes o herbívoros no rumiantes (caballos, conejos). Estos últimos poseen un sistema digestivo con características intermedias entre los otros dos grupos.

Los rumiantes, al momento de nacer, no han desarrollado su sistema digestivo característico por lo que se les llama "Pre rumiantes".



La vaca lechera y otros animales como ovejas, cabras, búfalos, camellos y jirafas son herbívoros cuyas dietas están compuestas principalmente de materia vegetal. Muchos herbívoros también son rumiantes. Los rumiantes son fácilmente identificados porque mastican la comida mucho aún cuando no ingieren alimentos. Esta acción de masticación se llama rumia y es parte del proceso que permite al rumiante obtener energía de las paredes celulares de las plantas, también llamada fibra.

La fibra es la estructura que da fuerza y rigidez a las plantas y es el componente principal de los tallos de las gramíneas y otras plantas. Los azúcares complejos (celulosa y hemicelulosa) se encuentran encerrados en las paredes de las células y inaccesibles para animales no-rumiantes. Sin embargo, la población de microorganismos que vive en el retículo y el rumen permite a la vaca obtener energía de la fibra.

## SISTEMA DIGESTIVO HUMANO

El sistema digestivo, que se extiende desde la boca hasta el ano, se encarga de recibir los alimentos, fraccionarlos en sus nutrientes (un proceso conocido como digestión), absorber estos nutrientes hacia el flujo sanguíneo y eliminar del organismo los restos no digeribles de los alimentos.

El sistema digestivo del hombre se compone de

1. **Tubo Digestivo**, a su vez comprende:

- boca,
- faringe,
- esófago,
- estómago,
- Intestino: comprende el intestino delgado y grueso.

2. **Organos anexos:**

El sistema digestivo también incluye órganos que se encuentran fuera del tracto gastrointestinal, como

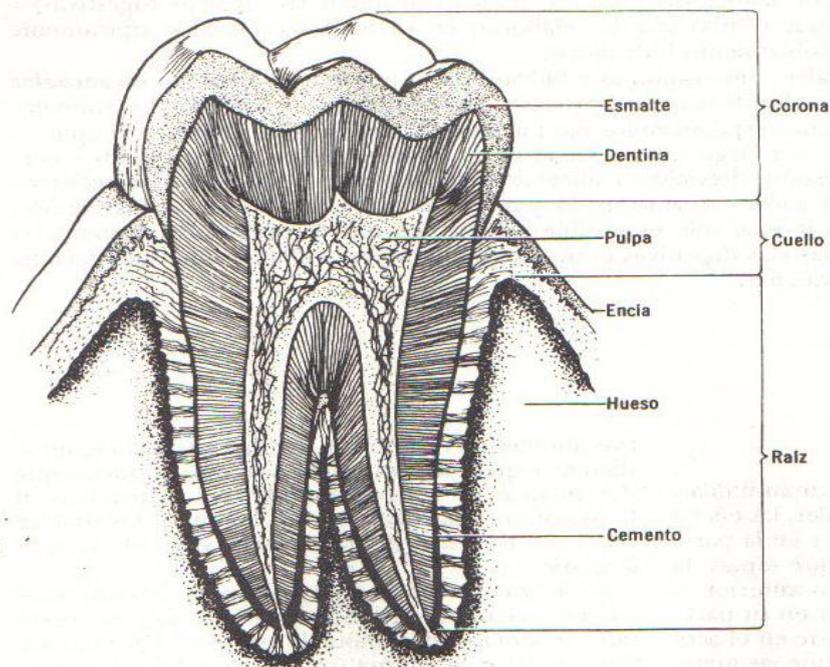
- los dientes y la lengua
- el páncreas
- el hígado y la vesícula biliar

### La Boca o Cavidad Bucal

La boca está rodeada por unos pliegues de la piel, llamados **labios**.

Dentro de la boca se encuentran los **dientes** cuya función es cortar, trocear y triturar los alimentos (**digestión mecánica**)

Los alimentos se dividen en partículas más fácilmente digeribles al ser cortados con los dientes delanteros (incisivos) y masticados con los posteriores (molares).



La digestión comienza cuando la saliva que procede de las glándulas salivales recubre estas partículas con enzimas digestivas. Entre las comidas, el flujo de saliva elimina las bacterias que pueden dañar los dientes y causar otros trastornos. La saliva también contiene anticuerpos y enzimas, como la lisozima, que fraccionan las proteínas y atacan directamente a las bacterias.

En la boca encontramos también a la **lengua**, que tiene en su superficie una gran cantidad de **papilas gustativas**, cuya función es la de mezclar los alimentos y facilitar su tránsito hacia el esófago.

En la cavidad bucal desembocan las **glándulas salivales**, que segregan **saliva**, cuyas funciones son:

- actuar de **lubricante**
- **destruir** parte de las bacterias ingeridas con los alimentos
- comenzar la **digestión química** de los glúcidos mediante una enzima, la **amilasa o ptialina**, que digiere el almidón convirtiéndolo en maltosa.

Una vez finalizado los procesos que tienen lugar en la cavidad bucal, se produce la deglución del alimento ingerido.

La deglución se inicia voluntariamente y se continúa de modo automático. Para impedir que la comida pueda pasar a la tráquea y alcanzar los pulmones, un pequeño cartílago a manera de lengüeta (epiglotis) se cierra al mismo tiempo que la zona posterior del techo de la boca (paladar blando) se eleva para evitar que la comida suba a la nariz.

### Faringe

La faringe es un órgano muscular que cumple funciones digestivas y respiratorias, ya que permite el paso del aire y del bolo alimenticio hacia el esófago. Para que las vías respiratorias permanezcan cerradas durante la **deglución**, interviene el cartílago **epiglotis**, que obstruye la glotis. De esta forma impide que el alimento se introduzca en el sistema respiratorio.

### Esófago

Es un conducto musculosomembranoso. Sus contracciones musculares producen el **movimiento peristáltico** que hace avanzar el bolo alimenticio hacia el estómago.

### Estómago

Constituye una dilatación del tubo digestivo, donde se almacenan los alimentos durante un tiempo para que pasen al intestino en un estado de digestión avanzada.

Se compone de :

- una **región cardiaca**, que limita con el esófago mediante un esfínter llamado **cardias**
- una región media, llamada **cuero**
- y una **región pilórica** que comunica con el intestino a través del **esfínter pilórico**.

El estómago posee una capa muscular, por lo que gracias a sus contracciones, se completa la **acción mecánica**. Además en él se realiza parte de la **digestión**

**química**, gracias a la acción del *jugo gástrico*, segregado por las glándulas fúndicas de las paredes del estómago.

En el estómago se produce la absorción de agua, alcohol y de algunas sales minerales. En general, después de permanecer en el estómago el tiempo necesario, los alimentos forman una papilla, llamada **quimo**, que pasará poco a poco al intestino.

## Intestino

El intestino se divide en dos tramos:

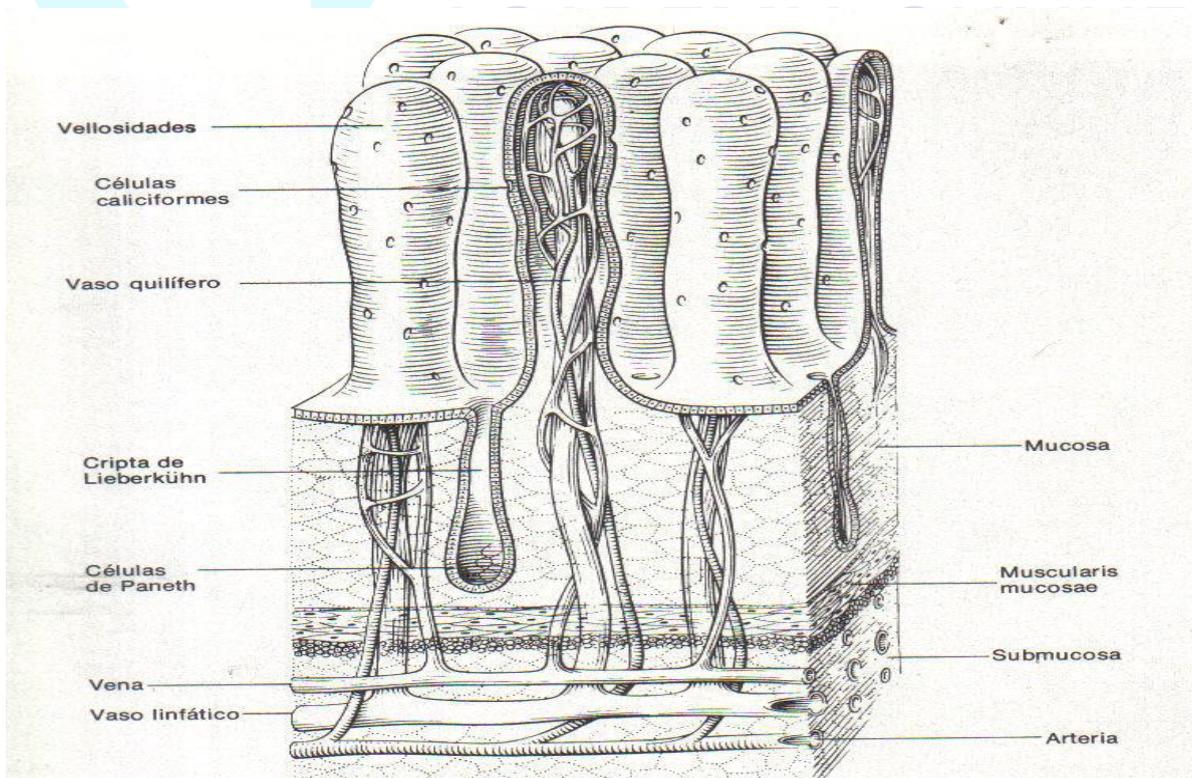
1. **Intestino delgado**: Formado por tres porciones: duodeno, yeyuno, íleon. Se realizan dos funciones distintas: la **digestión química** total de los alimentos y la **absorción** de éstos.

### El duodeno

El estómago libera su contenido (Quimo) al duodeno, primer segmento del intestino delgado. El alimento entra en el duodeno a través del esfínter pilórico en unas cantidades que el intestino delgado pueda digerir. Cuando éste se llena, el duodeno indica al estómago que detenga el vaciamiento.

El duodeno recibe enzimas del páncreas y la bilis del hígado. Estos líquidos llegan al duodeno a través del esfínter de Oddi y contribuyen de forma importante a los procesos de digestión y absorción. El peristaltismo también ayuda a la digestión y a la absorción al revolver los alimentos y mezclarlos con las secreciones intestinales.

Los primeros centímetros del revestimiento duodenal son lisos, pero el resto del revestimiento presenta pliegues, pequeñas proyecciones (vellosidades), e incluso proyecciones aún más pequeñas (microvellosidades). Estas vellosidades y microvellosidades incrementan el área de superficie del revestimiento del duodeno, permitiendo con ello una mayor absorción de nutrientes.



## El Yeyuno e íleon

El yeyuno y el íleon forman el resto del intestino delgado, localizado a continuación del duodeno. El Yeyuno es la parte del intestino responsable de la absorción de grasas y otros nutrientes. La absorción se incrementa en gran medida por la vasta superficie hecha de pliegues, vellosidades y microvellosidades. La pared intestinal está ricamente abastecida de vasos sanguíneos que conducen los nutrientes absorbidos hacia el hígado, a través de la vena porta. La pared intestinal libera moco y agua, que lubrican y disuelven el contenido intestinal, ayudando a disolver los fragmentos digeridos. También se liberan pequeñas cantidades de enzimas que digieren las proteínas, los azúcares y las grasas.

La consistencia del contenido intestinal cambia gradualmente conforme avanza a través del intestino delgado. En el duodeno se secreta agua rápidamente para diluir la acidez del contenido digestivo procedente del estómago. Conforme el contenido o bolo digestivo avanza hacia la porción inferior del intestino delgado, se hace más líquido a medida que van añadiéndose agua, moco, bilis y enzimas pancreáticas.

## ENZIMAS DIGESTIVAS

La descomposición mecánica del alimento, que ocurre principalmente en la boca y en el estómago ( la molleja en las aves), es acompañada o seguida por la degradación química de los nutrientes, función que depende de catalizadores llamados enzimas digestivas.

Tradicionalmente las enzimas que actúan sobre el almidón se llaman amilasas, aunque el término más general **carbohidrasas** agrupa a las enzimas que actúan sobre polisacáridos, oligosacáridos, etc. Las enzimas que ejercen su acción sobre las proteínas son las **proteasas**. La hidrólisis de proteínas recibe el nombre de **proteólisis**. De manera similar, la hidrólisis de grasas neutras (el principal tipo de lípidos que ingresan al sistema digestivo) se denomina **lipólisis**, por acción de la **lipasa**. La digestión no se realiza en un solo paso: por el contrario, conlleva muchas fases y una serie de enzimas que participan en cada una de las principales degradaciones.

Los principales grupos de **enzimas digestivas** provienen del **páncreas** y del **intestino delgado**. La digestión mecánica se efectúa en la boca y el estómago; la digestión química es relativamente insignificante en estos órganos. La digestión de las proteínas depende casi exclusivamente de las enzimas proteolíticas secretadas por el páncreas, el cual las envía al duodeno a través del conducto pancreático. Recuérdese que la **tripsina y la quimotripsina** son sintetizadas en forma de **zimógenos inactivos** (tripsinógeno y quimotripsinógeno), los cuales tienen que ser activados mediante el desprendimiento de un pequeño segmento peptídico. La **enterocinasa y la tripsina** participan en esas conversiones.

**La pepsina**, una enzima proteolítica que se localiza en el estómago también es secretada como **pepsinógeno inactivo** que se convierte posteriormente en pepsina activa gracias a la acción de pequeñas cantidades de pepsina ya presentes en el estómago (esto es un ejemplo de **autocatálisis**).

La degradación total de las proteínas exige una interacción enzimática extremadamente compleja. La pepsina, la tripsina y la quimotripsina son **endopeptidasas**: éstas

hidrolizan los enlaces peptídicos situados en el interior de cadenas polipeptídicas largas, individualmente, los **productos finales** de cada **enzima** son **péptidos** de longitud moderada, sin embargo, sus efectos combinados dan origen a **oligopéptidos** (moléculas de cadena corta).

Las **exopeptidasas** son enzimas que actúan sobre los extremos de fragmentos peptídicos de cualquier longitud.. Estas exopeptidasas ejercen sus efectos dentro del intestino delgado. Además de los aminoácidos producidos por las exopeptidasas, también se forman aminoácidos libres mediante la acción de varias dipeptidasas que hidrolizan los dipéptidos formados dentro del intestino gracias a la acción combinada de las endopeptidasas. Hay diferentes dipeptidasas, cada una con afinidad hacia dipéptidos específicos.

Aunque la **digestión del almidón** comienza en la boca con la acción de la amilasa salival, la mayor parte de su digestión ocurre en el **intestino delgado**. La **amilasa pancreática** es secretada en el duodeno, lugar donde esta enzima degrada el almidón hasta convertirlo en el disacárido **maltosa**. Después, la enzima **maltasa** interviene para hidrolizar este azúcar doble y convertirlo en dos moléculas de **glucosa**. De manera similar, la enzima **sacarasa** convierte la **sacarosa** en **glucosa y fructuosa**, **lactasa** transforma la lactosa en **glucosa y galactosa**.

La principal enzima en la **digestión de los lípidos** es la **lipasa pancreática**. Esta enzima descompone las moléculas de grasa para convertirlas en **glicerol y ácidos grasos**. Es auxiliada en su labor por la **bilis**, la cual **emulsifica** (solubiliza) las grasas en forma de pequeños glóbulos, con lo que **augmenta el área superficial** disponible. La **bilis** es producida por el hígado como parte de la destrucción de los **glóbulos rojos**, cuyas vida termina 90 a 120 días después de su formación. La bilis es un líquido que contiene sales complejas, pigmentos y algunos esteroides. Aunque la bilis es secretada por el hígado, se **almacena en la vesícula biliar**. Durante la digestión, la bilis de la vesícula es expulsada hacia el duodeno a través del **conducto biliar** común, formando por el **conducto hepático** proveniente del hígado y el **conducto cístico** proveniente de la vesícula biliar.

La coordinación de la **liberación de enzimas** está bajo el control del **sistema nervioso autónomo** y de una variedad de **hormonas** producidas dentro del sistema digestivo; de esta manera existe una mayor eficiencia digestiva. El principal tronco nervioso inductor de las respuestas digestivas (contracciones musculares de los órganos digestivos y liberación de enzimas) es el **nervio vago** del sistema nervioso simpático. Como regla, la **estimulación nerviosa** es más acentuada en el **extremo anterior del sistema digestivo**, en tanto que la **acción hormonal** es más importante en el **nivel gástrico** y se relaciona principalmente con la conducción de **jugos digestivos** hacia el intestino.

En este tramo desembocan el conducto colédoco, que segrega la **bilis**; el conducto pancreático que segrega el **jugo pancreático**. Además en las paredes de la mucosa intestinal existen otras glándulas como las Glándulas de Brünner que segregan mucus y las glándulas de Lieberkühn, que segregan **jugo intestinal**.

El resultado de la acción de estos jugos es conseguir que los **glúcidos** se transformen en **monosacáridos**, las **grasas** se rompan en **ácidos grasos y glicerina**, y las **proteínas** se rompan en **aminoácidos**.

| COMPOSICIÓN DE LOS JUGOS QUE VIERTEN AL INTESTINO  |   |   |
|--|---|---|
| Bilis  | Jugo intestinal   | Jugo pancreático  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>○ agua</li> <li>○ sales inorgánicas</li> <li>○ sales biliares</li> <li>○ pigmentos biliares</li> <li>○ ácidos biliares</li> <li>○ grasas</li> <li>○ colesterol</li> <li>○ fosfatasa alcalina</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ agua</li> <li>○ iones inorgánicos</li> <li>○ mucina</li> <li>○ lactasa, maltasa, sacarasa</li> <li>○ lipasa intestinal</li> <li>○ peptidasas</li> <li>○ enteroquinasa</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ agua</li> <li>○ iones inorgánicos</li> <li>○ peptidasas inactivas</li> <li>○ carboxipeptidasas</li> <li>○ amilasa pancreática</li> <li>○ lipasa pancreática</li> <li>○ nucleasas pancreáticas</li> </ul> |

Al finalizar la digestión, el **quimo** se ha transformado en un líquido lechoso, llamado **quilo** formado por: agua, monosacáridos, aminoácidos, glicerina, bases nitrogenadas, productos no digeridos.

La digestión ha terminado y sus productos deben traspasar la pared intestinal (**absorción**) para ingresar en el torrente circulatorio y ser transportados a todas las células del cuerpo. La absorción se realiza molécula a molécula a través de la pared intestinal.

### ASIMILACION DE NUTRIENTES

El segmento inicial del intestino delgado, el duodeno es el principal sitio de digestión. Conforme el intestino prosigue hacia abajo cambia su nombre a **yeyuno**, el cual tiene una mayor longitud; es en este segmento y en el terminal o **ileon** donde ocurre la máxima **absorción** de nutrientes. Por otra parte, en el **intestino grueso** se absorben principalmente **líquidos y minerales**.

Los **monosacáridos**, producto final de la digestión de carbohidratos, son absorbidos directamente por **el sistema circulatorio**. Un sistema de transporte activo específico para cada uno de los monosacáridos comunes facilita su paso a través de la mucosa intestinal.

La absorción de los productos de la digestión de **lípidos** es muy compleja. Los **ácidos grasos** más pequeños se difunden hacia los **capilares** y de ahí pasan a la circulación general. Los **ácidos grasos** de mayor tamaño se unen a otras sustancias lipídicas para formar complejas gotitas de lípidos llamados **quilomicrones**. Estos quilomicrones se acumulan en los **vasos linfáticos del intestino**, denominados **quilíferos**. De ahí pasan al torrente sanguíneo. Muchos lípidos ingresan en las células de la mucosa como monoglicéridos y diglicéridos y pueden sufrir cambios intracelulares en cuanto a su grado de esterificación. Es probable que el colesterol llegue al hígado como parte de un quilomicrón o en forma de colesterol esterificado. Una vez en el hígado, el colesterol es

modificado para su exportación o bien se almacena. El hígado también sintetiza colesterol a partir de materiales primas más pequeñas.

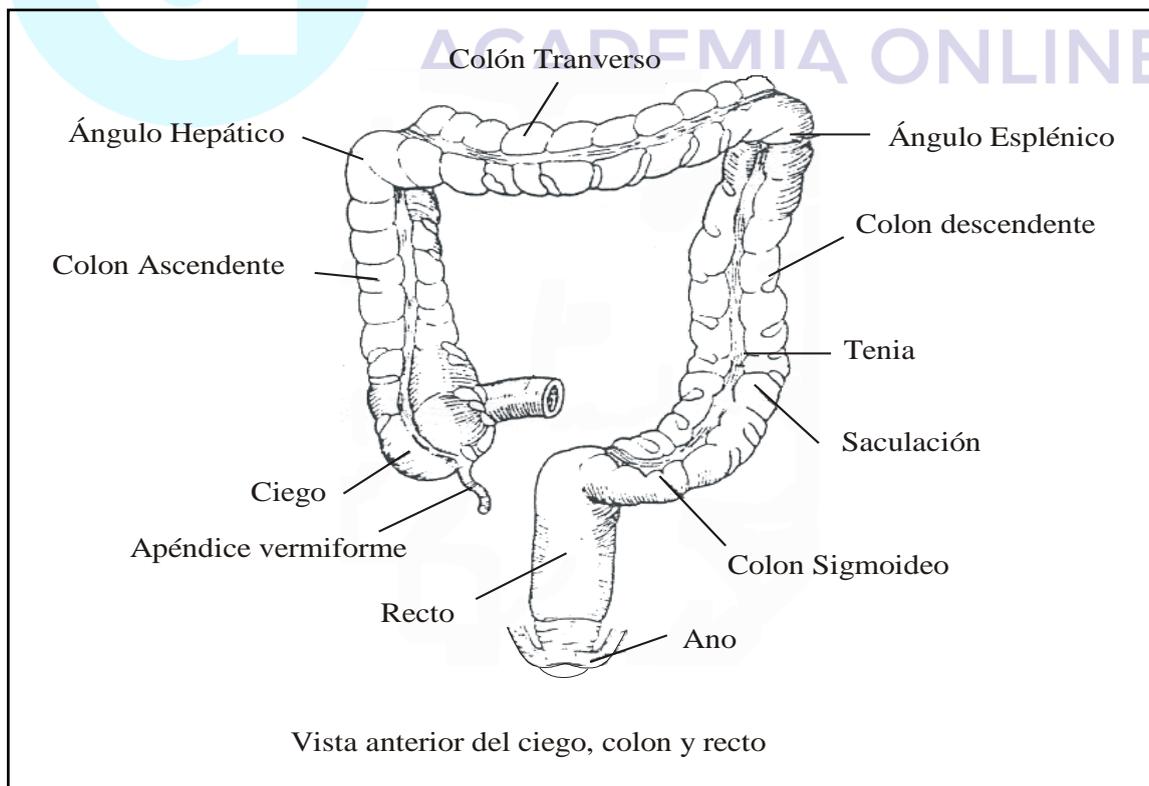
Por lo regular, **los aminoácidos y los oligopéptidos** son transportados hacia los **lechos capilares del intestino** mediante transporte activo. En pocas ocasiones la difusión pasiva actúa como medio de absorción. Los polipéptidos y las proteínas no pueden atravesar la membrana de la mucosa.

El hígado es el órgano donde se llevan a cabo la mayoría de las interconversiones metabólicas.

## 2. Intestino grueso

Se halla separado del intestino delgado por la **válvula ileocecal**. Su mucosa presenta unos repliegues transversales, que le dan un aspecto característico. Las glándulas que tapizan la mucosa segregan **mucus**. A lo largo del intestino se absorbe una gran cantidad de agua, por lo que a medida que se acercan al tramo final, transportados por los movimientos peristálticos, van espesándose. Estos productos se expulsarán al exterior en el proceso denominado egestión o defecación.

Cuando alcanza el intestino grueso el contenido intestinal es líquido, pero normalmente se solidifica a medida que alcanza el recto en forma de heces. La gran variedad de bacterias que viven en el intestino grueso pueden, además, digerir algunas materias, lo que ayuda a la absorción de nutrientes por el organismo. Las bacterias del intestino grueso también fabrican algunas sustancias importantes, como la vitamina K. Estas bacterias son necesarias para la función normal del intestino. Algunas enfermedades y antibióticos pueden alterar el equilibrio entre los diferentes tipos de bacterias en el intestino grueso. El resultado es una irritación que conduce a la secreción de moco y agua, causando diarrea.



**EGESTION**

En los seres humanos, el intestino delgado se une al **Intestino grueso**. El saco que se forma en el extremo ciego del intestino grueso recibe el nombre de **ciego**. El segmento inicial del **intestino grueso** es el **colon ascendente**, llamado así porque el líquido residual de la digestión (quimo) se mueve en dirección anterior o ascendente. Después, el colon continúa en dirección transversal al cuerpo para formar el **colon transversal horizontal**. La siguiente curvatura da origen al **colon descendente**, el cual finaliza en el **recto**, un segmento corto y tubular donde se deposita el material (las heces) que va a ser eliminado del cuerpo. El movimiento de salida de las heces a través del orificio terminal (**ano**) del aparato digestivo es la **egestión o defecación**. Gracias a que durante el recorrido del quimo a lo largo del intestino grueso éste último **absorbe gran cantidad de agua y minerales**, las heces presentan una consistencia semisólida, a menos que, haya diarrea (excesiva defecación de heces muy acuosas). Más del 60% del peso de la masa fecal está integrado por bacterias muertas, lo cual revela cuán numerosas son éstas en el intestino grueso. Dichas bacterias intervienen en la absorción de minerales, producen ciertas vitaminas y mantienen la actividad intestinal normal.

Entre los productos residuales se encuentran las paredes celulósicas de los vegetales, a cuyas expensas viven una serie de **bacterias saprofitas simbiotas** (flora intestinal), que producen fermentaciones con desprendimiento de gases. También producen algunas sustancias útiles para el organismo, como la vitamina K.

**Recto y ano**

El recto es una cámara que comienza al final del intestino grueso, inmediatamente a continuación del colon sigmoide, acabando en el ano. Generalmente, el recto está vacío porque las heces se almacenan más arriba, en el colon descendente. Cuando el colon descendente se llena, las heces pasan al recto estimulando la defecación. Los adultos y los niños mayores pueden soportar este estímulo hasta llegar al baño. Los bebés y los niños de corta edad no tienen el control muscular necesario para retrasar la **Defecación**.

El ano es la abertura que existe al final del tracto gastrointestinal, por la cual los materiales de desecho abandonan el organismo. El ano está formado en parte por las capas superficiales del organismo, incluyendo la piel y, en parte, por el intestino. Está recubierto por una capa formada por la continuación de la piel. Un anillo muscular (esfínter anal) mantiene el ano cerrado.

**Defecación.** Corresponde a la expulsión de los residuos alimenticios al exterior. La parte de los alimentos que no se aprovecha pasa al intestino grueso y de allí se expulsa al exterior.

**GLANDULAS ANEXAS**

Además de las glándulas salivales, hay otras dos glándulas que contribuyen a la digestión: El **páncreas** y el **hígado**.

## EL PÁNCREAS

El **páncreas** es una glándula mixta, porque segrega hormonas (componente endocrino), y **jugo pancreático** (componente exocrino). El jugo pancreático llega al intestino a través del *conducto de Wirsung*, que desemboca junto con el *colédoco*, en la *ampolla de Vater*.

El páncreas es un órgano que contiene básicamente dos tipos de tejidos: los acinos pancreáticos que producen las enzimas digestivas y los islotes de Langerhans que secretan hormonas. El páncreas secreta enzimas digestivas al duodeno y hormonas al flujo sanguíneo.

Las enzimas digestivas son liberadas desde las células de los acinos y llegan al conducto pancreático a través de varios canales. El conducto pancreático principal se une al conducto biliar a nivel del esfínter de Oddi, a través del cual ambos se vacían al duodeno. Las enzimas secretadas por el páncreas digieren las proteínas, los hidratos de carbono y las grasas. Las enzimas proteolíticas rompen las proteínas en partes que puedan ser utilizadas por el organismo y son secretadas en forma inactiva. Solamente son activadas cuando llegan al tracto gastrointestinal. El páncreas también secreta grandes cantidades de bicarbonato de sodio, que protege el duodeno al neutralizar el ácido procedente del estómago.

Las tres hormonas producidas por el páncreas son: la insulina, que disminuye el valor de azúcar (glucosa) en sangre, el glucagón, que por el contrario lo aumenta, y la somatostatina, que impide la liberación de las otras dos hormonas.

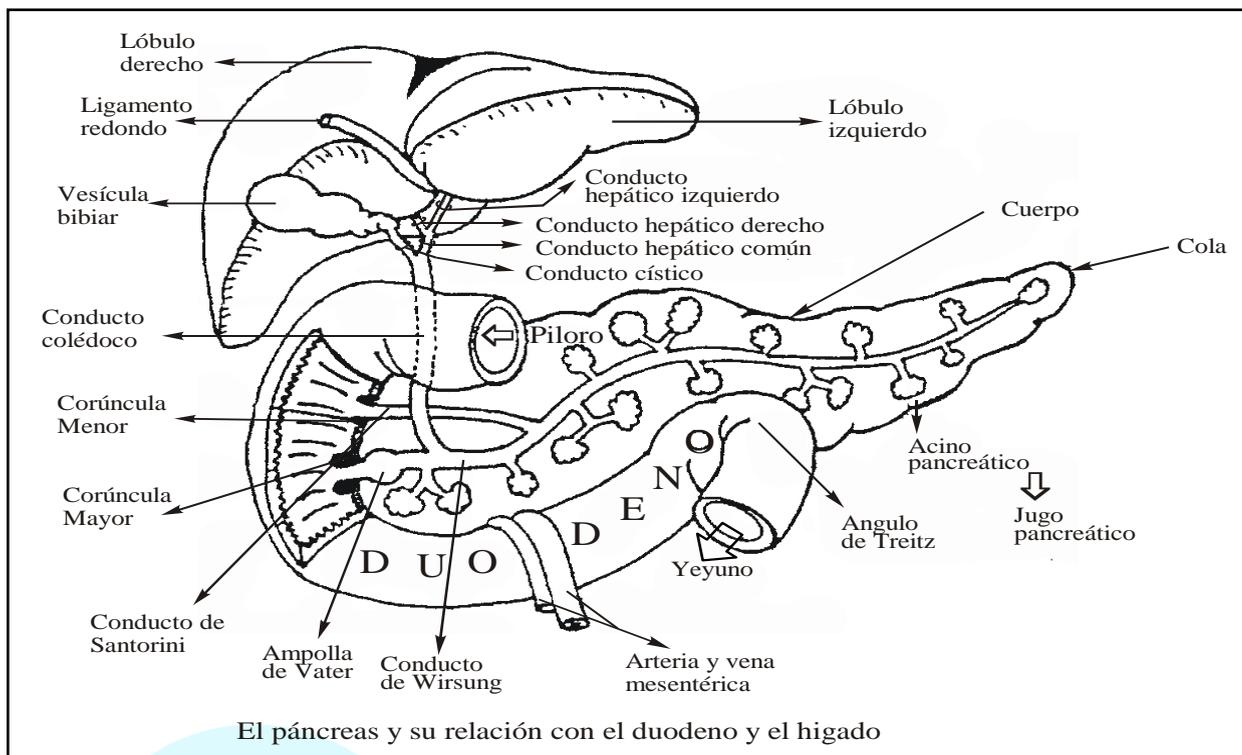
## EL HIGADO

La misión del **hígado** es fundamentalmente metabólica, pero contribuye a la digestión mediante la *bilis*. Ésta se almacena en la *vesícula biliar*. Desempeña un papel importante en la digestión de las grasas, ya que contribuye a dividir las sustancias grasas en partículas más pequeñas, con lo que se facilita el ataque de las enzimas lipasas al aumentar la superficie de las gotas de grasa.

El hígado es un órgano de gran tamaño, con múltiples funciones, sólo algunas de las cuales están relacionadas con la digestión.

Los nutrientes que proceden de los alimentos son absorbidos por la pared intestinal, provista de gran cantidad de pequeños vasos sanguíneos (capilares). Estos capilares llegan hasta las venas, que, a su vez, se unen a venas mayores y, finalmente, penetran en el hígado a través de la vena porta. Esta vena se divide, dentro del hígado, en diminutos vasos, donde se procesa la sangre que les llega.

Esta sangre se procesa de dos formas: por una parte se eliminan las bacterias y otras partículas extrañas absorbidas desde el intestino, y por otra muchos de los nutrientes absorbidos son fraccionados de tal manera que puedan ser utilizados por el organismo. El hígado realiza este proceso a gran velocidad y pasa la sangre cargada de nutrientes a la circulación general. El hígado produce aproximadamente la mitad del colesterol del cuerpo; el resto proviene de los alimentos. Alrededor del 80 por ciento del colesterol producido por el hígado se utiliza para la formación de la bilis. El hígado también secreta la bilis, la cual se almacena en la vesícula biliar hasta que se necesite.



### Vesícula biliar y vías biliares

La bilis fluye fuera del hígado a través de los conductos hepáticos derecho e izquierdo, los cuales confluyen para formar el conducto hepático común. Este conducto se une después de otro proveniente de la vesícula biliar, llamado conducto cístico, para formar el conducto biliar común. El conducto pancreático se une al conducto biliar común justamente cuando éste se vacía en el duodeno.

Entre las comidas, las sales biliares son concentradas en la vesícula biliar y solamente una pequeña cantidad de bilis fluye desde el hígado. Al penetrar los alimentos en el duodeno se desencadenan una serie de señales nerviosas y hormonales que provocan la contracción de la vesícula. Como resultado, la bilis llega al duodeno y se mezcla con el contenido alimentario. La bilis tiene dos funciones importantes: ayuda a la digestión y a la absorción de las grasas y es responsable de la eliminación de ciertos productos de desecho del cuerpo (particularmente la hemoglobina de los glóbulos rojos destruidos y el exceso de colesterol). Específicamente, la bilis es responsable de las siguientes acciones:

- Las sales biliares incrementan la solubilidad del colesterol, las grasas y las vitaminas liposolubles para ayudar a que sean absorbidas.
- Las sales biliares estimulan la secreción de agua por el intestino grueso para ayudar a que avance el contenido intestinal.
- Por la bilis se excretan varias proteínas que desempeñan un papel importante en la función biliar.
- La bilirrubina (el pigmento principal de la bilis) se excreta en la bilis como producto de desecho de los glóbulos rojos destruidos.
- Los fármacos y otros productos de desecho se excretan por la bilis y más tarde se eliminan del organismo.

## TÉCNICAS DE CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS

**RADIACIONES:** Agente físico que disminuye la viabilidad de los microorganismos patógenos afectando el crecimiento y desarrollo bacteriano. Pueden considerarse tres tipos: la luz solar, las radiaciones ultravioleta y las radiaciones ionizantes. Estos últimos actúan lesionando los ácidos nucleicos de los microorganismos

**DESHIDRATACIÓN:** las bacterias están constituidas por una elevada proporción de agua indispensable para su desarrollo, por lo tanto la desecación es lesivo para muchos microorganismos, excepto para aquellas bacterias que producen esporas ya que dicha estructura les da resistencia a ambientes adversos.

El crear un medio hipertónico es usado para evitar la contaminación y desarrollo bacteriano en determinados alimentos, tales como carnes saladas (10 – 15%) o frutas azucaraedas (50 – 70%)

**PASTEURIZACIÓN:** Consiste en el uso de calor a una temperatura suficiente (55 – 75%) para inactivar ciertos microorganismos patógenos en un medio líquido sin alterar sus características organolépticas (sabor, olor, etc).

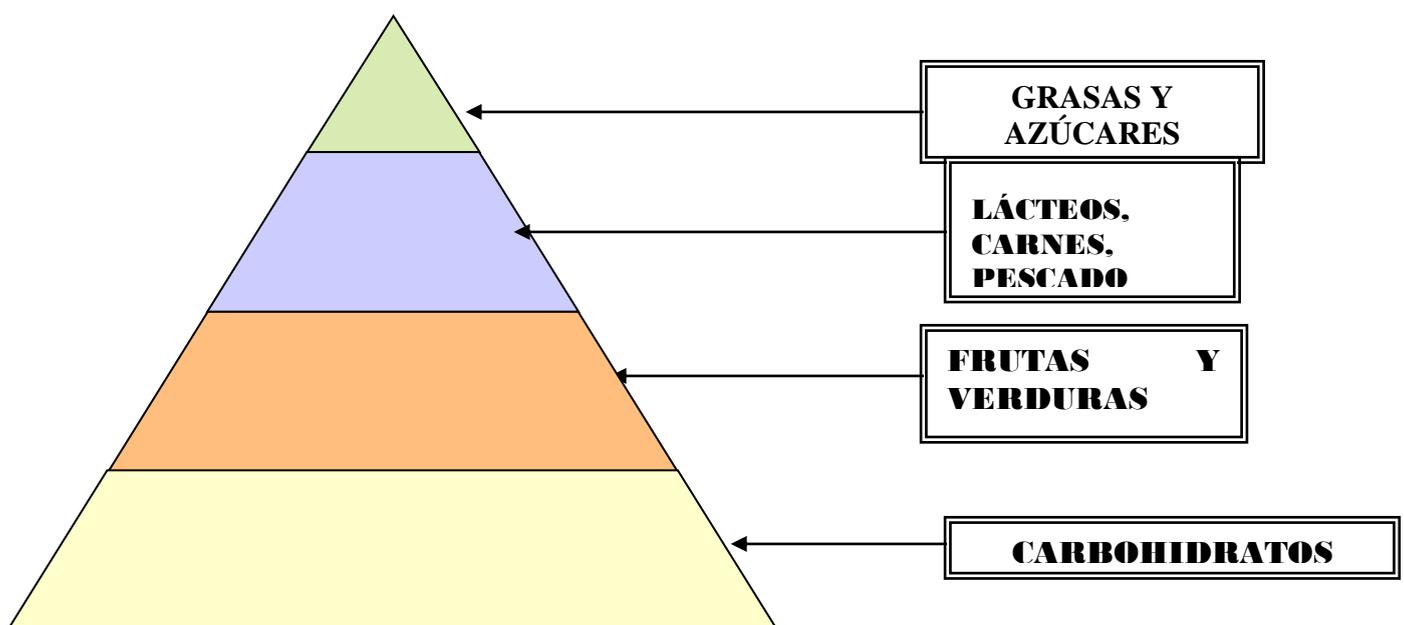
Se pasteuriza a una temperatura de 63° por 30 minutos aproximadamente.

Se emplea en el saneamiento de la leche, vino, etc.

**REFRIGERACIÓN:** Las bajas temperaturas se consideran impiden la multiplicación bacteriana, por lo que es un magnífico medio de conservación de alimentos.

### PIRÁMIDE ALIMENTICIA

Se han propuesto numerosos modelos de reparto diario de alimentos, a partir del estudio de su composición y de los nutrientes que aportan al organismo. La pirámide alimenticia fue elaborada por expertos norteamericanos en nutrición a principios de los años noventa. Representa las proporciones de cada uno de los cinco grupos de alimentos que deben ingerirse para lograr una dieta equilibrada.



# LA FUNCIÓN CIRCULATORIA

## I. MECANISMOS DE TRANSPORTE EN LOS VEGETALES

El reino vegetal comprende dos divisiones: Briofitas y las Traqueofitas.

Las plantas inferiores como las briofitas que comprende a musgos y hepáticas no poseen tejidos de conducción. A causa de la falta de tejidos de conducción, el transporte de agua es poco eficiente, de ahí que la altura alcanzada por ellas es muy poca.

El sistema de transporte en las plantas superiores es de mayor complejidad por su mayor tamaño con el fin de conducir el agua y las sales minerales hacia las partes más altas y transportar el alimento elaborado hacia las células vivientes del tallo y la raíz.

Los haces vasculares se extienden desde la raíz hacia el tallo, hojas y flores.

Así por ejemplo en los helechos y cola de caballo, se hacen evidentes estas estructuras, aunque sus raíces y tallos no son tan complejos como en las plantas con flores, en las cuales existe un verdadero sistema de transporte.

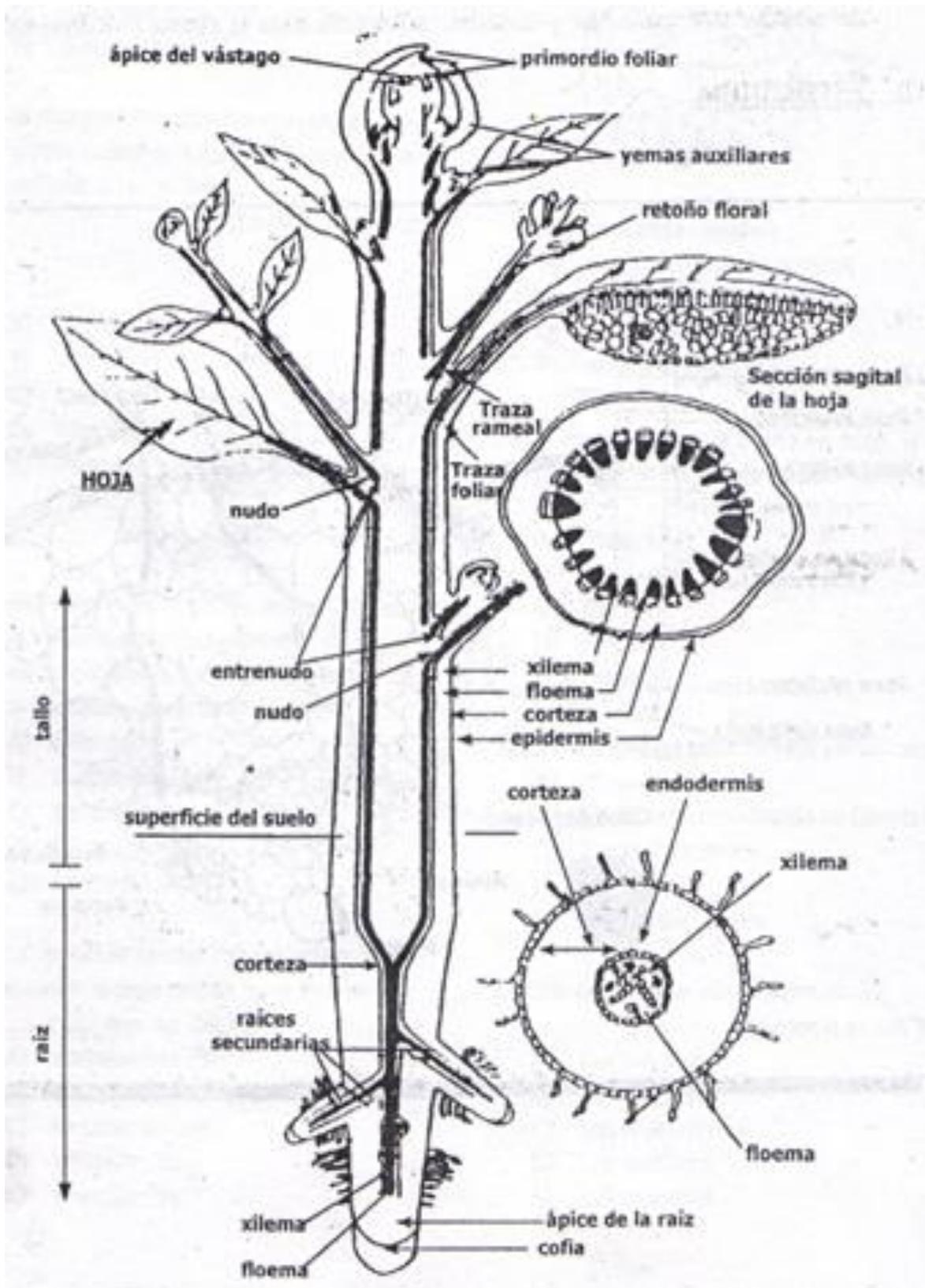
Los tubos del xilema conducen agua y sales minerales, conocida como savia bruta hacia arriba, es decir, desde la raíz.

En las plantas con flores (angiospermas) los tubos del xilema son las partes más importantes del tejido de conducción de la savia bruta. En las plantas sin flores (gimnospermas) como los cedros las traqueidas son los únicos conductos disponibles para el transporte del agua. Las gimnospermas no poseen tubos del xilema.

Los tubos cribosos son los vasos conductores principales del FLOEMA. Estos están constituidos por células vivas sin núcleo, y se encuentran unidas entre sí. Los tubos cribosos transportan el alimento es decir, la savia elaborada la cual es distribuida hacia todas las partes de la planta.

## DIFERENCIAS ENTRE XILEMA Y FLOEMA

| CARACTERÍSTICA      | XILEMA                         | FLOEMA  |
|---------------------|--------------------------------|---|
| Tipo de célula      | Muertas                        | Vivas   |
| Componente          | Tráqueas<br>Traqueida          | Célula cribosa<br>Célula acompañante                                |
| Pared Celular       | Lignificada                    | Celulósica  |
| Medio circulatorio  | Savia Bruta o<br>norgánica     | Savia elaborada u<br>orgánica                                       |
| Dirección del flujo | Ascendente y<br>unidireccional | Bidireccional desde las<br>hojas a todas las partes de<br>la planta |



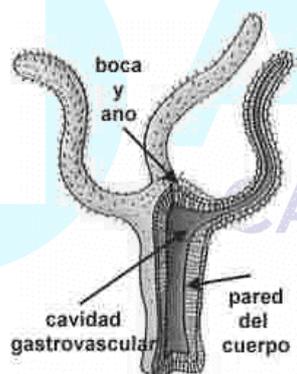
## II. MECANISMOS DE TRANSPORTE EN LOS ANIMALES

Los animales necesitan unos medios de transporte internos, conocidos como sistemas circulatorios, que sirven para conducir los nutrientes a todas las células, y además eliminar los productos de desecho, llevándolos a los sistemas excretores.

Los animales más sencillos carecen de un sistema de transporte especializado, y el líquido circulante es el *líquido intersticial* que es el líquido que ocupa los espacios que existen entre las células. De este líquido toman los nutrientes y a él expulsan sus productos de excreción.

Este tipo de transporte puede ser:

- Por **difusión**: como en *Celentéreos* (**FIGURA 1**), que toman los nutrientes del agua por difusión y de la misma forma, expulsan al agua los desechos. Por eso se puede considerar la *cavidad gastrovascular* como un órgano circulatorio y el agua que entra y sale por el único orificio (que hace de boca y ano) puede considerarse como un esbozo de fluido circulante.
- Por el **sistema digestivo**: como en *Platelmintos* (**FIGURA 2**). El sistema digestivo posee gran cantidad de ramificaciones intestinales que son las que realizan la función de transporte. Los nutrientes atraviesan estas ramificaciones y pasan al *líquido intersticial* que ya se encuentra en contacto con todas las células.



(FIGURA 1)



(FIGURA 2)

### Sistemas de Transporte especializados

En los animales más complejos, existe un sistema de transporte especializado: los **sistemas circulatorios**.

Un **sistema circulatorio** está formado por un **sistema de tubos**, *abierto o cerrado*, que sirve para transportar un fluido circulante.

Este líquido necesita una fuerza impulsora, un órgano especial llamado **corazón** con propiedades contráctiles. La contracción del corazón se propaga a todo el sistema mediante una onda que, además marca el sentido en el que se mueve el fluido.

## Líquidos Circulantes

Con la aparición de los sistemas circulatorios surgen los líquidos circulantes, entre los que destacan:

- **Hidrolinfa.** Líquido de composición parecida al agua del mar, que transporta nutrientes y productos de excreción. Se presenta en los Equinodermos.
- **Hemolinfa.** Líquido incoloro, que lleva además un **pigmento** con función respiratoria (hemocianina).  
Lleva células como son fagocitos (para digerir elementos extraños) y hemocitos (para transportar los pigmentos respiratorios).
- **Sangre.** Circula por vasos cerrados y contiene como pigmento respiratorio la hemoglobina.

La sangre está formada por:

- el **plasma**, líquido que contiene agua, sales, proteínas, etc y por
- **células** que flotan en el plasma :
  - *eritrocitos*, que transportan la hemoglobina
  - *leucocitos*, con función defensiva
  - *plaquetas*, que intervienen en el proceso de coagulación sanguínea..
- **Linfa.** Líquido amarillento, que circula por los vasos linfáticos. Formada por
  - **plasma y**
  - **linfocitos**

## EL CORAZÓN

El corazón puede ser:

- **tabicado** como en *moluscos* y *vertebrados*
- **tubular** como en *artrópodos*

Dependiendo de que el sistema de vasos sea abierto o cerrado, existen dos grandes tipos de sistemas circulatorios: *abierto* y *cerrado*.

### Sistema circulatorio abierto

En este tipo de sistema, el líquido bombeado por el corazón circula por vasos abiertos en un extremo que desembocan en los espacios del cuerpo, bañando así las células.

Este sistema es propio de:

- **Moluscos:** El corazón es **tabicado**, formado por dos cámaras (*aurícula* y *ventrículo*).  
La *hemolinfa* pasa del *ventrículo* a los vasos que vierten a los *espacios tisulares*, de donde es recogida por otros vasos que van a las *branquias* donde la sangre se oxigena y de ahí vuelve al corazón por la *aurícula*.
- **Artrópodos:** El corazón es **tubular** y ocupa una posición **dorsal** en el animal. La *hemolinfa* es bombeada por el corazón a las *arterias* y vertida a los *espacios tisulares*. Después retorna al corazón a través de pequeños orificios, los **ostiolos**, que tienen válvulas para impedir el retroceso de la sangre. El mecanismo de entrada es como el de una **bomba de succión**.

## Sistema circulatorio cerrado

En este tipo de aparato circulatorio el fluido circula por el interior de un circuito cerrado.

Típico de :

- Anélidos: Consta de dos vasos sanguíneos principales, **un vaso dorsal** y **un vaso ventral**. Estos vasos recorren el cuerpo y están unidos por **vasos laterales**, de los cuales, los más anteriores son contráctiles y tienen válvulas por lo que se pueden considerar **corazones primitivos**. El vaso dorsal impulsa el líquido circulatorio hacia delante y el ventral hacia atrás.
- Vertebrados: Básicamente todos los vertebrados tienen el mismo sistema circulatorio. Consta de un **corazón** muscular y **tabicado** situado en posición ventral, que actúa como una bomba que impulsa la sangre por los vasos. Estos vasos forman un circuito cerrado que tiene tres tipos de vasos: **arterias**, **capilares** y **venas**. Por los vasos circula la **sangre**, que es el líquido circulante.

La sangre sale impulsada por el corazón a través de **arterias** de paredes elásticas. Estas se van ramificando en otras de menor diámetro, llamadas **arteriolas** y éstas en vasos muy delgados y de paredes finas, los **capilares**. Los capilares se reúnen formando las **vénulas** que a su vez se agrupan en unos conductos mayores, las **venas**, que llevan de nuevo la sangre al corazón.

## Sistemas circulatorios en Vertebrados

El aparato circulatorio de los vertebrados consta de dos sistemas:

1. el *sanguíneo* y
2. el *linfático*.

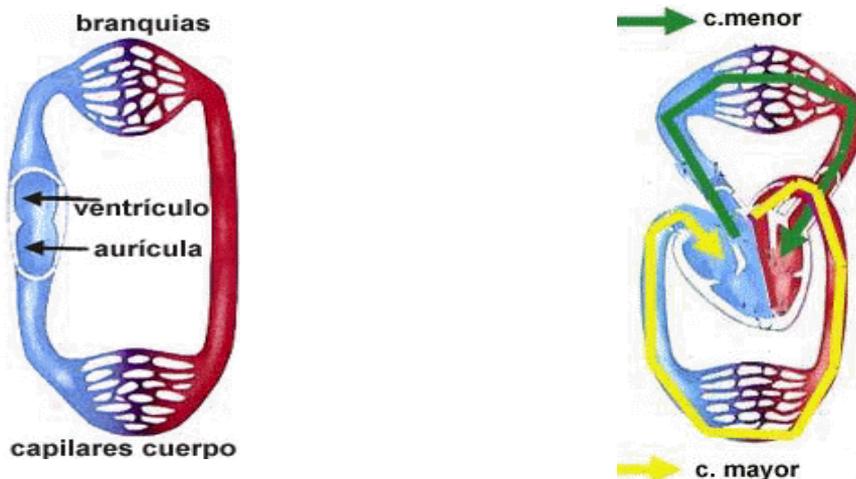
En el proceso evolutivo de los vertebrados el corazón va sufriendo una especialización desde *peces* hasta *aves* y *mamíferos*.

Esta especialización se relaciona con el cambio de la **respiración branquial** a **respiración pulmonar**.

Se diferencian dos tipos de circulación:

1. **Circulación simple.** La sangre pasa solamente una vez por el corazón en cada vuelta del cuerpo. Es propia de los peces. Poseen un corazón de forma curvada con un **seno venoso** que recibe la sangre del cuerpo, una **aurícula** y un **ventrículo** muy musculoso.

La sangre sale del corazón por el ventrículo y las arterias eferentes llevan la sangre a las **branquias** donde se oxigena. Después es conducida al cuerpo y vuelve al corazón, donde es recogida por el **seno venoso** y pasa a la **aurícula** y de ésta al **ventrículo**.



2. **Circulación doble.** Propia de vertebrados pulmonados. El corazón funciona como un sistema de **doble bomba** y existen **dos circuitos circulatorios**.

- El **menor o pulmonar**, en el que la sangre va del corazón, por las arterias pulmonares, a los pulmones, donde se oxigena, y de éstos vuelve al corazón por las venas pulmonares.
- El **mayor o general o sistémico**, en el que la *sangre oxigenada* sale del corazón por la arteria **aorta**, se distribuye por todo el cuerpo y regresa al corazón por las *venas*.

Se dice que la circulación es:

- **Doble e incompleta**, cuando la sangre oxigenada y la no oxigenada se mezclan en el corazón debido a que éste no está perfectamente tabicado. Es propia de **anfibios y reptiles**. El corazón posee **dos aurículas** y **un ventrículo**, donde se mezclan la sangre oxigenada y la sangre no oxigenada.
- **Doble y completa.** Es propia de *cocodrilos, aves y mamíferos*. El corazón se divide en cuatro cavidades: dos aurículas y dos ventrículos, por lo que hay separación total de sangre oxigenada y no oxigenada.

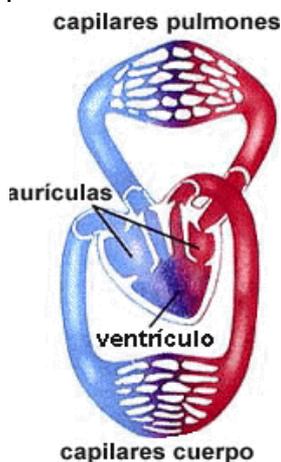


FIGURA 10

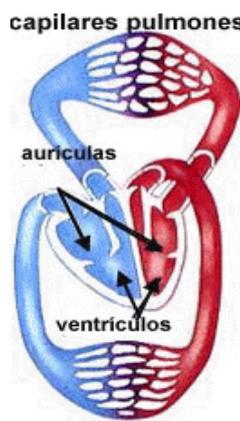


FIGURA 11

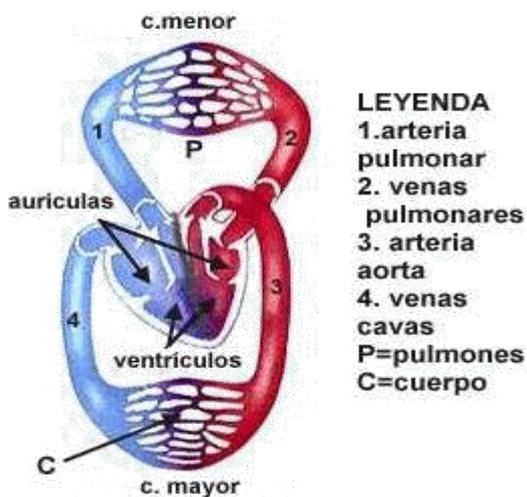
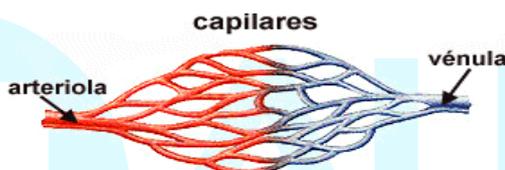


FIGURA 12

La sangre rica en oxígeno, procedente de los pulmones, llega por las venas pulmonares a la aurícula izquierda, pasa al ventrículo izquierdo a través de la *válvula mitral* o *bicúspide*, y sale por la aorta a todo el resto del cuerpo (**circulación mayor**). Por las venas vuelve al corazón sangre pobre en oxígeno que a través de las venas cavas, penetra en la aurícula derecha, pasa al ventrículo derecho por la *válvula tricúspide* y sale por la arteria pulmonar hacia los pulmones (circulación menor). (FIGURA 12)



### III. SANGRE Y CIRCULACIÓN SANGUÍNEA EN EL HOMBRE

#### Composición de la sangre

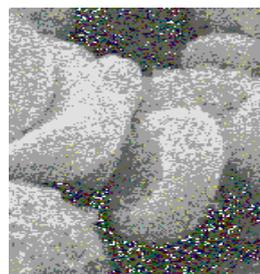
|   |   |                         |   |                               |
|---|---|-------------------------|---|-------------------------------|
| Sangre                                  | { | Plasma 60 %             | { | Albúmina                      |
|   |   | células sanguíneas 40 % | { | Fibrinógeno                   |
| Inmunoglobulinas                        |   |                         |   |                               |
| Glóbulos rojos o Eritrocitos            |   |                         |   |                               |
| F<br>u<br>n<br>c<br>iones de la sangre: | } |                         | } | Glóbulos blancos o leucocitos |
|   |   |                         |   | plaquetas                     |

#### iones de la sangre:

La sangre como sistema principal de transporte une todas las partes del cuerpo.

El oxígeno es transportado desde el pulmón a todas las células del cuerpo especialmente por medio de los eritrocitos con ayuda del pigmento sanguíneo rojo, la hemoglobina, contenida en el interior de los mismos en grandes cantidades. (Ya que el monóxido de carbono realiza un enlace más fuerte con la hemoglobina, impide el transporte del oxígeno, y es por ello tóxico.).

El dióxido de carbono, producto de la respiración celular, se



disuelve fácilmente en el plasma y es transportado de esa manera desde las células hacia el pulmón.

De la misma manera se transportan en el plasma las sustancias básicas de los alimentos desde el intestino hacia todas las células. Esas sustancias básicas son el producto de la digestión en el estómago y en los intestinos.

De la misma manera llegan las sustancias tóxicas a la sangre; sustancias que han sido ingeridas o que se han producido durante algún proceso metabólico en el cuerpo, se transportan al hígado para su descomposición o a los riñones para ser desechadas.

A la persona que practica deporte la piel se le torna roja y la circulación sanguínea aumenta; de esa manera se transporta hacia afuera y se libera el calor producido por el cuerpo en ejercicio. En el invierno las vías sanguíneas de la piel se hacen más angostas y de esta manera se evita que el cuerpo pierda mucho calor (cara pálida), o se evitan congelaciones (circulación aumentada y cara enrojecida). En el plasma se transportan también hormonas y vitaminas.

## Células de la Sangre



### Los Glóbulos rojos o Eritrocitos

En los mamíferos se presentan como células relativamente pequeñas que al madurar pierden su núcleo y otros organelos, por ejemplo mitocondrias. Los glóbulos rojos están formados principalmente por la proteína conjugada **Hemoglobina**, molécula compleja que contiene una proteína globular y una porfirina denominada **Heme**. La hemoglobina es la principal proteína de transporte de oxígeno.

Una hormona renal, la eritropoyetina, se encarga de regular la producción de glóbulos rojos. En los adultos, la médula ósea (tejido esponjoso interno) de los huesos largos es la principal fuente de los nuevos eritrocitos ; en el feto los produce el hígado.

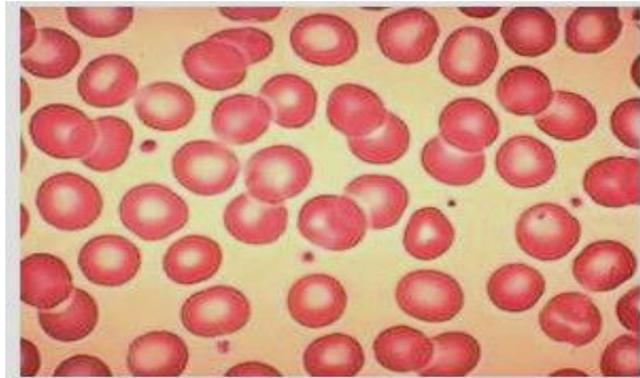
### Glóbulos Blancos o Leucocitos

Los leucocitos o glóbulos blancos, que existen en mucha menor cantidad que los eritrocitos, pero poseen un tamaño dos veces mayor, se encargan de diferentes maneras de la defensa contra las infecciones. Así hay algunos que producen anticuerpos, otros se comen a los causantes de las enfermedades que han ingresado al cuerpo.

Para llegar a todas partes del cuerpo, pueden, como las amebas, abandonar los vasos sanguíneos en los capilares, y así atacar a los productores de enfermedades en los tejidos fuera de las vías sanguíneas. Este paso a través de las paredes vasculares es llamado diapédesis. Al contrario de los eritrocitos, los leucocitos son células completas con núcleo y de un citoplasma viscoso y granuloso, además pueden partirse.

El número de estas células es muy inferior al de los eritrocitos, en un  $\text{mm}^3$  existen de 8.000 a 9.000 leucocitos.

Una disminución de los Glóbulos blancos se denomina leucopenia. Una de las alteraciones más importantes en los órganos hematopoyéticos son las Leucemias en las que existen un incremento desmesurado de los leucocitos pudiendo llegar hasta 500.000 y 1.000.000 de estas células por  $\text{mm}^3$ .



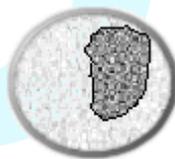
El volumen de sangre en los seres humanos es aproximadamente de 5 litros. Los eritrocitos o glóbulos rojos constituyen el 45% de este volumen, los leucocitos y plaquetas sólo el 1% y el resto es plasma sanguíneo.

### Tipos de Leucocitos

- Linfocitos= 20 -27 %
- Monocitos= 4 - 8 %
- Neutrófilos= 65 - 70 %
- Acidófilos= 2 %
- Basófilos= 0,5 %



Monocito



Linfocito



Neutrófilo



Acidófilo



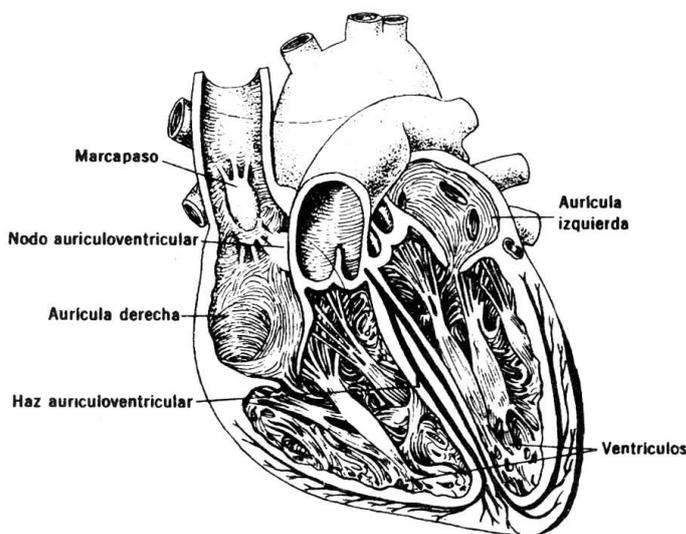
Basófilo

Finalmente actúan las plaquetas junto con el fibrinógeno presente en el plasma en la coagulación sanguínea.

### Resumen de las funciones de la sangre son:

- Transporte de oxígeno y dióxido de carbono
- Transporte de sustancias alimenticias y de desecho
- Transporte de energía
- Transporte de hormonas y vitaminas
- Defensa contra infecciones, por ejemplo la reacción inmunológica
- Cerrar las heridas

**Circulación de la sangre y función cardiaca**



El **corazón humano** es un músculo hueco, del tamaño del puño como mínimo. Está compuesto de dos aurículas (5) + (6) y dos ventrículos(8) + (9), en los que una aurícula y un ventrículo forman una unidad. Las **venas** van hacia las aurículas: las venas corporales o cavas (10)+ (11) y las venas pulmonares (3). Las venas son vasos sanguíneos de pared delgada. En ellas no hay presión prácticamente. Las **arterias** salen del corazón, específicamente de los ventrículos, la arteria pulmonar (2) y la arteria corporal (1), también llamada arteria principal o aorta. La sangre es empujada bajo presión a las arterias. Es por ello que son de pared gruesa, musculosas y elásticas. Se habla de **sístole** cuando se contraen los ventrículos. Se habla de **diástole** cuando el músculo se relaja luego.

Para evitar que la sangre fluya en el sentido incorrecto durante la contracción del músculo cardíaco existen **válvulas** que evitan el flujo retrógrado. Entre la aurícula y el ventrículo están las válvulas aurículas-ventriculares(7).Las válvulas aórtica y pulmonar (4)evitan el flujo retrógrado de las arterias al ventrículo.

|                           |                |                 |                |                   |
|---------------------------|----------------|-----------------|----------------|-------------------|
|                           |                |                 |                |                   |
|                           | <b>Sístole</b> | <b>diástole</b> | <b>Sístole</b> | <b>Diástole</b>   |
| <b>Aurículas</b>          | contraído      | relajadas       | Se llenan      | Lleno             |
| <b>Válvulas aurículas</b> | Abierto        | cerradas        | cerradas       | Abierto levemente |

|                                    |               |         |           |          |
|------------------------------------|---------------|---------|-----------|----------|
| <b>ventriculares</b>               | completamente |         |           |          |
| <b>Ventrículos</b>                 | Se llenan     | llena   | contraído | relajada |
| <b>Válvulas aórtica y pulmonar</b> | cerradas      | cerrada | abierto   | cerrada  |

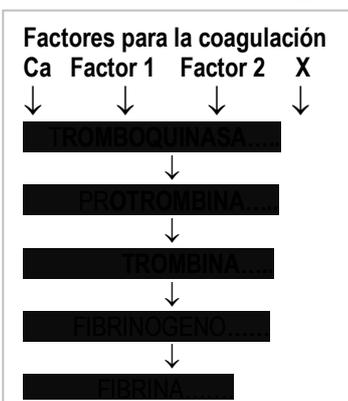
**Los vasos sanguíneos**

Los vasos sanguíneos que salen del corazón se llaman **arterias**. El corazón bombea con gran presión la sangre dentro de las arterias. Es por ello que son de pared gruesa y muscular. La sangre penetra en ellas con una onda de presión, que se puede sentir como pulso.

Los vasos sanguíneos que llevan al corazón se llaman **venas**. Ellas son de pared delgada y tienen válvulas venosas cada cierta distancia. En ellas prácticamente no hay presión sanguínea. En las venas la sangre es transportada de manera prácticamente pasiva de una válvula venosa a la siguiente. La sangre empuja normalmente hacia abajo, llena esas bolsas y cierra la vena de tal manera que la sangre no puede fluir hacia abajo. Gracias a la onda de presión o pulso de una arteria ubicada al lado o a la contracción de un músculo se oprime la vena. La sangre no puede fluir hacia abajo porque las válvulas venosas lo impiden. Solamente puede fluir hacia arriba al separar las válvulas venosas y la sangre avanza un poco. La función aspiradora del corazón apoya este transporte.

Las arterias que salen del corazón son muy anchas y gruesas al principio, se les llama arterias (Arteria corporal = Aorta). Conforme aumenta la distancia desde el corazón se ramifican cada vez más, se hacen más angostas y se llaman, entonces, **arteriolas**. Finalmente son tan delgadas, que los glóbulos rojos apenas pueden pasar. Ahora se llaman **capilares**. Aquí se realiza el intercambio gaseoso y material. Líquido sanguíneo o glóbulos blancos pueden abandonar el vaso sanguíneo y se les encuentra, por ello, en los tejidos. Aquí termina prácticamente la influencia de la presión cardíaca y cuando los capilares se ensanchan para convertirse en vénulas, la sangre debe ser transportada sobre todo por efecto de los músculos, de las ondas de presión y de las válvulas venosas. Las **vénulas** se siguen ensanchando y se convierten en venas.

**Coagulación de la sangre y curación de heridas**



Si una persona se hiere la herida empieza a sangrar después de poco tiempo. Luego de algunos minutos el sangrado se detiene otra vez, porque las v1as sanguíneas alrededor de la herida se han contraído. Durante los próximos diez minutos la sangre se espesa y forma un cierre sobre la herida.

¿Cómo sucede eso? Fuera del cuerpo se forman, a partir del fibrinógeno, largos hilos de proteínas, que envuelven los glóbulos y forman grumos. Así se forma el llamado queque sanguíneo.

Este proceso se inicia inmediatamente después de la herida cuando las plaquetas liberadas se pegan a los bordes de la

herida. Las siguientes se adhieren a su vez y así se forma un tapón sanguíneo, que toma su rigidez de los hilos de fibrina que se van formando.

La formación de esos hilos de fibrina está asegurada por varios medios; para que la fibrina no se forme dentro de los vasos sanguíneos y no provoque la obstrucción de los vasos sanguíneos (trombosis). Para que los hilos de fibrina se puedan formar, son necesarios una serie de iones y factores, llamados factores de coagulación. Todos unidos actúan sobre la enzima tromboquinasa, que transforma la protrombina en la enzima trombina. La trombina puede finalmente formar los hilos de fibrina a partir del fibrinógeno.

Cerca de 10 minutos después de la herida se abren de nuevo los vasos sanguíneos y en caso de heridas pequeñas, ya para entonces se ha formado el tapón sanguíneo que cubre la herida.

Las personas, a las que les falta alguno de los factores de coagulación tienen en comparación, una coagulación muy lenta, de manera que el sangrado casi no puede detenerse. Esta enfermedad se llama hemofilia y es hereditaria. Esta enfermedad se investigó y estudió en los árboles genealógicos de familias nobles europeas.

A estos pacientes se les puede inyectar el factor coagulante de que carecen, de manera que puedan vivir una vida normal.

## SISTEMA CIRCULATORIO LINFÁTICO

Este sistema propio de vertebrados, está constituido por:

1. **Vasos linfáticos.** Se forman como *capilares linfáticos* con un extremo cerrado. Son muy permeables y como se encuentran en casi todos los espacios tisulares entra fácilmente el fluido intersticial. Estos **capilares** se van uniendo para formar **vasos linfáticos** mayores. Estos vasos poseen **válvulas** para evitar el retroceso de la linfa. Los vasos linfáticos desembocan en el sistema circulatorio sanguíneo.
2. **Ganglios linfáticos.** Son agregados de células que se encuentran a lo largo de los vasos linfáticos. Su función consiste en producir **linfocitos**, implicados en los mecanismos de defensa del organismo.

**La linfa** Es el líquido circulante y posee además de la función **defensiva**, que corre a cargo de los linfocitos circulantes; se encarga también de **recuperar** parte del fluido intersticial, fundamentalmente proteínas de elevado peso molecular que no pueden ser absorbidas por los capilares sanguíneos. Una vez recuperadas son transportadas hasta el la sangre. También desempeñan un importante papel en el **transporte de las grasas** absorbidas en las vellosidades intestinales, que de esta manera pasan a la circulación sanguínea a través del sistema linfático

## TRANSFUSIONES DE SANGRE

**La sangre humana posee dos sistemas principales que son el sistema ABO y el sistema Rhesus que se determinan genéticamente.**

## El Sistema ABO

Existen cuatro grupos sanguíneos que se determinan de acuerdo a dos aspectos:

- La presencia de antígenos o aglutinógenos en la membrana del glóbulo rojo. Se denominan A y B
- La presencia de anticuerpos o aglutininas en el plasma y se denominan anti-A y anti-B que son proteínas gammaglobulinas.

| TIPO | AGLUTINOGENOS | AGLUTININAS     | RECIBE DE    | DONA A       |
|------|---------------|-----------------|--------------|--------------|
| A    | A             | Anti-A          | O y A        | A y AB       |
| B    | B             | Anti-B          | O y B        | B y AB       |
| AB   | A y B         | _____           | O, A, B y AB | AB           |
| O    | _____         | Anti-A y Anti-B | O            | A, B, AB y O |

En consecuencia:

GRUPO AB: *Receptor Universal de sangre, pero dador universal de plasma*  
 GRUPO O : *Dador universal de sangre, pero receptor universal de plasma*

## El Sistema Rhesus (Rh)

Fue descubierto en el año 1940 por Landsteiner y Wiener. Depende de un aglutinógeno, hallado inicialmente en los glóbulos rojos de los monos *Macacus rhesus*, llamado factor Rh, que se encuentra en el 85% de los glóbulos rojos humanos. Los que poseen estos aglutinógenos son llamados Rh(+) y los que carecen, Rh(-). El factor Rh es llamado también antígeno D y es una proteína glucosilada.

Las aglutininas anti-A y anti-B son anticuerpos naturales ya que nacen con el individuo, en cambio el anti-Rh es anticuerpo adquirido, porque lo va a sintetizar individuos Rh(-) ante un primer contacto con el antígeno D (por transfusión o durante el embarazo o el parto), pero actúan rechazando ante una segunda exposición.

## ENFERMEDADES DEL SISTEMA CIRCULATORIO

Las enfermedades cardiovasculares, incluyendo los infartos al miocardio, los accidentes vasculares cerebrales y la insuficiencia cardiaca congestiva, son la principal causa de muerte en los Estados Unidos, matan cerca de 1 millón de estadounidenses cada año. Considera el estrés bajo el que tiene que funcionar constantemente el sistema circulatorio. Se espera que el corazón se contraiga vigorosamente más de

2,500 millones de veces durante la vida, sin descanso alguno. También se espera que impulse la sangre a través de una serie de vasos sanguíneos cuya longitud total podría rodear dos veces el globo terrestre. Agregar la posibilidad de que la red compleja de vasos puede reducirse, debilitarse o taparse debido a un sinnúmero de razones y resulta fácil ver porqué el sistema cardiovascular es el principal candidato para presentar alteraciones funcionales.

### **Asesinos ocultos: Hipertensión y arterosclerosis**

La presión arterial alta, también llamada hipertensión, generalmente la origina la reducción de las arteriolas, que causan mayor resistencia al flujo sanguíneo. En la mayoría de los 50 millones de estadounidenses afectados por esta condición, se desconoce la causa de esta reducción. La herencia parece tener un papel importante. Para algunos individuos que están predispuestos a presentar hipertensión, la ingesta elevada de sal en la dieta y la obesidad la pueden agravar. Aunque la presión arterial normal tiende a aumentar con la edad, un límite aproximado para las lecturas de presión elevada es de 140/90.

La presión arterial alta da pocas señales de advertencia, pero afecta al sistema cardiovascular de varias formas insidiosas. En primer lugar, somete a un esfuerzo al corazón debido al incremento de la resistencia al flujo sanguíneo. Aunque el corazón se puede agrandar en respuesta a esta demanda agregada, su propio aporte sanguíneo puede no aumentar proporcionalmente. Por ello el miocardio no recibe un aporte adecuado de sangre, especialmente durante el ejercicio. La falta de oxígeno suficiente en el corazón puede ocasionar dolor en el pecho que recibe el nombre de angina de pecho.

En segundo lugar, la presión arterial alta, contribuye al "endurecimiento de las arterias" o arteriosclerosis, que se describirá más adelante. En tercer lugar, la presión arterial alta, junto con el endurecimiento de las arterias, puede ocasionar la ruptura de una arteria y un sangrado interno. La ruptura de los vasos que nutren al cerebro ocasiona un accidente vascular cerebral que consiste en la pérdida de la función cerebral en el área desprovista de sangre y del oxígeno vital y de los nutrientes que dicha sangre proporciona.

La hipertensión puede tratarse de varias maneras. La hipertensión leve puede aliviarse con una reducción del peso, con ejercicios y en ocasiones con una reducción de la sal en la dieta. Las terapias de reducción del estrés como las técnicas de relajación, meditación y biorretroalimentación también pueden ser de utilidad. Para los casos más graves, se prescriben fármacos. Estos incluyen diuréticos, que aumentan los diuréticos y disminuyen el volumen sanguíneo, medicamentos que disminuyen la frecuencia cardíaca y otros que ocasionan dilatación de las arterias y arteriolas.

La arteriosclerosis (Que proviene de la palabra griega athero, que significa "atole" o "pasta" y scleros, que significa "duro") ocasiona pérdida de la elasticidad en las grandes arterias y engrosamiento de sus paredes. El engrosamiento se debe a depósitos de compuestos como el colesterol llamadas placas y otras sustancias grasas, así como calcio y fibrina. Estas placas de depósito dentro de la pared de la arteria entre la célula del músculo liso y la célula endotelial que limita el vaso.

Ocasionalmente la placa se rompe en la capa limitante del interior del vaso. Esta ruptura estimula que las plaquetas inicien la coagulación sanguínea. Esta obstruye posteriormente la arteria y puede tapanla posteriormente. Los coágulos arteriales son responsables de las consecuencias más graves de la arteriosclerosis : infartos al miocardio y accidente cerebro vasculares.

Un infarto al miocardio se presenta cuando una de las arterias coronarias (arterias que nutren al músculo cardíaco) se obstruye. Si un coágulo se desprende, puede transportarse a una parte más angosta de la arteria y obstruir el flujo sanguíneo. Si se desprovee al músculo cardíaco de nutrientes y oxígeno, esta parte, que antes era irrigada por la arteria obstruida, muere rápidamente. Si el área afectada es pequeña, el paciente puede recuperarse, pero la muerte de grandes áreas del músculo cardíaco casi siempre es fatal de manera instantánea. Aunque los infartos al miocardio son la principal causa de muerte producida por la arteriosclerosis, esta enfermedad ocasiona que se formen placas y coágulos en las arterias de todo el cuerpo. Si un coágulo o una placa obstruyen una arteria que nutre el cerebro, esto puede ocasionar un accidente vascular cerebral, el cual da como resultado un cuadro similar al ocasionado por la ruptura de una arteria. Al igual que con la hipertensión, la causa exacta de la arteriosclerosis aún no está clara, pero varios factores la pueden ocasionar. Estos factores comprenden la hipertensión, el tabaquismo, la predisposición genética, la obesidad, la diabetes, una vida sedentaria y concentraciones sanguíneas elevadas de un tipo de colesterol que se une a una molécula transportadora llamada lipoproteína de baja densidad (LDL). Si las concentraciones de LDL, unido al colesterol son muy elevadas, el colesterol puede depositarse en las paredes arteriales. Por el contrario, el colesterol unido a la lipoproteína de densidad elevada (HDL) se metaboliza o elimina y por lo tanto con frecuencia recibe el nombre de colesterol bueno.

Si se hace ejercicio de manera regular, se controla el peso corporal, se evita el tabaquismo y se disminuye el colesterol y las grasas saturadas en la dieta, uno puede disminuir de manera importante el riesgo de desarrollar arteriosclerosis. La moderación en el consumo de grasas saturadas animales y de otro origen también es importante debido a que hallazgos recientes relacionan la ingesta elevada de estas sustancias con las concentraciones séricas elevadas de colesterol. El tratamiento tradicional para la arteriosclerosis incluye el uso de medicamentos que disminuyen la presión arterial y las concentraciones de colesterol sérico. En casos extremos, la nitroglicerina se utiliza para dilatar los vasos sanguíneos y aliviar el dolor de la angina de pecho causado por la reducción de las arterias coronarias. La cirugía de derivación

consiste en la derivación de una arteria coronaria obstruida o su reemplazo con un pedazo de vena, generalmente obtenida de la pierna del paciente. Aunque la prevención es la estrategia más exitosa, están en desarrollo otros tratamientos de alta tecnología para combatir la arteriosclerosis. Los coágulos sanguíneos con frecuencia se disuelven mediante la inyección de una enzima, estreptocinasa u otro fármaco, el TPA, dentro de la arteria coronaria. Ambos funcionan estimulando la producción de una enzima que rompe la fibrina, la proteína que favorece la formación del coágulo. Cuando se efectúan inmediatamente después de la presentación de un infarto al miocardio, este tratamiento puede incrementar significativamente las posibilidades de sobrevivencia del paciente y de llevar una vida normal.



# SISTEMA RESPIRATORIO

## INTERCAMBIO GASEOSO EN LOS ANIMALES

Ni la hidra ni la planaria que son animales pluricelulares acuáticos poseen estructuras especiales para el intercambio gaseoso. Ambos animales tienen distribuidas sus células en capas delgadas. Los gases se intercambian directamente entre el organismo y el agua a través de las células de la capa externa.

A lo largo de la evolución los animales desarrollaron medios para transportar grandes cantidades de oxígeno y dióxido de carbono de ciertas sustancias contenidas en su medio circulante. Una de esas sustancias es la HEMOGLOBINA. Tanto la lombriz de tierra como el hombre utilizan la hemoglobina para transportar el oxígeno.

El intercambio gaseoso en los animales puede ser:

- a) Branquial
- b) Traqueal
- c) Pulmonar

1.- Branquial: se realiza por medio de las branquias

Las branquias están presentes en algunos gusanos acuáticos así como en crustáceos y moluscos. Incluso en algunos vertebrados como peces y renacuajos.

Las branquias se encuentran unidas a los apéndices en algunos animales y en otros como en el cangrejo de río, de mar y la langosta salen de las paredes torácicas a una cámara formada por el caparazón que lo cubre. El agua entra en una cámara de las branquias por debajo de los bordes libres y es expulsada hacia fuera por placas aplanadas que se encuentran cerca de la boca.

En los vertebrados acuáticos se forman hendiduras branquiales. Así por ejemplo, en los peces, las branquias están formadas por filamentos muy delgados. Cada filamento posee una capa delgada de células que cubren una red de vasos capilares.

El oxígeno y el dióxido de carbono se intercambian entre la sangre que circula por estos vasos capilares y el agua que rodea a los filamentos.

Debido a que el agua contiene oxígeno en disolución en pequeñas proporciones, es necesario que las branquias estén permanentemente irrigadas con agua para que el animal pueda obtener el oxígeno necesario. El pez toma agua por la boca y la impulsa sobre las branquias de donde sale por una abertura que se encuentra en la cavidad que rodea los filamentos de las branquias.

2.- Traqueal: Los insectos han desarrollado un sistema de tubos de aire para transportar el oxígeno. Estos tubos se denominan TRAQUEAS. En los insectos, la sangre no es importante para el transporte de gases. Las larvas de algunos insectos poseen hemoglobina en la sangre, pero todos los adultos carecen de ella. Como se mencionó anteriormente el insecto no necesita mantener en contacto el sistema traqueal con el sistema circulatorio. En el sistema de tráqueas el aire entra a través

de unos orificios ubicados en la pared del cuerpo denominados ESPIRÁCULOS y pasa a las cavidades llenos de aire. A partir de estas cavidades, las tráqueas se van ramificando en tubos cada vez más pequeños y estos a su vez entran en contacto con las células de los tejidos, las cuales por difusión pueden obtener oxígeno y eliminar CO<sub>2</sub>.

Los insectos como los saltamontes bombean aire por estos tubos contrayendo y expandiendo el abdomen. Aspiran aire hacia el cuerpo por medio de los cuatro primeros pares de espiráculos cuando se expande el abdomen y lo expulsan por los últimos seis pares de espiráculos cuando se contrae el abdomen. Este sistema traqueal conduce el aire muy adentro del cuerpo del insecto, lo bastante cerca de cada célula para que pueda difundirse por la pared del tubo traqueal. Los insectos acuáticos al igual que los escarabajos y algunos tipos de avispas han tenido que desarrollar un intercambio espiracular muy complejo. Gran parte de la superficie ventral está cubierta por pelos impermeables y muy finos que mantienen una delgada capa de aire junto al cuerpo.

3.- Pulmonar: es cuando el oxígeno llega a unos órganos llamados pulmones, cuya estructura y forma varía de acuerdo a la clase animal:

a) En los anfibios: la mayor parte obtiene el oxígeno mediante las branquias durante la fase larvaria que se degeneran durante la metamorfosis.

Los pulmones de los anfibios adultos son estructuras simples parecidas a sacos. En la mayor parte de las ranas y sapos las paredes de los pulmones poseen muchos pliegues llenos de alveólos que aumentan la capacidad de captar oxígeno. Muchos anfibios poseen una tráquea corta la cual se bifurca en dos bronquios que penetran en los pulmones. El aire es bombeado a los pulmones del anfibio por un simple proceso de deglución.

La mayor parte de los anfibios capta oxígeno por la piel. Algunos como la salamandra carece de pulmones y branquias en la edad adulta por lo que obtienen el oxígeno a través de la piel y del epitelio de la boca. Para poder realizar este intercambio gaseoso la piel de los anfibios debe permanecer húmeda, por ello la mayoría de los anfibios viven en zonas húmedas como pantanos y estanques.

b) En los Reptiles: se puede considerar los pulmones de los reptiles como un paso intermedio entre los anfibios y los vertebrados superiores. En general, son más complejos que el de los anfibios, pues poseen abundantes cámaras internas aumentando así su eficacia en la captación de oxígeno. En algunos lagartos, un pulmón es más grande que el otro y en las serpientes el pulmón izquierdo esta reducido o no está presente. Posiblemente esto se debe a la forma alargada de su cuerpo.

Los cocodrilos poseen pulmones muy parecidos a los de los mamíferos. En los reptiles de cuello largo como las tortugas, la tráquea es corta y con curvas. Los reptiles además de deglutir aire como los anfibios, hacen también uso de las costillas y de los músculos abdominales para aspirar aire hacia los pulmones.

c) En las Aves. Los pulmones de las aves son pequeños y se expanden como en los mamíferos, sin embargo se conectan con 9 sacos aéreos situados en diversas partes del cuerpo. Los sacos aéreos no poseen epitelios respiratorios por lo tanto no intercambian gases pero sirven principalmente como reserva de aire. Estos sacos

aéreos permiten aumentar la eficiencia de la ventilación pulmonar puesto que el aire fresco pasa a través de los pulmones tanto durante la inhalación como durante la espiración. Lo anterior hace que una corriente continua de aire pase por los capilares pulmonares, asegurando así un intercambio eficaz de gases.

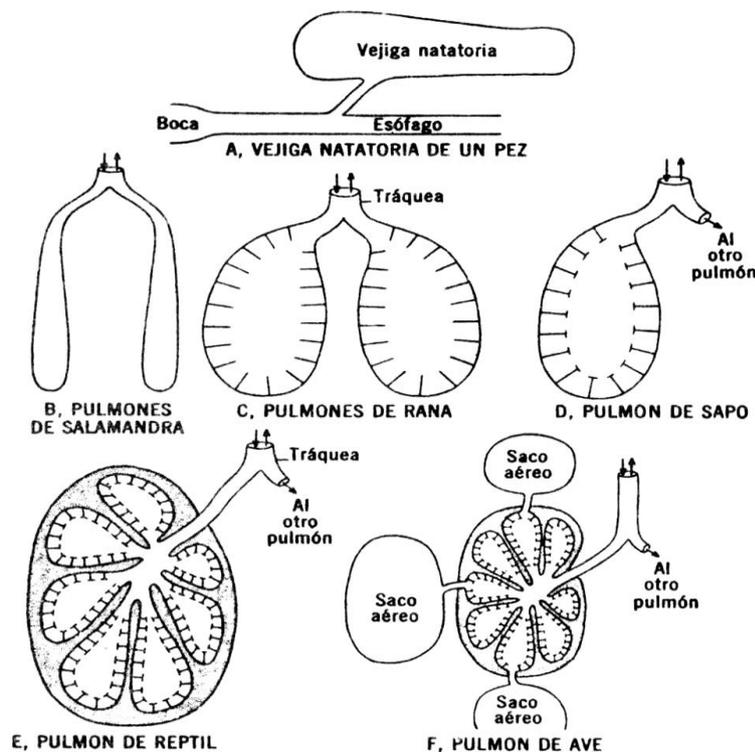
La respiración en las aves se efectúa por movimientos de en las costillas y el esternón. En muchas aves los sacos aéreos se comunican con los huesos y ello contribuye a reducir el peso del cuerpo.

d) En los Mamíferos: el aire luego de ingresar por las fosas nasales pasa por la faringe, luego a la laringe y después a la tráquea, órgano que posee anillos cartilagosos

Desde la tráquea el aire pasa a los bronquios los cuales se dividen en conductos cada vez más pequeños y terminan en los alveolos donde ocurre el intercambio gaseoso.

En los mamíferos acuáticos se observan modificaciones adaptativas en diversas partes de su sistema respiratorio. Así por ejemplo poseen pliegues y válvulas para cerrar las aberturas nasales externas.

En la ballena, por ejemplo, la epiglotis y la laringe tienen forma de tubo y la parte superior de la faringe está cerrada fuertemente por músculos. Las focas poseen adaptaciones importantes que las capacita para zambullirse a grandes profundidades sin experimentar falta de oxígeno. Esto lo logran en parte porque disminuyen la frecuencia cardiaca tan pronto como se sumergen. Las focas pueden sumergirse hasta 600 metros de profundidad y permanecer allí por 25 a 35 minutos.



## SISTEMA RESPIRATORIO HUMANO

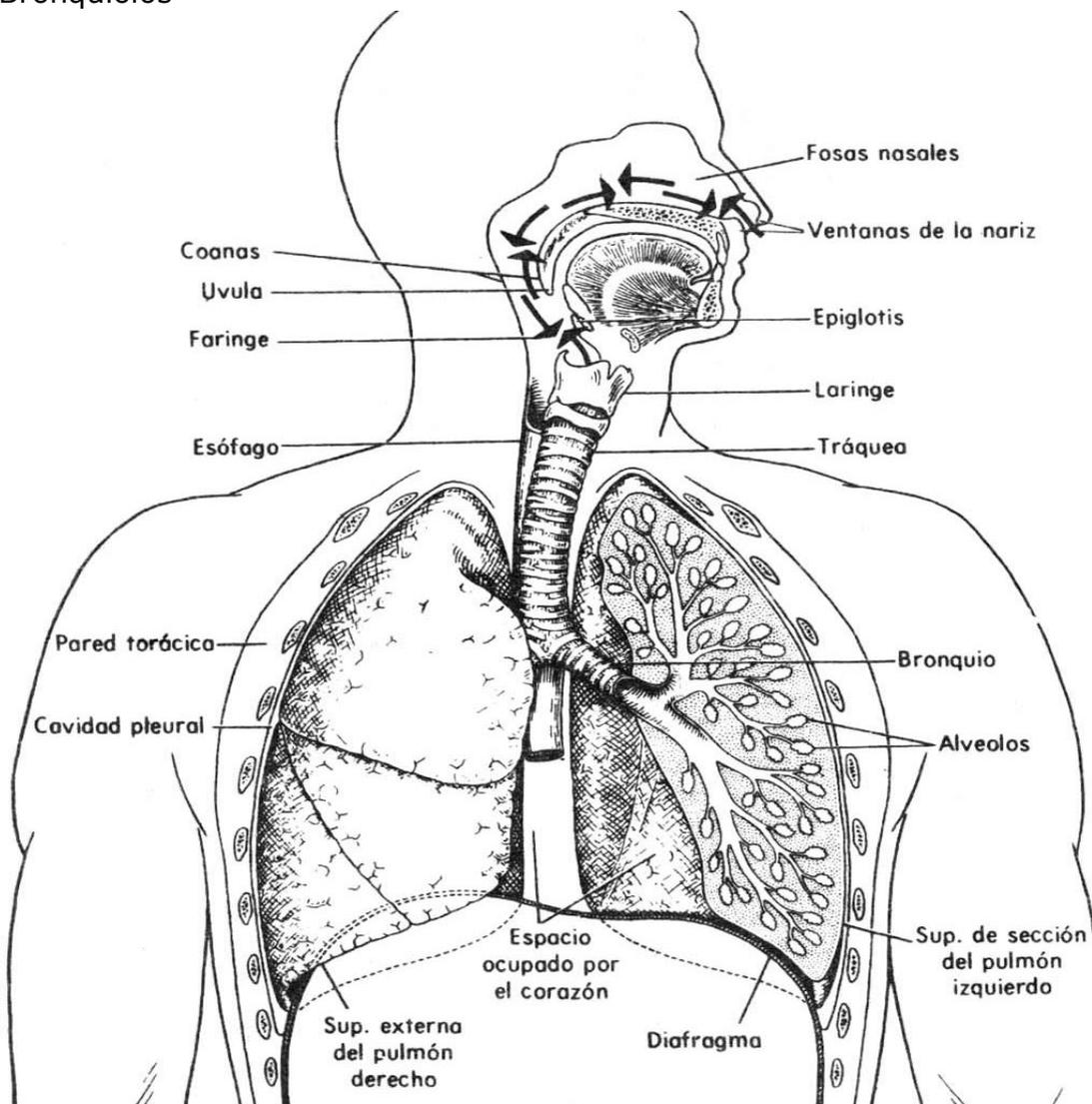
El hombre al igual que los animales superiores requiere un sistema respiratorio eficiente donde se combine una gran área superficial para el intercambio de gases y un sistema circulatorio para transportar los gases a las células.

El sistema respiratorio humano está conformado por:

- Vías Respiratorias
- Órganos para el intercambio gaseoso

A su vez las vías respiratorias están constituidas por:

- Fosas nasales
- Faringe
- Laringe
- Tráquea
- Bronquios
- Bronquiolos



## Fosas nasales

Son dos cavidades ubicadas en la región central de la cara, posee cada una, una abertura externa que se comunica con el exterior llamada NARINA

El techo de las fosas nasales lo constituye la lámina cribosa del hueso etmoides, el piso el paladar óseo. Las paredes laterales presentan tres cornetes: el superior y el medio pertenecen a las masas laterales del hueso etmoides y el inferior es un hueso independiente. Debajo de cada cornete existe un meato. El límite entre ambas fosas nasales está dada por el tabique nasal formado por la lámina perpendicular del hueso etmoides, el cartílago nasal y el hueso vómer.

Internamente cada fosa nasal está tapizada por una membrana llamada PITUITARIA que se encuentra cubierta por numerosos CILIOS. El aire al ingresar a las fosas nasales los cilios retienen algunos microorganismos y el polvo

Además la pituitaria calienta el aire que ingresa a la temperatura del cuerpo.

Entre las funciones que cumplen las fosas nasales tenemos:

- Sirve para acondicionar (purificar, calentar y humedecer) el aire inspirado
- Sirve como caja de resonancia para la voz, a esto también contribuyen los senos paranasales.

## La Faringe

Es una vía común a los sistemas respiratorio y digestivo

Como vía respiratoria se comunica con las fosas nasales y la laringe.

Al inicio de la laringe existe una especie de válvula llamada EPIGLOTIS que cierra la laringe cada vez que se deglute desviando la comida hacia el esófago.

La epiglotis se abre cuando inspiramos permitiendo el paso del aire hacia los pulmones.

La faringe se extiende desde la base del cráneo hasta la altura de la 6ta. Vértebra cervical.

La faringe comprende tres regiones:

- Faringe nasal: se comunica con las fosas nasales a través de las coanas
- Faringe oral : se comunica con la boca a través del istmo de las fauces
- Faringe laringe; está detrás de la laringe y se comunica con el esófago

Entre las funciones que cumple la faringe:

- Vía digestiva
- Vía respiratoria
- Defensiva por la presencia de las amígdalas

## La Laringe

Es un órgano de forma cilíndrica, músculo-cartilaginosa que comunica la faringe con la tráquea. Se encuentra ubicada en la parte anterior y media del cuello, debajo del hueso hioides, encima de la tráquea. Se extiende desde la 4ta a la 6ta vértebra cervical.

Mide aproximadamente 4,4 cm de longitud.

Estructuralmente posee 4 capas, siendo la más interna la denominada Mucosa que posee dos pares de pliegues, los cuales se orientan en sentido anteroposterior. Estos pliegues se denominan cuerdas vocales: las cuerdas vocales superiores o falsas y las

cuerdas vocales inferiores o verdaderas. Dentro de cada cuerda vocal se incluye un ligamento de sostén y un músculo esquelético denominado músculo vocal.

El espacio comprendido entre las cuerdas vocales inferiores o verdaderas se denomina glotis. Estas últimas son las únicas que intervienen en la fonación.

## **La Tráquea**

Es un conducto que mide 10 a 12 cm de largo que permite el paso del aire desde la laringe hacia los bronquios. Se localiza en la región torácica, por delante del esófago. Está formado por 15 a 20 anillos incompletos, es decir en forma de U. Esta tapizada por una capa mucosa formada por un epitelio que sirve para eliminar partículas extrañas.

## **Los Bronquios**

Se forman al dividirse la tráquea en dos bronquios: derecho e izquierdo, los cuales ingresan a cada pulmón por el HILIO PULMONAR. Los bronquios también están formados por anillos cartilagosos y una vez que entran a los pulmones se ramifican hasta numerosos bronquiólos.

## **Los Bronquiolos**

Son conductos mucho más delgados, no tienen cartílago, sólo tejido muscular liso. Pueden ser intralobulillares, terminales respiratorios, éstos últimos ya no son parte de las vías respiratorias, pues poseen en sus paredes alveolos que realizan el intercambio gaseoso o hematosis.

## **Los Pulmones**

Los pulmones son órganos de estructura esponjosa. Su interior está dividido en pequeñas cavidades microscópicas llamadas alveolos lo cual aumenta la superficie húmeda disponible para el intercambio gaseoso entre el aire y la sangre.

## **MECANISMO DE LA VENTILACIÓN PULMONAR**

El proceso por el cual entra y sale el aire de los pulmones se denomina ventilación pulmonar y comprende dos fases:

- a) Inspiración
- b) Espiración

### **Inspiración**

Cuando entra el aire a los pulmones el torax se amplía y empuja hacia fuera las. Pero en realidad este mecanismo no es tan sencillo, pues los pulmones no se pueden expandir por sí solos.

Los movimientos respiratorios son producidos por dos músculos:

Los primeros levantan las costillas y las empujan hacia fuera, aumentando así el volumen de la caja torácica. La corriente de aire entra por la tráquea hasta que la presión de los pulmones iguale la presión atmosférica.

### **Espiración**

Es pasiva, los músculos se relajan y los pulmones por su elasticidad a su forma original, lo mismo que los intercostales y el diafragma.

### **REGULACIÓN NERVIOSA DE LA VENTILACIÓN**

Al aumentar la cantidad de CO<sub>2</sub> en el plasma, estimula el centro respiratorio situado en el Bulbo raquídeo, este envía impulsos nerviosos hacia el diafragma y músculos intercostales para aumentar los movimientos respiratorios y eliminar el dióxido de carbono a la vez que se proporciona mayor cantidad de oxígeno a las células

También la acumulación de ácido láctico en los músculos debido a un esfuerzo grande, estimula al centro nervioso respiratorio.

### **RITMO Y CAPACIDAD RESPIRATORIA**

En el hombre el ciclo alternado de inspiración y espiración se repite de 12 a 18 veces por minuto. Un individuo en reposo mueve aproximadamente 500 ml de aire en cada ciclo. Si un sujeto inspira tan profundamente como le sea posible y luego espira con al misma intensidad en un dispositivo que mide el volumen expulsará aproximadamente 4500 m,l de aire. Esta cantidad se denomina Capacidad Vital y es generalmente elevada en atletas adiestrados. Por el contrario en ciertas enfermedades cardiacas o pulmonares la capacidad vital está considerablemente disminuida.

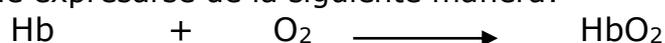
### **FENÓMENOS FÍSICO-QUÍMICOS DEL INTERCAMBIO GASEOSO**

El paso del oxígeno de los alveolos a los capilares pulmonares y el anhídrido carbónico en sentido contrario se lleva a cabo simplemente por un fenómeno llamado DIFUSIÓN. Cada gas va de una región de alta concentración a otra de concentración más baja. Es decir, el aire al entrar a los alveólos pulmonares tiene una alta concentración de oxígeno. La sangre que viene del cuerpo y pasa por los capilares de los alveolos posee una baja concentración de oxígeno, por ello el oxígeno pasa de los alveolos a la sangre. El hierro de la molécula de hemoglobina en los glóbulos rojos de la sangre se combina con el oxígeno.

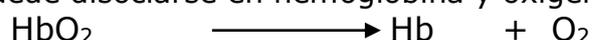
La sangre también interviene en el transporte de anhídrido carbónico. Normalmente las células del hombre en reposo elaboran unos 200 ml de anhídrido carbónico por minuto. Por tal motivo la sangre que fluye de los tejidos a los pulmones tiene una concentración mayor de anhídrido carbónico que el aire que se encuentra en los alveolos pulmonares. El oxígeno y el CO<sub>2</sub> pasan del aire a la sangre y viceversa donde se combina con la hemoglobina de los glóbulos rojos.

Esta combinación del oxígeno con la hemoglobina se denomina OXIHEMOGLOBINA

Y su reacción puede expresarse de la siguiente manera:



Pero no sólo puede la hemoglobina combinarse con el oxígeno, sino que la oxihemoglobina puede disociarse en hemoglobina y oxígeno:



# LA FUNCIÓN DE EXCRECIÓN Y REPRODUCCIÓN

## LA EXCRECIÓN EN LAS PLANTAS

La actividad metabólica de las plantas trae como consecuencia la producción de sustancias que son reutilizadas por la propia planta de manera que la excreción es mínima en estos organismos.

## LA EXCRECIÓN EN LOS ANIMALES

Cuando se habla de excreción, siempre pensamos en la eliminación de productos de desecho. Esta sin embargo, es sólo una de sus funciones.

La excreción es además, un **sistema regulador** del medio interno, es decir, determina la cantidad de agua y de sales que hay en el organismo en cada momento, y expulsa el exceso de ellas de modo que se mantenga constante la composición química y el volumen del medio interno (homeostasis). Así es como los organismos vivos aseguran su supervivencia frente a las variaciones ambientales.

Se puede decir, que la excreción llevada a cabo por los sistemas excretores implica varios procesos:

- La **excreción** de los productos de desecho del metabolismo celular.
- La **osmorregulación** o regulación de la presión osmótica
- La **ionoregulación** o regulación de los iones del medio interno.

### IONORREGULACIÓN

Consiste en la regulación en el contenido de iones del medio interno. Este proceso es muy importante, porque cualquier desequilibrio puede alterar las funciones biológicas de forma irreversible.

Así, la secreción de  $H^+$  regula el pH de la sangre, de forma que si éste es demasiado ácido, aumenta la secreción de  $H^+$ . De no suceder esto, algunas moléculas (básicamente proteínas) se alterarían irreversiblemente.

También la secreción de  $K^+$  es fundamental, ya que un aumento de éste en la sangre produce grandes arritmias cardíacas, y una disminución excesiva provocaría parálisis al interferir en la transmisión del impulso nervioso.

La regulación de la concentración de  $K^+$  se produce por medio de una hormona, la **aldosterona**, segregada por las glándulas suprarrenales. Si en la sangre hay un exceso de  $K^+$ , se estimulan las glándulas suprarrenales y se produce aldosterona. Esta acelera la secreción de  $K^+$ .

### OSMORREGULACIÓN

La regulación de la concentración de sales en el medio interno se consigue en los vertebrados de diferentes formas, según el medio en el que vivan.

Los peces de agua dulce viven en un medio hipotónico, por lo que el agua tiende a entrar en su cuerpo de forma continua por ósmosis y a través de las branquias. Por ello, tienen que eliminar el exceso de agua, para lo cual los riñones

reabsorben las sales pero muy poca agua, con lo que la orina está muy diluida y es abundante.

Por el contrario, los peces de agua salada están expuestos a una pérdida continua de agua por ósmosis, ya que el medio en el que viven es hipertónico.

- Los peces óseos (teleósteos) resuelven este problema ingiriendo gran cantidad de agua salada por la boca y reabsorbiéndola casi toda en sus riñones, con lo que la cantidad de orina excretada es muy pequeña y concentrada. Además expulsan el exceso de sales por medio de unas células especializadas de sus branquias.
- Los peces cartilaginosos (elasmobranquios), poseen una adaptación completamente distinta, ya que han transformado su medio interno en ligeramente hipertónico (prácticamente isotónico) respecto al agua del mar, para lo cual acumulan una alta concentración de urea que sería tóxica para otros animales. No ingieren agua, esta penetra por ósmosis y segregan una orina hipotónica y abundante, mientras que la sal se excreta por una glándula situada en la región posterior del intestino.

Los vertebrados terrestres, cuyo problema es la desecación, han de conservar el agua, pero a la vez deben eliminar los productos de desecho nitrogenado.

- Los reptiles, que excretan ácido úrico, casi no necesitan agua para su excreción.
- Las aves también excretan ácido úrico, por lo que tienen gran reabsorción tubular que reduce al máximo el agua excretada.
- Los mamíferos, se han adaptado para producir una orina hipertónica, gracias al desarrollo de nefronas con túbulos muy largos y complejos (asas de Henle) que facilitan su reabsorción.

## ÓRGANOS IMPLICADOS EN LA EXCRECIÓN EN LOS VERTEBRADOS

| Productos de desecho      | Origen del producto               | Órgano productor                  | Órgano de excreción         | Medio excretor                  |
|---------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| <b>Urea</b>               | Por la degradación de aminoácidos | Hígado                            | Riñones                     | Orina                           |
| <b>Ácido úrico</b>        | Por la degradación de purinas     | Hígado                            | Hígado                      | Orina                           |
| <b>Pigmentos biliares</b> | Por la degradación de hemoglobina | Hígado                            | S. digestivo                | Heces                           |
| <b>Agua</b>               | Respiración celular               | Conjunto de células del organismo | Riñones<br>Piel<br>Pulmones | Orina<br>Sudor<br>Vapor de agua |
| <b>CO<sub>2</sub></b>     | Respiración celular               | Conjunto de células del organismo | Pulmones                    | Aire espirado                   |

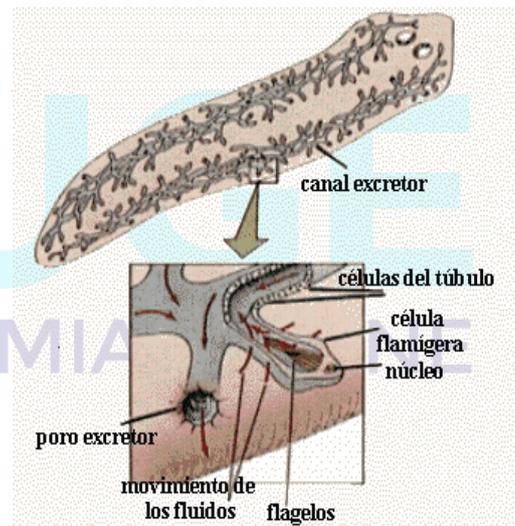
## EL MECANISMO DE LA EXCRECIÓN

En todos los animales, la excreción debe llevarse a cabo por medio de sistemas excretores especializados que tomen las sustancias de desecho del medio interno y los transporten al exterior del animal. En todos ellos se han de realizar tres tipos de procesos:

1. la *filtración*: Que es el paso de los líquidos del cuerpo, por difusión, al interior de los tubos excretores. Es una **orina inicial**, que lleva además de sustancias de desecho, otras muchas moléculas necesarias para el organismo, que volverán al medio interno de los organismos gracias al proceso de :
2. la *reabsorción*: que se realiza a lo largo de los tubos excretores, cuyas células extraerán de esta orina inicial grandes cantidades de agua y sustancias útiles para el organismo, devolviéndolas a los líquidos corporales.
3. la *secreción*, opera en sentido contrario y transfiere materiales de los líquidos corporales a los tubos excretores, fundamentalmente iones, como el  $K^+$ . El líquido obtenido es la **orina final**, que será expulsada al exterior.

### Sistema excretor en invertebrados:

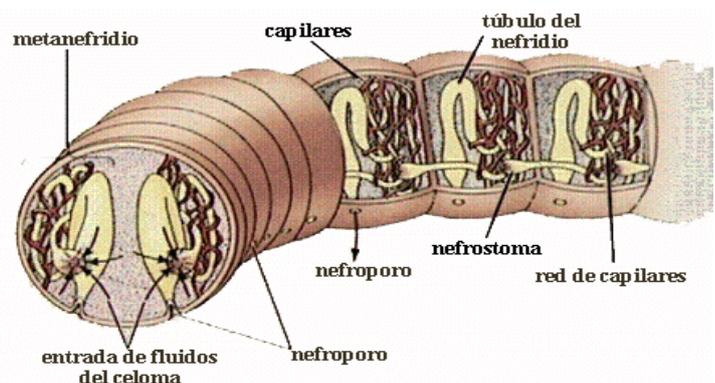
1. **Protonefridios** Son típicos de los Platelminos y de otros animales sin celoma, son órganos excretores que constan de una serie de túbulos muy ramificados cuyos extremos internos terminan en una célula, célula flamígera provista de varios flagelos que se dirigen hacia la luz del túbulo. Las sustancias de desecho atraviesan las células flamígeras, penetran en los túbulos y son empujadas por el batido rítmico de los flagelos saliendo al exterior por los poros excretores ubicados en la superficie del cuerpo de estos animales.



### 2. Metanefridios

Aparecen en Anélidos y moluscos. Son estructuras abiertas por los dos extremos. Uno se abre a la cavidad celómica tiene forma de embudo ciliado y se llama **nefrostoma**, el otro extremo se abre al exterior por un poro, el **nefridioporo**.

El líquido que está en el celoma y que contiene los productos de desecho es recogido por los

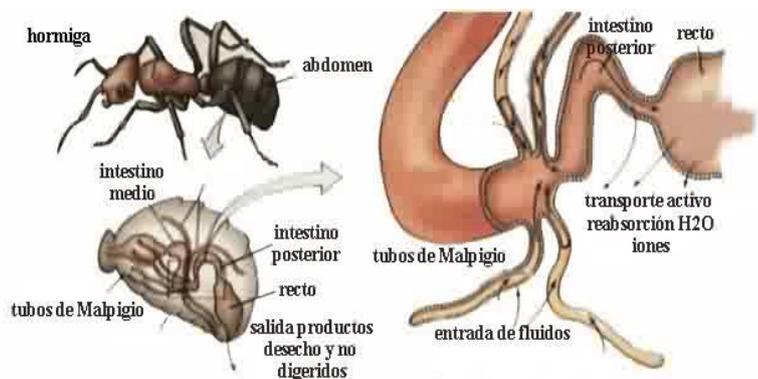


cilios del nefrostoma por un proceso de filtración, pasa a los túbulos, donde se reabsorben las sustancias que son útiles, los desechos salen al exterior por el nefridioporo.

### 3. Tubos de Malpigio:

Aparecen en los insectos. Son tubos delgados, cerrados por el extremo que se encuentra en la cavidad corporal y abiertos por el otro extremo al tubo digestivo, entre el intestino medio y el intestino posterior.

De esta forma, se vierten al exterior los productos de desecho, junto con los alimentos sin digerir:



En la pared de los tubos se produce una secreción de  $K^+$  por transporte activo desde la hemolinfa, por lo que pasan también moléculas de pequeño tamaño y agua. Cuando estas sustancias llegan al intestino posterior, se produce la reabsorción de agua y sustancias aprovechables, y el resto se elimina.

### Excreción en vertebrados:

#### Sistema urinario

El sistema urinario está constituido por dos riñones, donde se "elabora" la orina, y unos conductos que la llevan al exterior.

Los riñones son típicos de vertebrados. Cada riñón está formado por un conjunto de unidades llamadas nefronas.

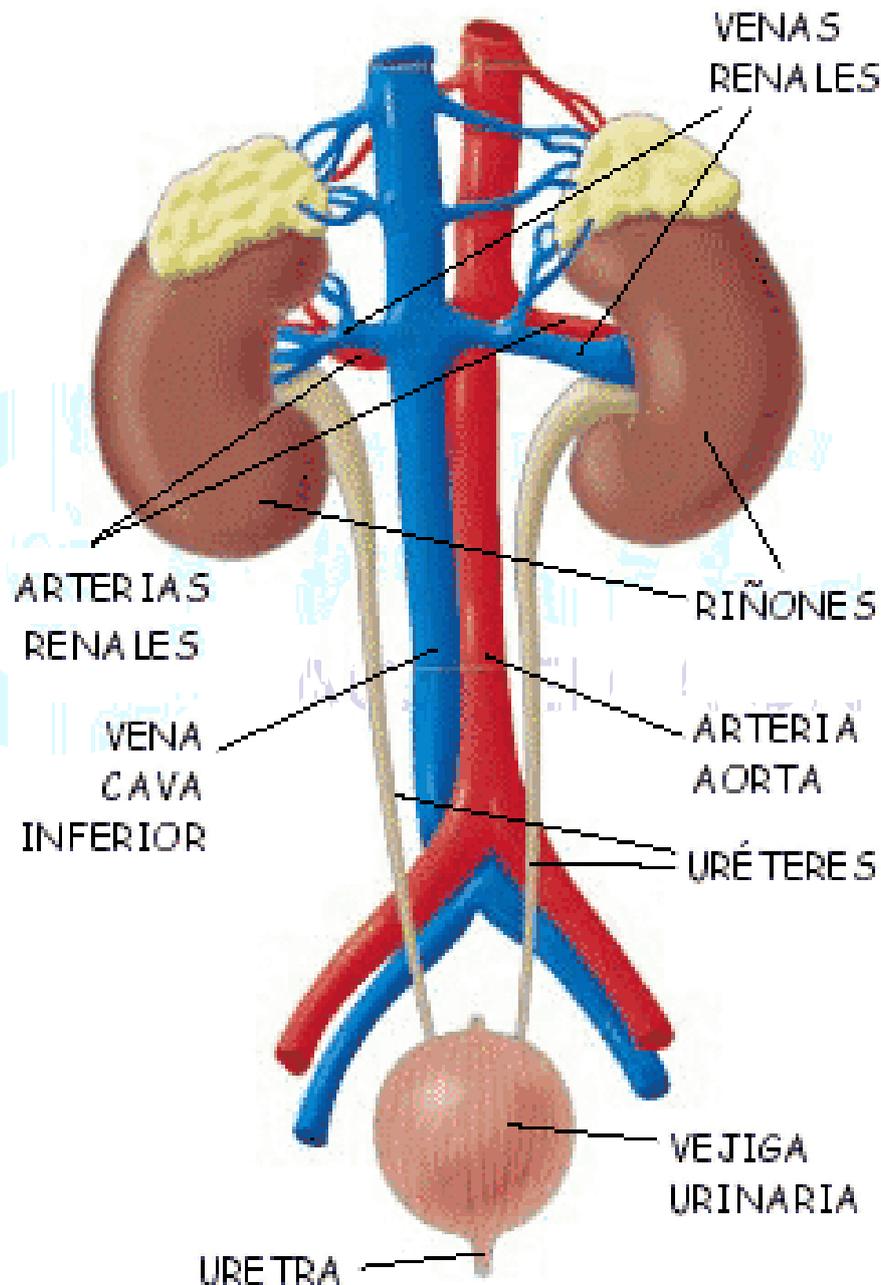
La nefrona se puede considerar como la unidad funcional del riñón. Una nefrona consta de un **corpúsculo renal**, que **filtra** a presión el plasma sanguíneo, y de un túbulo contorneado, de longitud variable, donde se produce la **reabsorción** y la **secreción**.

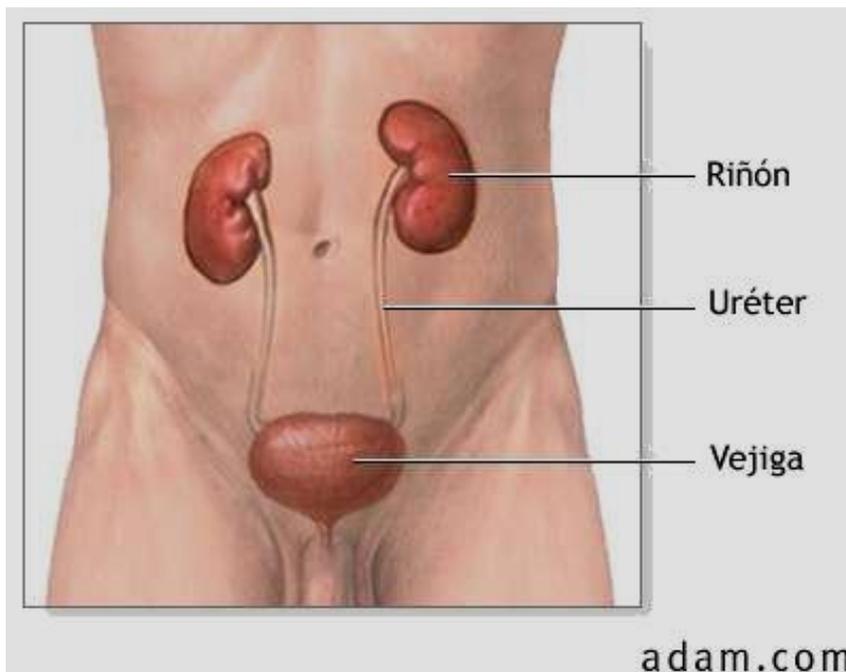
En el caso de los animales vertebrados superiores, el sistema excretor está compuesto por

- dos **riñones**, que por medio de unos tubos llamados
- **uréteres**, comunican con la
- **vejiga**, que almacena la orina y se expulsa al exterior mediante un conducto que es la
- **uretra**

**SISTEMA EXCRETOR HUMANO**

El Sistema Urinario, es el conjunto de órganos que producen y excretan orina, el principal líquido de desecho del organismo. Ambos riñones filtran todas las sustancias del torrente sanguíneo; estos residuos forman parte de la orina que pasa por los uréteres hasta la vejiga de forma continua.





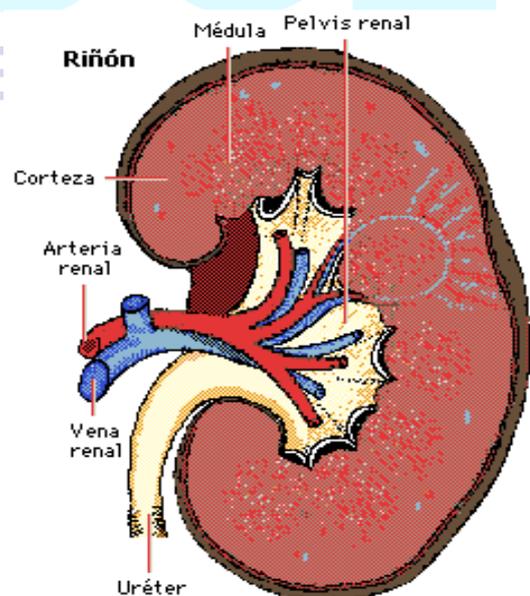
Después de almacenarse en la vejiga la orina pasa por un conducto denominado uretra hasta el exterior del organismo. La salida de la orina se produce por la relajación involuntaria de un músculo el esfínter vesical que se localiza entre la vejiga y la uretra, y también por la apertura voluntaria de un esfínter en la uretra. A los niños pequeños, antes de aprender a controlar el esfínter urinario, se les escapa la orina en cuanto se llena la vejiga. Muchos niños mayores y adultos

padecen un trastorno denominado enuresis, en el que el afectado no puede controlar el esfínter urinario, y cuyo origen puede deberse en algunas ocasiones a un desequilibrio emocional. El miedo o temor pueden producir enuresis temporal.

### Estructura del riñón

Su función es la elaboración de orina. En el ser humano, los riñones se sitúan a cada lado de la columna vertebral, en la zona lumbar, y están rodeados de la cápsula adiposa renal. Tienen forma de judía o frijol, y presentan un borde externo convexo y un borde interno cóncavo.

Este último ostenta un hueco denominado **hilio**, por donde entran y salen los vasos sanguíneos. En el lado anterior se localiza la vena renal que recoge la sangre del riñón, y en la parte posterior la arteria renal que lleva la sangre hacia el riñones. Más atrás se localiza el uréter, un tubo que conduce la orina hacia la vejiga. El hilio nace de una cavidad más profunda, el seno renal, donde el uréter se ensancha formando un pequeño saco denominado pelvis renal. En su interior se distinguen dos zonas: la corteza renal, de color amarillento y situada en la periferia, y la médula renal, la más interna; es rojiza y presenta estructuras en forma de cono invertido cuyo vértice termina en las papilas renales. A través de estas estructuras la orina es transportada antes de ser almacenada en la pelvis renal.

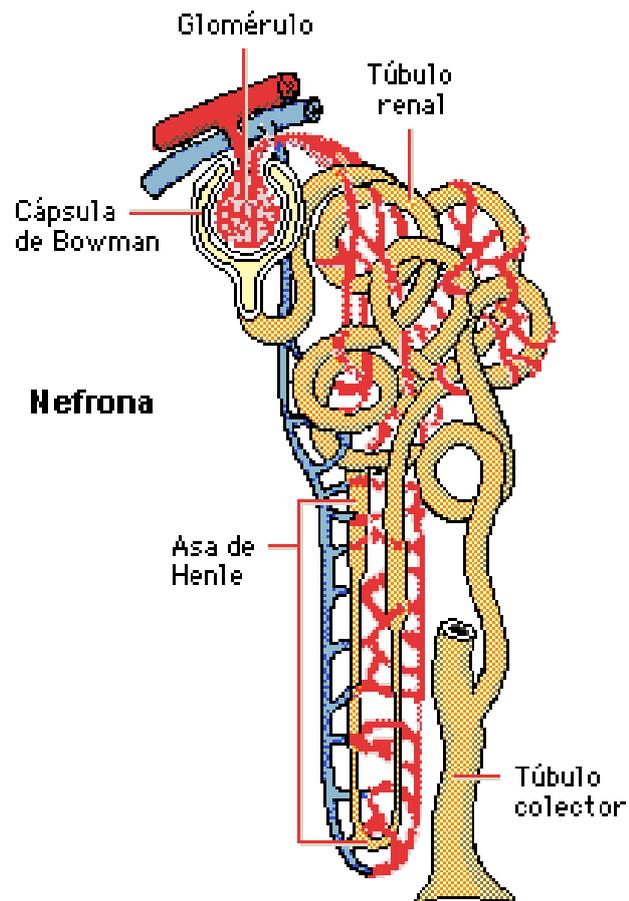


La unidad estructural y funcional del riñón es la nefrona, compuesta por un corpúsculo renal, que contiene glomérulos, agregaciones u ovillos de capilares, rodeados por una capa delgada de revestimiento endotelial, denominada cápsula de Bowman y situada en el extremo ciego de los túbulos renales. Los túbulos renales o sistema tubular transportan y transforman la orina en lo largo de su recorrido hasta los túbulos colectores, que desembocan en las papilas renales.

### Fisiología renal

La orina se forma en los glomérulos y túbulos renales, y es conducida a la pelvis renal por los túbulos colectores. Los glomérulos funcionan como simples filtros a través de los que pasan el agua, las sales y los productos de desecho de la sangre, hacia los espacios de la cápsula de Bowman y desde allí hacia los túbulos renales. La mayor parte del agua y de las sales son reabsorbidas desde los túbulos, y el resto es excretada como orina. Los túbulos renales también eliminan otras sales y productos de desecho que pasan desde la sangre a la orina. La cantidad normal de orina eliminada en 24 horas es de 1,4 litros aproximadamente, aunque puede variar en función de la ingestión de líquidos y de las pérdidas por vómitos o a través de la piel por la sudoración.

Los riñones también son importantes para mantener el balance de líquidos y los niveles de sal así como el equilibrio ácido-base. Cuando algún trastorno altera estos equilibrios el riñón responde eliminando más o menos agua, sal, e hidrogeniones (iones de hidrógeno). El riñón ayuda a mantener la tensión arterial normal; para ello, segrega la hormona renina y elabora una hormona que estimula la producción de glóbulos rojos (eritropoyetina).



### Enfermedades del riñón

La nefritis, o inflamación del riñón, es una de las enfermedades renales más frecuentes. Sus características principales son la presencia en la orina, en el examen microscópico, de albúmina (lo que se denomina albuminuria), hematíes y leucocitos, y cilindros hialinos o granulados. Es mucho más frecuente en la infancia y adolescencia que en la edad adulta.

La forma más común de nefritis es la glomerulonefritis, que aparece con frecuencia entre las tres y las seis semanas después de una infección estreptocócica debido al mecanismo inmunológico (anticuerpos frente al estreptococo que dañan proteínas específicas del glomérulo) (véanse conceptos básicos del sistema inmunológico). El

paciente sufre escalofríos, fiebre, cefalea, dolor lumbar, hinchazón o edema de la cara, en especial alrededor de los ojos, náuseas y vómitos. La orina puede ser escasa y de aspecto turbio. El pronóstico suele ser positivo y la mayoría de los pacientes se recuperan sin secuelas, aunque en algunos casos evolucionan hacia una nefritis crónica. En este tipo de nefritis la lesión renal progresa durante años en los que el paciente está asintomático. Sin embargo, al final hay uremia (urea en sangre) e insuficiencia renal. Existe además otro grupo de glomerulonefritis de causa desconocida, quizá autoinmune, que tienen peor pronóstico y evolucionan con más rapidez hacia la insuficiencia renal.

Otro trastorno frecuente es el denominado síndrome nefrótico, en el que se pierden grandes cantidades de albúmina por la orina debido al aumento de la permeabilidad renal, con edema generalizado, aumento del colesterol en la sangre y un flujo de orina casi normal.

La hidronefrosis es el resultado de la obstrucción del flujo de orina en la vía excretora, que casi siempre es consecuencia de anomalías congénitas de los uréteres o de una hipertrofia prostática. La nefroesclerosis, o endurecimiento de las pequeñas arterias que irrigan el riñón, es un trastorno caracterizado por la presencia de albúmina, cilindros, y en ocasiones hematíes o leucocitos en la orina (hematuria y leucocituria). Por lo general se acompaña de enfermedad vascular hipertensiva. La lesión fundamental es la esclerosis de las pequeñas arterias del riñón con atrofia secundaria de los glomérulos y cambios patológicos en el tejido intersticial.

Los cálculos renales, o piedras en el riñón, se pueden formar en éste o en la pelvis renal por depósitos de cristales presentes en la orina. La mayoría de ellos son cristales de oxalato de calcio. La infección o una obstrucción, pueden desempeñar un importante papel en su formación. En algunas ocasiones aparecen cuando el nivel de calcio en la sangre se eleva de forma anormal como en los trastornos de las glándulas paratiroides. En otros casos aparecen cuando el nivel de ácido úrico en la sangre es demasiado alto (véase Gota), por lo general debido a una dieta inadecuada y un consumo excesivo de alcohol. La ingestión excesiva de calcio y oxalato en la dieta, junto con un aporte escaso de líquidos, pueden favorecer también la aparición de cálculos. Sin embargo, en la mayoría de los casos la causa es desconocida. Los cálculos pueden producir hemorragia, infección secundaria u obstrucción. Cuando su tamaño es pequeño, tienden a descender por el uréter hacia la vejiga asociados con un dolor muy intenso. El dolor cólico producido por los cálculos requiere tratamiento con analgésicos potentes o espasmolíticos, y puede aparecer de forma súbita tras el ejercicio muscular. Una vez que el cálculo alcanza la vejiga, es posible que sea expulsado por la orina de forma inadvertida, desapareciendo el dolor. Si el cálculo es demasiado grande para ser expulsado, es necesario recurrir a la cirugía o a la litotricia, procedimiento que utiliza ondas de choque generadas por un aparato localizado fuera del organismo, para desintegrar los cálculos.

La uremia es la intoxicación producida por la acumulación en la sangre de los productos de desecho que suelen ser eliminados por el riñón. Aparece en la fase final de las enfermedades crónicas del riñón y se caracteriza por somnolencia, cefalea (dolor de cabeza), náuseas, insomnio, espasmos, convulsiones y estado de coma. El pronóstico es negativo, sin embargo, el desarrollo de las diferentes técnicas de diálisis periódica en la década de 1980, cuyo objetivo es eliminar de la sangre los productos de desecho y toxinas, y la generalización de los trasplantes de riñón han supuesto un gran avance para estos pacientes.

La pielonefritis es una infección bacteriana del riñón. La forma aguda se acompaña de fiebre, escalofríos, dolor en el lado afectado, micción frecuente y escozor al orinar. La pielonefritis crónica es una enfermedad de larga evolución, progresiva, por lo general asintomática (sin síntomas) y que puede conducir a la destrucción del riñón y a la uremia. La pielonefritis es más frecuente en diabéticos y más en mujeres que en hombres.

El tumor de Wilms, que es un tumor renal muy maligno, es más frecuente en los niños pequeños. Los últimos avances en su tratamiento han conseguido la curación de muchos niños con esta enfermedad. En el lupus eritematoso sistémico, que afecta sobre todo a mujeres en la cuarta década de la vida, el organismo produce anticuerpos que lesionan el riñón.

## REPRODUCCIÓN HUMANA

No existe ninguna definición sencilla de la vida. No es un concepto abstracto, puesto que no existe vida sino seres vivos. Para diferenciarlos de los objetos inanimados se debe recurrir a un conjunto de características que le son particulares, como presentar metabolismo, responder a estímulos, tener movimiento, reproducirse, crecer y desarrollarse, adaptarse y evolucionar. Además, los seres vivos se distinguen porque sus componentes están organizados simultáneamente en los niveles molecular, celular, organismo y poblacional.

Los seres vivos presentan una gran variedad de funciones que les permiten asegurar las condiciones propicias para perpetuarse. La habilidad para tomar la materia y la energía del medio para transformarlas y satisfacer sus necesidades, el movimiento, la capacidad de respuesta frente a los estímulos, el crecimiento, la reproducción y la adaptación, son funciones comunes a todos los seres vivos.

Una característica notable de los seres vivos es la producción de nuevas generaciones en virtud de su reproducción. Desde el punto de vista del individuo y de las células que lo forman, la supervivencia es lo más importante en su vida. Sin embargo, desde el punto de vista de las especies, la supervivencia del individuo no es importante a menos que este se reproduzca. Aun cuando los individuos de una especie vivieran durante siglos, la especie se extinguiría si no se reprodujeran algunos de sus individuos.

En el ser humano la capacidad de reproducción es sexual. Esta es una de las características biológicas que más ha incidido en el desempeño de la especie humana. Los aparatos reproductores masculino y femenino se especializan en producir descendencia con diversidad genética a través de la reproducción sexual, en la cual

los genes de dos individuos de sexos opuestos se combinan al azar con cada nueva generación. La diversidad genética es la base de la selección natural; conforme las condiciones del medio se transforman por la evolución, los rasgos genéticos sobrevivientes de los individuos dentro de una población se propagarán.

## LOS GAMETOS

El proceso reproductivo se inicia con la producción de las células que participan en la reproducción o gametos. Genéticamente, los gametos son células germinales o células sexuales, son células reproductoras funcionales. Los gametos de la mujer son los huevos y en los hombres son los espermatozoides. Los gametos son células haploides, cada una con un medio complemento (23 cromosomas individuales) del material genético. La fertilización de la célula del huevo el *óvulo* por la célula del semen un *espermatozoide*, produce una célula diploide normal, el **cigoto**, en el cual los cromosomas del óvulo se aparejan con aquéllos del espermatozoide, de esta manera, se realiza la diversidad genética.

El proceso por el cual las células de las **gónadas u órganos reproductores primarios** (ovarios y testículos) se transforman en gametos (óvulos o espermatozoides) se denomina genéricamente como **gametogénesis**. Esta se subdivide en dos tipos: la **espermatogénesis** es el proceso por el cual las células del semen se producen en los testículos del hombre. La **ovogénesis** es el proceso por el cual se producen óvulos en los ovarios de la mujer. Ambos procesos incluyen un tipo especial de división celular llamada *meiosis*.

En la **oogénesis** se forman los óvulos maduros a partir de la ovogonia o célula primitiva. Por su parte la **espermatogénesis** da lugar a la producción de espermatozoides a partir de las espermatídes o gametos primitivos. En el hombre la gametogénesis tarda alrededor de 70 días y en la mujer 28.

El sistema reproductor se caracteriza por el *desarrollo latente*; es decir, sólo llega a ser funcional cuando se logra un cierto grado de crecimiento físico. El crecimiento corporal y el estímulo de la maduración reproductiva se regulan de manera hormonal. Aunque se forman durante la etapa prenatal, los órganos reproductores de ambos sexos se hallan desarrollados de manera incompleta y se mantienen así hasta la pubertad, durante la adolescencia temprana. La adolescencia es el periodo de crecimiento y desarrollo entre la niñez y la etapa adulta; comienza alrededor de los 10 años de edad en las mujeres y de los 12 en los varones. La mayoría de las personas alcanza su altura adulta y son físicamente maduros a los 20 años de edad.

La fertilización consiste en la fusión del material genético aportado por los gametos. La fecundación natural se inicia durante la **cópula o coito**, el acto o relación sexual, que es cuando el hombre deposita en la vagina el semen. El coito mantiene viable el espermatozoide eyaculado, es decir, la capacidad de fertilizar un óvulo. Cuando se expone al aire, el semen eyaculado se diseca y muere en pocos minutos; su descarga mediante el órgano copulatorio (el pene) en la vagina, durante el coito, mantienen el espermatozoide vivo hasta por 5 días.

## Las Gónadas y Los Órganos Sexuales Secundarios

Las **gónadas** o los **órganos sexuales primarios**, son los testículos en el varón y los ovarios en la mujer. Las gónadas funcionan como glándulas mixtas en la medida en que producen ambas hormonas y gametos. Los **órganos sexuales secundarios** o *accesorios* son aquellas estructuras que maduran en la pubertad y que son esenciales en el cuidado y transporte de gametos. Las **características sexuales secundarias** son rasgos que se consideran de atracción sexual.

La **pubertad** es el periodo de desarrollo cuando los órganos logran ser funcionales debido al aumento de la liberación de hormonas sexuales, en el varón la *testosterona* y en la mujer el *estradiol* y otros *estrógenos*.

## SISTEMA REPRODUCTOR FEMENINO.

Para su estudio, los órganos femeninos de la reproducción se clasifican en externos e internos. Los externos desempeñan su función durante el acto sexual, coito o cópula, en cambio los órganos internos se alojan en la pelvis; entre ellos están las gónadas donde se produce la gametogénesis, y otros órganos que ejercen sus funciones durante la fertilización, el desarrollo embrionario y la expulsión del feto.

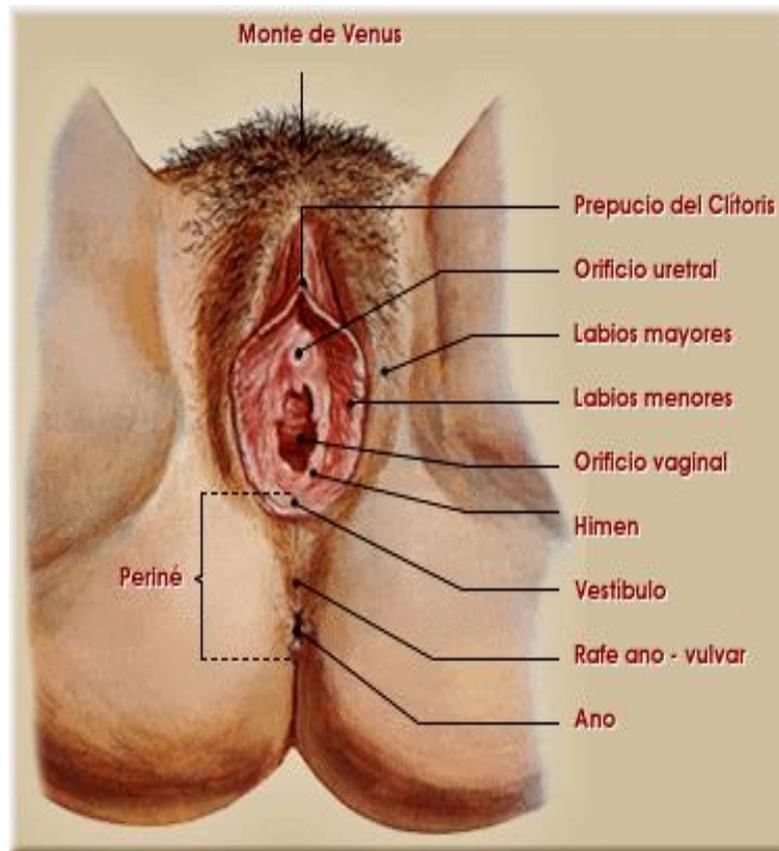
Los órganos sexuales femeninos primarios o gónadas son los ovarios; los secundarios se desarrollan en la etapa prenatal como resultado de la ausencia de testículos y andrógenos. Durante la pubertad, los órganos sexuales secundarios maduran y comienzan su funcionamiento bajo la influencia de estrógenos secretados por los ovarios.

## GENITALES EXTERNOS

Los órganos genitales externos incluyen las estructuras visibles desde el exterior, cuyo conjunto se puede denominar vulva. Se pueden diferenciar el monte de Venus, los labios mayores, los labios menores, el clítoris y el vestíbulo vaginal; adicionalmente están presentes algunas estructuras glandulares propias del vestíbulo.

El **monte de Venus** es la almohadilla grasa subcutánea que descansa sobre la cara anterior del pubis; se halla cubierto de vello distribuido en forma triangular. Desde esta prominencia parten los **labios mayores**, dos pliegues de tejido cutáneo graso cubiertos de piel, que se extienden hacia abajo hasta el perineo; estos están separados longitudinalmente por la hendidura pudenda y encierran y protegen otros órganos reproductores externos

**Los labios menores** son dos pliegues de tejido cutáneo planos muy irrigados, que se juntan en el extremo superior de la vulva; estos son longitudinales y en posición medial a los labios mayores, son visibles al separar los labios mayores y no presentan vello. Los labios menores limitan el vestíbulo protegiendo las aberturas de la vagina y la uretra. Cada uno se divide en dos laminillas: las superiores se unen y forman el frenillo del clítoris y las inferiores se desvanecen en el prepucio femenino, un pliegue de tejido conectivo, que recubre el clítoris.



El **clítoris** es una estructura eréctil, pequeña y cilíndrica, situada en el extremo superior de la vulva. Es homóloga del pene, del que se diferencia porque carece de cuerpo esponjoso y uretra. El cuerpo del clítoris está formado por dos columnas de tejido esponjoso (similares a los cuerpos cavernosos del pene) que se llenan de sangre bajo condiciones de excitación sexual y permite la erección. Su extremo libre o glánde, tiene numerosas terminaciones nerviosas sensoriales, por lo que se considera una zona erógena de importancia para las mujeres que proporciona placer durante la estimulación sexual.

El **vestíbulo** es un área con forma elongada, que limita externamente con los labios menores, y se extiende desde el clítoris hasta la horquilla o comisura posterior de la vulva. Al vestíbulo concurren cuatro orificios: la uretra, la vagina y dos conductos situados a ambos lados del orificio vaginal. Éstos últimos segregan las *glándulas de Bartholin*, glándulas exocrinas epiteliales que producen una secreción mucosa lubricante durante la excitación previa al coito. El orificio uretral externo o meato urinario, es el extremo terminal del sistema urinario; está situado en la línea media del vestíbulo, por debajo del arco púbico y por encima del orificio vaginal.

El **orificio vaginal** ocupa la porción inferior del vestíbulo. Su tamaño y formas son variables; en algunas mujeres vírgenes se encuentra rodeado por el **himen**, una membrana de tejido conjuntivo, rica en fibras elásticas y colágenas, que cierra casi por completo el orificio vaginal. El himen presenta una abertura cuyo diámetro puede ser tan pequeño como la punta de un alfiler como tan grande que permita el paso de dos dedos. El himen puede tener forma de media luna, ser circular o presentar algunos orificios. Cuando se rasga el himen, debido al coito o a un traumatismo, se presenta una leve hemorragia cuya manifestación es variable.

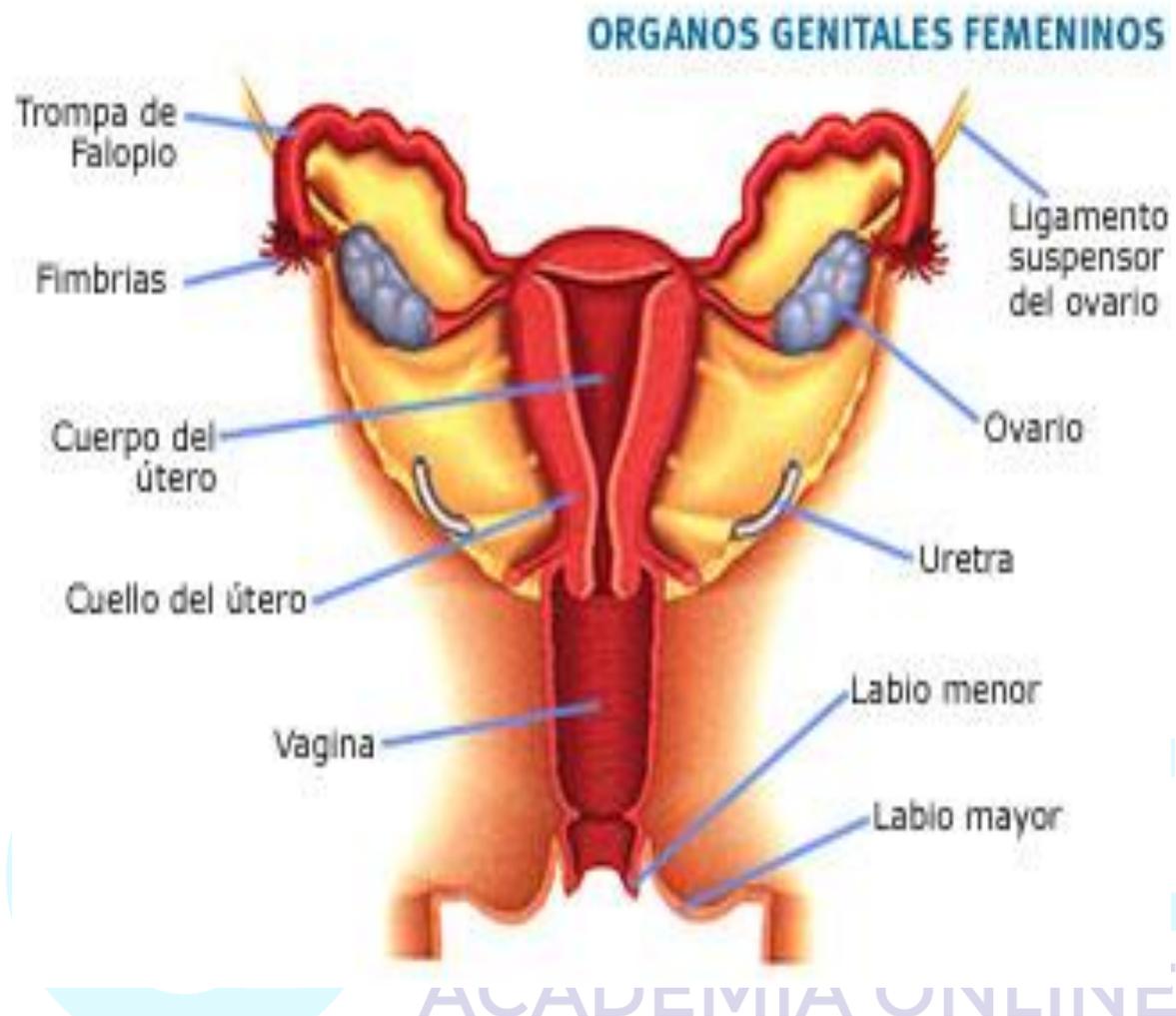
## GENITALES INTERNOS

Los órganos genitales internos son los ovarios, las trompas uterinas, el útero y la vagina, con sus correspondientes estructuras de soporte o ligamentos que los suspenden en la pared abdominal, dentro de la cavidad pélvica.

La **vagina** es un conducto fibromuscular, recubierto por una membrana mucosa resistente, que se extiende desde la vulva hacia el útero. En la cavidad abdominal ocupa el espacio que hay entre la vejiga urinaria y el recto. Es el órgano femenino del coito, pues recibe el pene erecto y el semen durante el coito. También sirve de conducto que evacua los restos de la mucosa uterina durante la menstruación. Su epitelio varía de manera leve como respuesta al estímulo estrogénico. Además es el canal a través del cual progresa el feto en el parto.

El **útero** es un órgano con una abundante capa muscular llamada miometrio; en su parte externa está recubierto por el peritoneo; encierra una cavidad interna recubierta por el endometrio, un tejido epitelial prosamente vascularizado. Durante el embarazo el útero recibe, retiene y nutre la **mórula**, fase avanzada del cigoto que proviene de la Trompa de Falopio del mismo lado; una vez implantado en el endometrio, el feto aumenta su tamaño, diferencia sus tejidos y finalmente, al cabo del periodo de gestación, es expulsado durante el parto. El útero asemeja una pera invertida y aplanada; la parte superior de forma triangular, constituye el *cuerpo*. La parte inferior es el *cuello* o *cérvix*, un tubo alargado que conecta la cavidad del útero con la vagina.

El endometrio uterino sufre una serie de modificaciones funcionales y morfológicas muy radicales, que se agrupan en tres fases sucesivas: *fase proliferativa*, *fase secretora* y *fase menstrual*. Estos cambios están sincronizados con los que le suceden al ovario y con los niveles fluctuantes de las hormonas que regulan el ciclo menstrual.



A cada lado del cuerpo del útero, se desprenden las **trompas de Falopio**, **oviductos** o **salpinges**. Son conductos tubulares de doce centímetros de longitud, que comunican el útero con los ovarios y permiten al óvulo alcanzar la cavidad uterina. Un extremo del oviducto está junto al ovario, y se abre a la cavidad abdominal, y el otro hace contacto con el útero. Los oviductos están recubiertos externamente por el peritoneo. Una capa mucosa con pliegues longitudinales tapiza el interior. Posee células ciliadas, cuyo movimiento impulsa al huevo en dirección del útero, y células secretoras que liberan nutrientes para el huevo. Cada trompa uterina comprende los segmentos intersticial, el istmo, la ampolla y el infundíbulo. El borde libre del infundíbulo sobre la cavidad abdominal presenta la **fimbrias**, prolongaciones a manera de escobilla, que alcanzan el ovario, que recuperan y dirigen el óvulo hacia el siguiente segmento tubárico donde ocurre la fertilización.

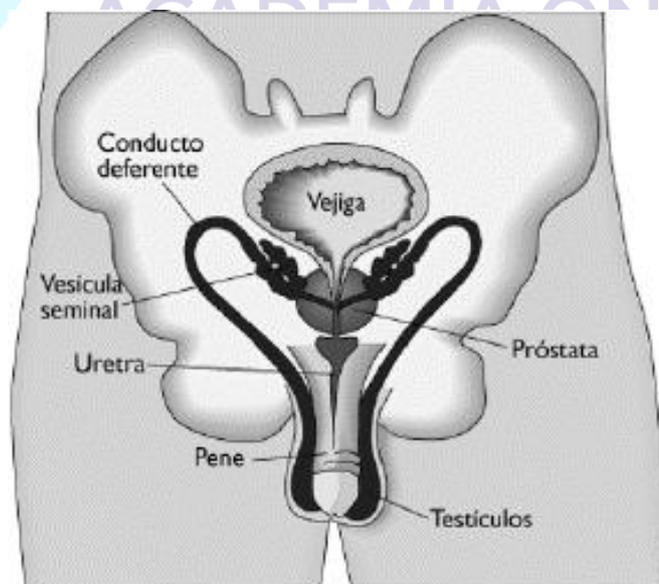
Los **ovarios** son dos órganos con forma de almendra, de 4 a 5 centímetros de diámetro, situados en la parte superior de la cavidad pélvica, en una depresión de la pared lateral del abdomen, sostenidos por varios ligamentos. En la región externa de cada ovario hay masas diminutas de células llamadas **folículos primarios**; cada uno de éstos contiene un huevo inmaduro. No menos de 20 folículos comienzan a desarrollarse al principio del ciclo ovárico de 28 días; sin embargo, por lo general sólo

un folículo alcanza su desarrollo completo y los demás se degeneran. Alrededor de la mitad del ciclo, el *folículo ovárico maduro de Graaf* que contiene un óvulo (huevo) casi formado en su totalidad se alza de la superficie del ovario y libera el huevo, en el proceso conocido como *ovulación*. Después de ésta, las células foliculares se someten a un cambio estructural (*luteinización*) para formar el cuerpo luteo. La principal función de los ovarios es pues la ovogénesis o desarrollo y desprendimiento de un óvulo o gameto femenino haploide. Además, los ovarios elaboran varias hormonas esteroideas en diferentes estadios del ciclo menstrual: los estrógenos y la progesterona.

Las **glándulas mamarias** dentro de las mamas son órganos reproductores accesorios que se especializan en producir leche después del embarazo. Las glándulas mamarias son glándulas especializadas sudoríparas. En el inicio de la pubertad, las hormonas ováricas estimulan el desarrollo de las glándulas mamarias y conductos lactíferos. Durante el embarazo, el desarrollo glandular y dúctil posterior se lleva a cabo bajo la influencia de la progesterona y estrógenos, respectivamente. Algunas otras hormonas son necesarias en la preparación de las glándulas mamarias para la producción de leche.

## SISTEMA REPRODUCTOR MASCULINO.

El sistema genital masculino está integrado por los **testículos** -gónadas con función exocrina y endocrina-, un **sistema de vías espermáticas** que evacua los espermatozoides (túbulos intratesticulares, conductos deferentes, conductos eyaculadores), **las glándulas anexas** (próstata, vesículas seminales y glándulas bulbouretrales) que facilitan la sobrevivencia de los espermatozoides y un **órgano copulador o pene**.



Fisiológicamente, el sistema genital masculino sirve a la cópula o coito, la reproducción por tanto, la producción de hormonas, indirectamente, a la excreción de orina, pues comparte algunas estructuras anatómicas con el sistema urinario.

Los órganos sexuales masculinos se forman durante la etapa prenatal bajo la influencia de la testosterona secretada por las gónadas (testículos). Durante la pubertad los órganos sexuales secundarios maduran y llegan a ser funcionales.

El **escroto** es la parte de la piel que se ha adaptado para albergar los testículos, se sitúan posteriores al pene, los epidídimos y los cordones espermáticos. Está constituido por varias capas de tejidos superpuestos y vascularizados, que contribuyen con la regulación de la temperatura local. La función principal del escroto es encerrar y proteger a los testículos.

Los **testículos** son dos órganos ovaladas que se hallan suspendidos dentro del escroto mediante los cordones espermáticos. Estos son las gónadas masculinas y producen los espermatozoides (espermatogénesis) y el líquido testicular; como función endocrina, liberan varias hormonas esteroides masculinas, como la testosterona. Cada testículo es un órgano ovalado blanquecino que mide alrededor de 4 cm. de longitud y 2.5 de diámetro. Dos capas de tejidos o túnicas, cubren a los testículos. La *túnica vaginal* externa es un saco delgado que se deriva del peritoneo durante el descenso prenatal de los testículos al escroto. La *túnica albugínea* es una membrana fibrosa resistente que cubre los testículos y que con sus prolongaciones internas los divide en 250 a 300 *lobulillos* en forma de cuñas. En esta túnica se encierra la sustancia testicular o estroma, responsable de las principales funciones. El *tabique del escroto* separa cada testículo en sus propios compartimientos. Los testículos producen espermatozoides y andrógenos; estos últimos regulan la espermatogénesis y el desarrollo y funcionamiento de los órganos sexuales secundarios.

El descenso de los testículos hacia el escroto comienza durante la semana 28 del desarrollo prenatal y normalmente se completa en la semana 29. Cuando durante el nacimiento uno o ambos testículos no se encuentran en el escroto, *criptorquidia*, el descenso podría inducirse con la administración de ciertas hormonas. En caso de falla de este procedimiento, es necesario realizar cirugía, por lo general antes de los cinco años de edad. El fracaso en la corrección de este trastorno puede dar lugar a la esterilidad, tumores en testículos

La estructura interna del testículo es comparable con el corte transversal de una naranja, ya que la túnica albugínea envía tabiques al interior del estroma, dividiéndole en 200 a 300 lobulillos de forma piramidal. Cada lobulillo contiene uno a cuatro túbulos seminíferos de curso tortuoso, estructuras recubiertas internamente por un epitelio seminífero del cual se diferencian los espermatozoides (espermatogénesis) a partir de las células proliferantes conocidas como *espermátides*. Entre las sinuosidades de los túbulos discurren vasos capilares y linfáticos y se hallan ciertas células secretoras conocidas como *células intersticiales de Leydig*, que se encargan de sintetizar la testosterona y otras hormonas esteroides masculinas.

Las **vías espermáticas** se inician en el nivel estromal de los testículos. Los túbulos rectos son la porción final de los túbulos seminíferos que no posee un epitelio con células espermatogénicas, originan un laberinto de conductos con células ciliadas que finaliza en 12 a 20 conductos llamados **conductos deferentes**. Éstos perforan la túnica albugínea y convergen para formar un conducto único, el **epidídimo**. Éste constituye la parte del conducto excretor del esperma que se localiza dentro del testículo y posee una delgada capa de músculo liso cuya contracción hace progresar

los espermatozoides por el conducto. Se suele dividir las porciones del epidídimo en cabeza, cuerpo y cola, bastante enrollados entre sí y con una longitud de siete metros. Durante su paso por el epidídimo los espermatozoides maduran y sufren cambios en su membrana celular, además de que adquieren una movilidad muy amplia. En la cola se almacenan temporalmente los espermatozoides los cuales se ven proyectados hacia los siguientes elementos tubáricos, por fuertes contracciones del músculo liso, en la eyaculación. Este estímulo está gobernado por el sistema nervioso simpático. **El conducto deferente** es la prolongación del epidídimo que atraviesa la cavidad pélvica y termina en la próstata. Allí se une con el **conducto excretor** de la vesícula seminal y juntos forman **el conducto eyaculador** que desemboca en la uretra. El conducto eyaculador es corto, estrecho y está localizado dentro de la próstata. La uretra peneana es el segmento que comparte el aparato reproductor masculino y urinario.

El **espermatozoide** maduro, gámeto masculino o célula de semen es una célula en forma de renacuajo microscópico, con alrededor de 60um de longitud, que consta de cabeza ovalada, un cuerpo cilíndrico y una cola alargada.

La **próstata** es una glándula exocrina que rodea el cuello de la vejiga y la porción proximal de la uretra del hombre. Su funcionamiento está bajo el control de las hormonas sexuales masculinas. Produce un líquido incoloro rico en ácido cítrico, fosfatasa alcalina y fibrolisina, que constituyen un vehículo de transporte fluido para los espermatozoides y dan volumen al eyaculado; además es indispensable para la erección normal del pene. El tamaño de la próstata puede aumentar bastante después de los 50 años, produciendo compresión sobre la uretra y haciendo difícil el paso de la orina. Con frecuencia este crecimiento es de carácter cancerígeno, por lo cual debe ser removida por medios quirúrgicos (prostatectomía).



Las **vesículas seminales** son dos estructuras tubulares situadas entre la vejiga urinaria y el recto. Se unen con los conductos eyaculadores mediante conductos que desembocan en la porción de la uretra que atraviesa la próstata. Funcionan como reservorio del semen y producen una secreción amarillenta y viscosa, rica en fructuosa, que sirve de vehículo para los espermatozoides. Su actividad está regulada por los andrógenos.

Las **glándulas bulbouretrales** o **de Cooper**, son dos pequeños órganos secretorios que producen una secreción mucoide y transparente que lubrica el pene durante la excitación sexual precoital y apoya la eyaculación. Están situadas en la porción proximal del pene donde drenan mediante conductos la uretra.

El **pene** tiene la doble función de albergar la uretra masculina y servir como órgano para la cópula. Está constituido por los cuerpos cavernosos situados dorsolateralmente, y por el cuerpo esponjoso que rodea la uretra y termina en una posición distal agrandada que es el glande. La piel que lo cubre es laxa lo que le confiere elasticidad, excepto en el glande, donde está firmemente adherida. La erección se produce por el acceso de la sangre a los espacios de los cuerpos cavernosos, desde capilares de la trabéculas y de arteriolas, que se abren directamente en las cavernas. El mecanismo de la erección obedece a un conjunto complejo de estímulos de orden síquico-ambiental y nervioso-automático. El pene está innervado por los nervios raquídeos, simpáticos y parasimpáticos. Hay una gran cantidad de terminaciones sensoriales aferentes. La innervación motora llega hasta las trabéculas y los pequeños vasos sanguíneos. La doble innervación asegura el mantenimiento de la erección y la presentación de la eyaculación y el orgasmo

## FISIOLOGÍA REPRODUCTIVA DE LA MUJER

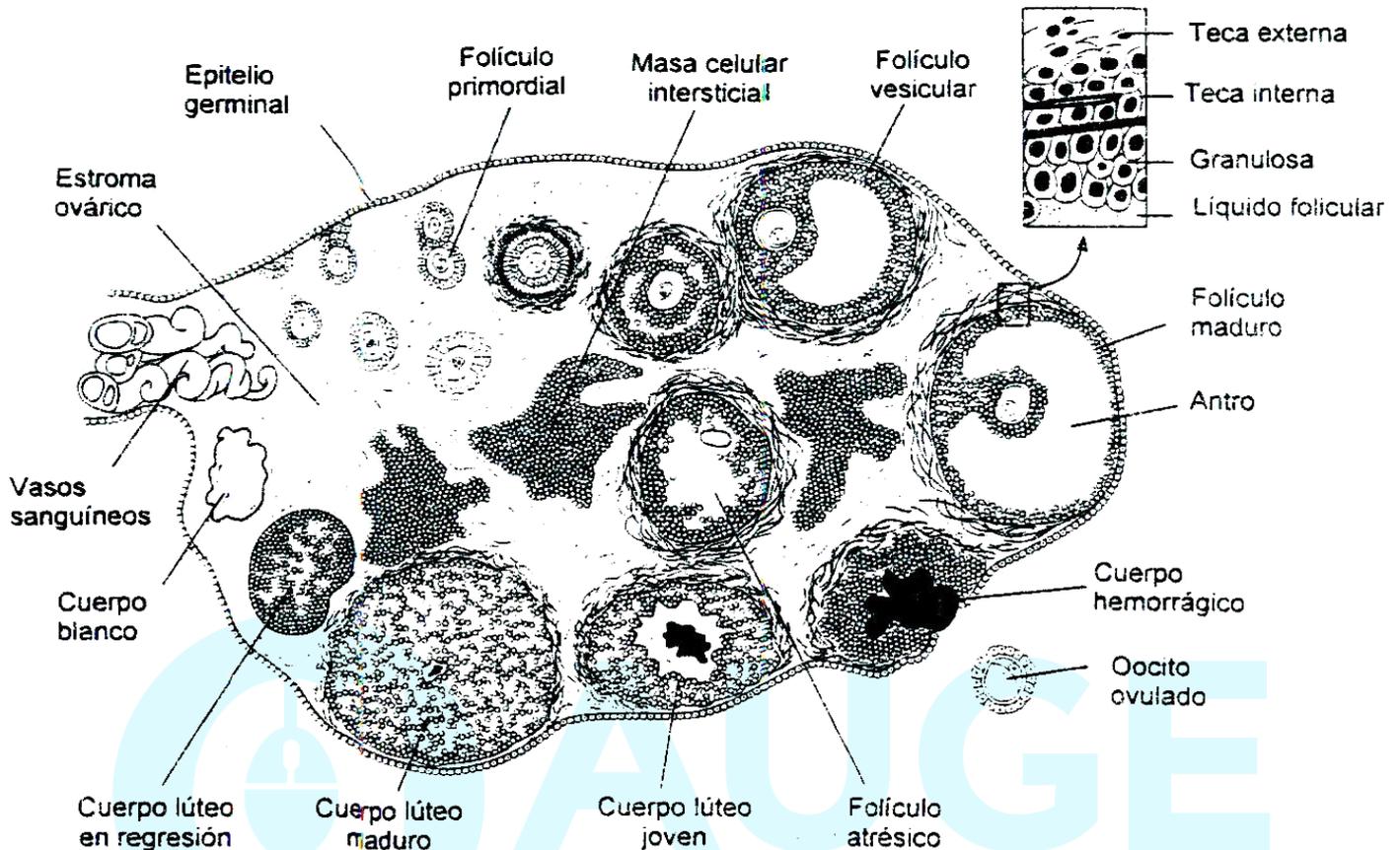
La mujer sexualmente madura, despliega su función reproductiva como consecuencia de la interacción de cuatro procesos concurrentes: al ciclo endometrial y la menstruación.

Durante los primeros años de su vida, los ovarios de las niñas mantienen una actividad mínima; los mayores cambios se relacionan con el crecimiento de la masa ovárica mediante mitosis. El inicio de la fase reproductiva fértil depende de la inactivación de un mecanismo de inhibición neurológico sobre el factor de liberación hipotalámico de gonadotropinas (GnRF) que no permite la liberación de las gonadotropinas FSH y LH en la niñez. No se conoce la naturaleza de los estímulos que levantan esta restricción en la adolescencia. Estímulos graduales del hipotálamo sobre la hipófisis dan lugar a la liberación de la hormona folículoestimulante (FSH) la cual pone en marcha al ovario. Las adolescentes entre los 9 y los 14 años, experimentan algunos eventos sucesivos de desarrollo del sistema reproductivo: la **telarquía**, que consiste en el desarrollo de las mamas, la **pubarquía** o la aparición de vello en las axilas y el pubis y, finalmente, la **menarquía** que trae la primera menstruación.

Los primeros ciclos no muestran una ovulación consistente, de manera que son subfértiles. Posteriormente se regulariza la aparición de los ciclos menstruales cada 28 a 30 días. En los humanos, el ciclo que permite la liberación cíclica de un óvulo aproximadamente cada 28 días, se conoce como **ciclo menstrual**.

Cada ciclo representa una serie de cambios que preparan a la mujer para que desarrolle una gestación con éxito; de no ocurrir la gestación estos cambios han de repetirse. La preparación para cada ciclo menstrual comienza en el hipotálamo -donde un grupo pequeño de neuronas detecta los niveles de estrógenos circulantes- y termina en un órgano efector, en este caso los ovarios. Entre los 45 y 55 años, los ovarios dejan de responder a las gonadotropinas, su función endocrina declina y los ciclos regulares desaparecen; en última instancia, el período de la menopausia o climaterio se debe al agotamiento de la reserva de folículos primordiales en los ovarios. Al no verse sometidos a la estimulación cíclica, los demás órganos reproductivos se atrofian.

## CICLO OVÁRICO



La ovulación es el proceso culminante de una serie de cambios que experimentan los gametos femeninos u óvulos dentro del ovario. Al nacer la niña cuenta en sus dos ovarios con aproximadamente medio millón de óvulos, dispuestos en estructuras denominadas **folículos**. En esta fase precoz se denominan **folículos primordiales**. En la pubertad los folículos se han reducido a aproximadamente 200,000; en la menopausia este número llega a unos 8,300.

Durante la vida fértil de la mujer, sólo unos 400 folículos maduran lo suficiente para convertirse en folículos maduros, aptos para ser fecundados o **folículos de De Graaf**. El folículo de De Graaf es una estructura pluricelular de unos 10 milímetros que encierra un óvulo. Se caracteriza por tener una *cavidad central* o *antro* llena de líquido y una capa granulosa formada por varias hileras de células esféricas o cúbicas que hace contacto con la *célula germinal* se denomina *corona radiada*. La zona refringente que se observa entre la corona y la célula germinal se denomina *membrana pelúcida*.

Por acción de las gonadotropinas, se induce la maduración simultánea de varios folículos, los cuales crecen y se desarrollan, aunque sólo uno alcanza el estado de folículo de De Graaf (eventualmente pueden madurar dos). Allí, el óvulo se encuentra rodeado por un líquido que contiene estradiol, hormona esteroide que prepara anticipadamente al útero para acoger un óvulo fertilizado. El proceso de maduración tarda en promedio 14 días, al cabo de los cuales el folículo maduro se rompe dejando en libertad al óvulo. El folículo roto remanente se transforma en una estructura como

*cuerpo lúteo*. El ciclo ovárico se repite durante la vida reproductiva de la mujer con una periodicidad de 28 días

## **LA OVULACION**

La ovulación se refiere a la ruptura del folículo de De Graaf, con la consecuente liberación del ovocito. Este evento se conoce también por el nombre de  *dehiscencia*. Tiene lugar hacia la mitad del ciclo ovárico (día 14). Los estrógenos producidos por el folículo durante su maduración, inducen indirectamente la producción de la hormona leutinizante (LH) por parte de la adenohipófisis. La ovulación ocurre cuando las hormonas LH y FSH llegan a su mayor nivel de concentración en la sangre, condición conocida como pico ovulatorio. El ovocito expulsado sale rodeado por células de la capa del tejido folicular. Morfológicamente, el huevo liberado aparece como una célula rica en citoplasma con un núcleo central esférico.

Después de la ovulación, el folículo de De Graaf se colapsa y se inicia la formación de una glándula endocrina conocida como cuerpo lúteo o amarillo, que produce -por estimulación de la FSH y la LH-, una hormona llamada progesterona. Ésta ayuda a mantener la gestación en caso de que tenga éxito la implantación del embrión. En las mujeres el comportamiento habitual sufre modificaciones destinadas a mantener condiciones adecuadas de gestación. La progesterona también induce cambios en el útero. El cuerpo lúteo sigue en proceso de evolución que dura en promedio 14 días, momento en que alcanza un estado de madurez. Si el ovulo ha sido fecundado en las trompas de falopio, y hay un embarazo en progreso, el cuerpo lúteo prolonga sus actividades, adopta el nombre de cuerpo lúteo gravídico y mantiene la síntesis de progesterona hasta el final del embarazo. En caso contrario, el miometrio recibirá un óvulo en proceso de degeneración, lo cual induce la liberación de la prostaglandina en la teca del ovario; así se destruye el cuerpo lúteo y cesa la producción de progesterona. Su desaparición afecta el funcionamiento del útero e incide en el hipotálamo, cuyas neuronas reconocerán que no se dio una gestación y comenzarán un nuevo ciclo menstrual.

## **CICLO ENDOMETRIAL**

La mayoría de los cambios que se suscitan por acción de la progesterona, actúan sobre la capa más interna del útero conocida como endometrio. Este epitelio crece, se llena de vasos sanguíneos y produce sustancias nutritivas que suministran un ambiente propicio para el desarrollo del embrión en la gestación. La mucosa que recubre la cavidad uterina o endometrio, sufre cambios cíclicos relacionados con el ciclo ovárico. Durante el crecimiento del óvulo el útero entra en una fase inicial o proliferativa en la que se desarrolla el tejido y aumenta su vascularización; esta fase alcanza su máxima actividad en la ovulación. El endometrio permanece en la condición anterior hasta el final del desarrollo del cuerpo lúteo, en una fase que se denomina secretora, porque se secretan nutrientes destinados al embrión. Si hay fecundación, éste se implanta en el endometrio, el cual sirve de sustrato para el desarrollo del feto. Si no hay embarazo, el endometrio entra en una tercera fase denominada hemorrágica, durante la cual el endometrio se desprende parcialmente, dando origen a la menstruación. El ciclo endometrial transcurre paralelamente al ciclo ovárico y, por lo tanto tiene la misma duración promedio de 28 días

## MENSTRUACION

La hemorragia producida como consecuencia de la desintegración y descamación de la capa funcional del endometrio, cuando no hay embarazo, se denomina menstruación. Su evacuación hacia el exterior lo hace el útero a través del cérvix y la vagina. Tras la menstruación, la capa basal del endometrio queda intacta, lo que le permite sustentar la regeneración de la mucosa endometrial. Durante la menstruación desciende radicalmente la producción de estrógenos y de progesterona.



## FISIOLOGÍA REPRODUCTIVA DEL HOMBRE

El funcionamiento del aparato reproductor masculino se inicia con la aparición en la adolescencia de los caracteres sexuales secundarios típicos del hombre; estos anuncian la activación definitiva de los procesos de formación de espermatozoides y la secreción endocrina de los andrógenos, especialmente de la testosterona, por los testículos. La activación mencionada se debe al estímulo ejercido por la gonadotropinas de la pituitaria anterior que inducen la maduración del tejido testicular, por ponerlo en condiciones de aportar espermatozoides fértiles.

## CARACTERES SEXUALES MASCULINOS SECUNDARIOS

Hay cambios notables en la configuración del cuerpo y en la conducta de aquellos niños que han ingresado en su adolescencia. Los chicos se tornan más agresivos y dispuestos hacia la acción, y su interés por el sexo femenino se desarrolla. El pene crece en longitud y grosor y el escroto se pigmenta y se vuelve rugoso. Todas las glándulas anexas aumentan su tamaño y empiezan a secretar; los testículos se tornan muy activos: las células de Leydig liberan de manera creciente testosterona,

hormona que mantiene la permanencia de los caracteres sexuales secundarios, fomenta la espermatogénesis y hace crecer el cuerpo del muchacho. Los hombros y el tórax se ensanchan pues la musculatura aumenta. La voz se engrosa y adquiere un timbre más grave porque la laringe se agranda y las cuerdas vocales aumentan en longitud y grosor. Aparece la barba y el vello púbico en las axilas, tórax, y alrededor del ano y la línea que delimita la cara del cabello retrocede anterolateralmente descubriendo más la frente.

## **SEMEN Y EYACULACION**

El semen es el líquido expulsado durante el orgasmo masculino, es una mezcla de espermatozoides y secreciones diversas, provenientes de glándulas anexas. El volumen del semen fluctúa entre 2.5 y 6 centímetros cúbicos en la eyaculación después de unos días de abstinencia sexual. El 95% de este volumen lo aportan las glándulas anexas, la densidad de los espermatozoides es de unos 100 millones por centímetro cúbico y el recuento fluctúa entre 20 a 250 millones. Los hombres que sus cuentas son menores de 40 millones se consideran estériles.

La eyaculación es consecuencia del establecimiento de un arco reflejo, cuyo resultado es el movimiento desde el epidídimo hasta la uretra y su propulsión hacia el exterior. Las neuronas sensoriales aferentes provienen del glande y penetran a la médula espinal por los nervios pudendos.

Unos pocos cientos de espermatozoides logran llegar a la trompa uterina, si ha concurrido allí un ovocito viable sólo un espermatozoide penetrará la membrana celular del óvulo para fertilizarlo.

## **LA ERECCION**

Durante el coito el pene debe permanecer turgente para facilitar la transferencia apropiada de los espermatozoides al canal cervical de la mujer, aproximándolos a su objetivo. La erección se inicia con la dilatación de las arteriolas del pene, lo que lleva a los espacios o cavernas del cuerpo carnosos el aumento de volumen, bloquea las venas e impide el retorno de la sangre, prolongando la rigidez. Hay dos clases de estímulos complementarios que dan lugar a una erección : por un lado los estímulos eróticos psíquicos se integran en la corteza cerebral con recuerdos previos y patrones instintivos para emitir una respuesta que desciende por haces de la médula hasta los segmentos lumbares. Allí también incurren los impulsos aferentes preganglionares que proceden de los órganos genitales que viajan por los nervios pélvicos erectos e inducen la vasodilatación de las arteriolas.

## **FUNCIONES ENDOCRINAS DE LOS TESTICULOS**

La testosterona, principal esteroide sexual masculino la sintetizan grupos de células ubicadas en el estroma testicular que se denominan células Leydig que es una hormona que promueve la espermatogénesis y tiene el efecto de facilitar la deposición de calcio en los huesos y la formación de los músculos, por lo tanto tiene un efecto anabólico. Su secreción está regulada por el eje hipotálamo-hipófisis-testículo de la siguiente manera. El hipotálamo segrega el factor de liberación para las gonadotropinas GRF el cual estimula la adenohipófisis para que libere la hormona luteinizante LH. Además la prolactina y la hormona foliculoestimulante FSH. Las

células intersticiales de Leydig se ven estimuladas por la ICSH en menor grado por la prolactina, para secretar los andrógenos especialmente de la testosterona.

También produce la proteína ligadora de andrógenos que actúa en los túbulos seminíferos ligándose a la testosterona para mantener la concentración adecuada del andrógeno que permita la espermatogénesis.

## **FERTILIZACION**

Comprende los siguientes procesos:

### **A) MADURACION DE LOS ESPERMATOZOIDES EN EL EPIDIDIMO**

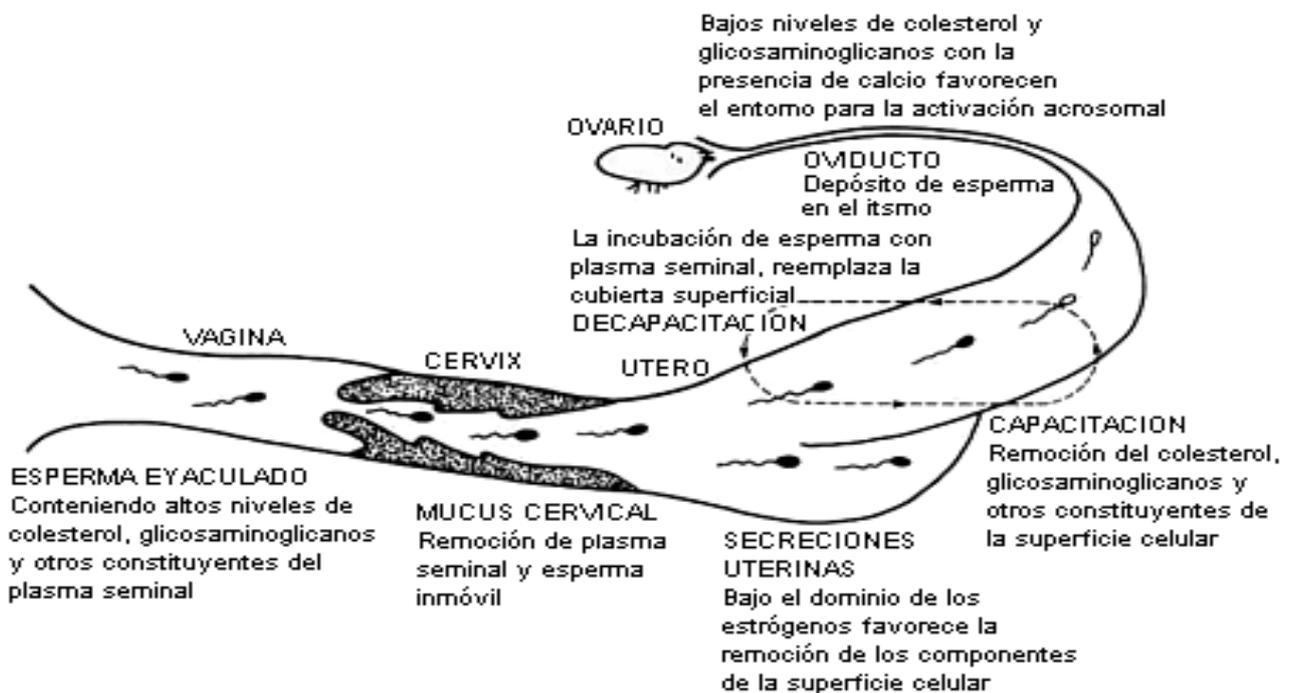
Los espermatozoides producidos en el testículo serán transportados desde este a través del epidídimo hasta llegar al conducto deferente, no siendo el transporte la única y fundamental función de este conducto, ya que en él se produce el proceso de maduración de los espermatozoides. Durante este largo viaje los zooides adquieren la potencialidad para fertilizar al ovocito, en ellos se producen severos cambios funcionales, que incluyen la potencial motilidad sustentable en el tiempo, la adquisición de motilidad progresiva para migración de largas distancias y la eventual pérdida de gota protoplasmática. La capacidad funcional de las distintas células epiteliales del lumen del epidídimo y su influencia en los procesos de maduración están mantenidas por los andrógenos testiculares.

### **B) CAPACITACIÓN DE LOS ESPERMATOZOIDES**

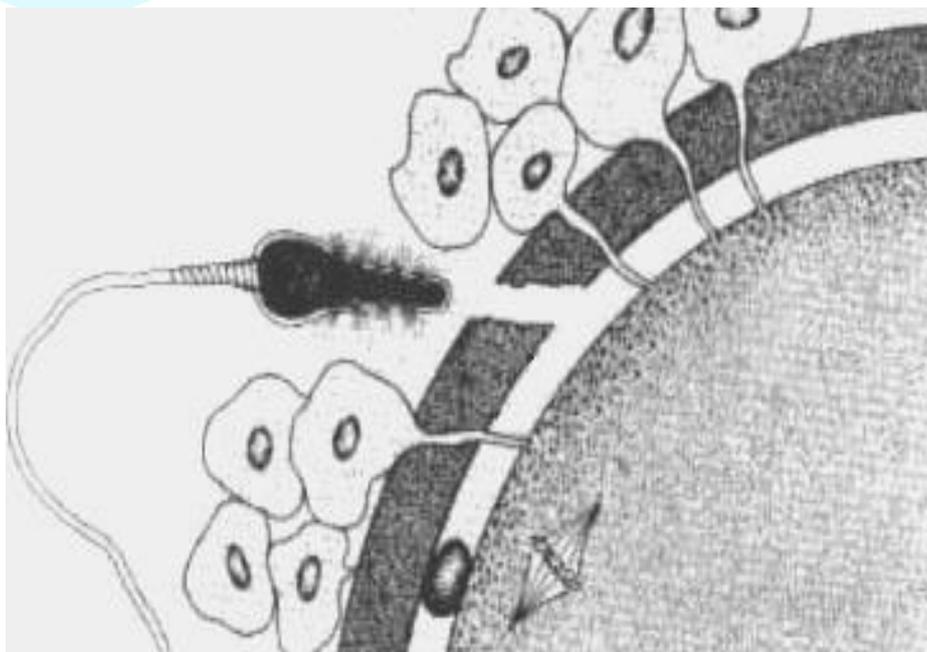
Los espermatozoides desarrollan la capacidad inicial para fertilizar el óvulo durante el transporte a través del epidídimo, siendo necesario de un tiempo dentro del tracto reproductor femenino para alcanzar la capacidad final de fertilizar el óvulo.

La capacitación y la reacción acrosomal se consideran fenómenos distintos (Austin and Bedford), la capacitación es una serie de cambios que hacen que los espermatozoides sean capaces de experimentar la reacción acrosomal.

La reacción acrosomal es un fenómeno que ocurre naturalmente a través del reino animal. El proceso de capacitación ocurre dentro del tracto reproductivo de la hembra y depende del lugar en donde sea depositado el semen en la copula, así en las especies donde el semen es depositado en la vagina (coneja y humano), la capacitación se realiza en la cervix y el moco cervical. En la cerda el semen es depositado dentro de la cervix, pero por el gran volumen del eyaculado este pasa directamente al útero, siendo el principal sitio de capacitación espermática el oviducto. La secuencia de sucesos relacionados con la pérdida de colesterol de la superficie del espermatozoide, alteración de aminoglucosas, y cambios iónicos suceden a través del oviducto.



Estos cambios en presencia de calcio dan el medio ambiente apropiado para la activación cromosomal, se liberan enzimas líticas como la hialuronidasa, los cambios fundamentales se producen cuando el espermatozoide toma contacto con las células de la granulosa del cumulus. Así la capacitación puede llevar a la "REACCIÓN ACROSOMAL" o de "VESICULACIÓN" para permitir que penetre en las células de la granulosa y la zona pellucida. Esta enzima permite que atraviese el grupo celular del cumulus que rodea al óvulo, al despolimerizar la matriz ácido-proteico-hialurónica.



Esta fragmentación temprana se debe a cambios autolíticos de iones de bicarbonato en el oviducto, de la actividad ciliar y muscular del oviducto y a la hialuronidasa o quizás otras enzimas si hay espermatozoides presentes.

Según Bedford y Austín, antes de que el espermatozoide pueda penetrar en la zona pellucida pierde el capuchón acrosómico y la membrana plasmática, con lo cual queda expuesto el perforatorio y la membrana acrosómica interna. La tripsina junto con la hialuronidasa producen un túnel oblicuo de la zona proteínica, hacia el espacio perivitelino.

Cuando entran en contacto la membrana plasmática de la cabeza espermática y la membrana vitelina, las dos estructuras se unen y todo el espermatozoide se incorpora al citoplasma del óvulo.

### **C) MADURACION DE LOS OVOCITOS**

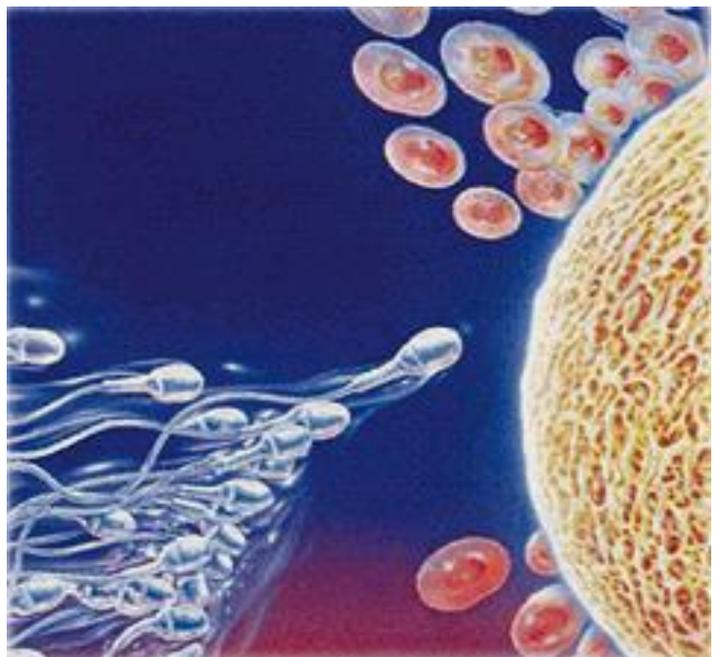
Cuando el espermatozoide toma contacto con la membrana vitelina en la mayoría de las especies domesticas se reanuda la maduración del óvulo por meiosis, con la expulsión del cuerpo polar secundario, no se conoce la causa de esta "activación" ovular, pero va seguida por la formación del pronúcleo.

### **D) PENETRACION ESPERMATICA A LOS OVOCITOS**

Cuando el espermatozoide toca la zona pellucida que rodea al ovocito, se une firmemente y comienza a introducirse en la misma con la ayuda de las enzimas, que guardan relación con la cabeza.

Cuando el espermatozoide comienza a introducirse en el ovocito, su membrana plasmática se fusiona con la de este, y queda afuera sobre la superficie del ovocito.

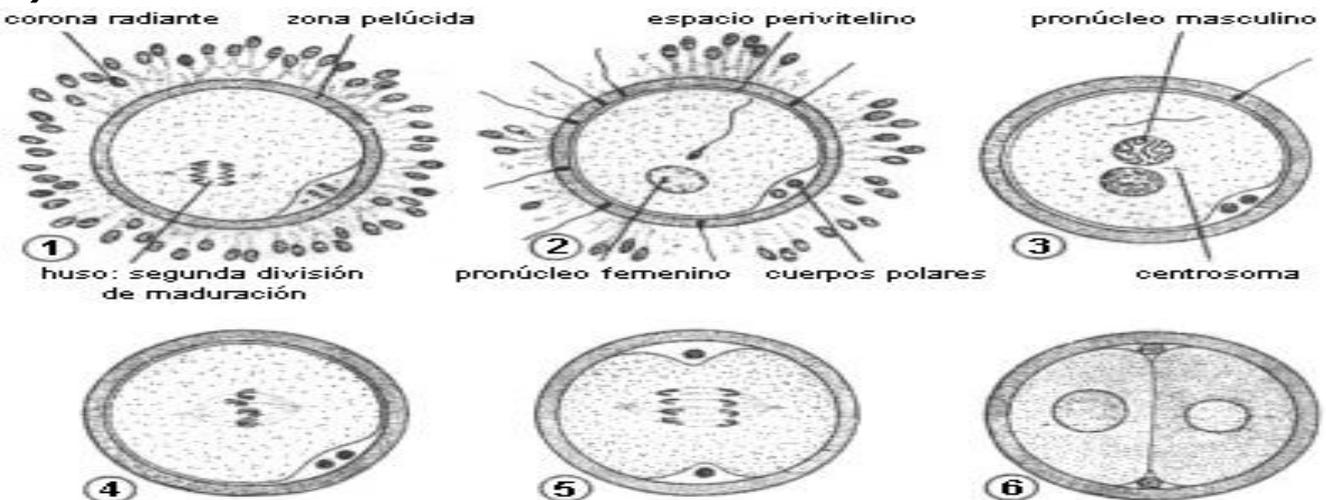
La permeabilidad de la zona pellucida se modifica en ese instante impidiendo la entrada de mas de un espermatozoide, este fenómeno se llama "reacción de zona".



## E) FUSION ESPERMATICA/OOCITO

En cuanto el espermatozoide entra en el ovocito, este termina su segunda división de maduración y los cromosomas se disponen en un núcleo vesicular llamado pronúcleo femenino. El ooplasma se contrae y se advierte el espacio perivitelino entre el ovocito y la zona pelúcida. Mientras tanto, el espermatozoide avanza hasta situarse adyacente al pronúcleo femenino, el núcleo del espermatozoide aumenta de volumen y forma el pronúcleo masculino, idéntico morfológicamente al femenino. La cola se desprende de la cabeza y experimenta degeneración.

## F) ACTIVACION DEL HUEVO



Antes de que ocurra fusión de los pronúcleos masculino y femenino, cada uno de ellos duplica el DNA. Inmediatamente después, los cromosomas se organizan en el huso, y los cromosomas maternos y paternos se hienden longitudinalmente por el centrómero, al igual que ocurre en la división mitótica normal, las mitades resultantes se separan al azar y se desplazan hacia los polos opuestos, lo cual brinda a cada célula del cigoto el número normal de cromosomas y la cantidad normal de DNA ( $2n$ ). Cuando los cromosomas se desplazan hacia los polos opuestos, aparece un surco profundo en la superficie de la célula, que gradualmente divide al citoplasma en dos porciones.

## EL EMBARAZO

Luego de la fertilización, el cigoto sufre una mitosis durante su descenso de casi tres días desde la trompa hasta la cavidad uterina. El blastocisto en desarrollo permanece ahí durante otros tres días antes de su implantación en el endometrio. Un embarazo ectópico ocurre cuando el blastocisto se implanta en un lugar distinto de la cavidad uterina, el sitio ectópico es la trompa uterina; entonces se puede denominar embarazo tubular. Otros sitios ectópicos son el cuello uterino, y los revestimientos de las vísceras abdominales. El embarazo ectópico constituye un riesgo grave para la salud de la mujer y cuando no ocurre un aborto natural normalmente se realiza un aborto terapéutico. El trabajo de parto y el parto constituyen la culminación de la

gestación este trabajo incluye una secuencia de acontecimientos físicos y psicológicos. Su inicio está marcado por contracciones rítmicas y forzadas del miometrio uterino. En el trabajo de parto verdadero los dolores por contracciones uterinas se presentan en intervalos regulares y se intensifican y acortan en tiempo entre cada contracción. Esto se acompaña de la dilatación cervical así como de exudado de moco con sangre por el canal cervical y fuera de la vagina. En las glándulas mamarias la prolactina se inhibe durante el embarazo por las concentraciones altas de progesterona y estrógenos, sin embargo después del parto los estrógenos y la progesterona disminuyen y se desbloquea la secreción de prolactina, estimulando la producción de leche. Amamantar estimula el pezón y la areola enviando un impulso sensorial a través de la médula espinal al hipotálamo, lo cual libera oxitocina; ésta, a su vez, estimula la contracción de las células mioepiteliales, lo cual causa la expulsión o descenso de leche.



# FUNCIONES DE RELACIÓN COORDINACIÓN QUÍMICA

## FUNCIONES DE RELACIÓN

Todos los seres vivos se relacionan entre sí y con su ambiente, incluso tienen la capacidad de detectar cambios en él y de responder a dichos cambios en forma adecuada. Como consecuencia desarrollan mecanismos de control y autorregulación con diferentes grados de complejidad. Estos mecanismos de control están dados tal como hemos señalado anteriormente por dos sistemas: nervioso y hormonal. Así, los cambios que pueden producir una respuesta en casi todas las plantas y animales son cambios de color, intensidad o dirección de la luz, variaciones de temperatura, presión, sonido y cambios de la composición química de la tierra, el agua o el aire a su alrededor.

En el hombre y otros animales superiores, algunas células del cuerpo están muy especializadas y responden a ciertos tipos de estímulos: los conos y bastones de la retina, responden a la luz, algunas células de la nariz y botones gustativos de la lengua a estímulos químicos y células especiales de la piel a cambios de temperatura o presión.

En algunos invertebrados y plantas pueden faltar estas células especializadas pero el organismo entero responde entonces a los estímulos. Los unicelulares responden al calor o frío, algunas sustancias químicas, a la luz y al contacto de una microaguja acercándose o alejándose

## COORDINACIÓN QUÍMICA

Las actividades de las diversas partes del cuerpo de los animales superiores están integradas por dos dispositivos de coordinación: **el sistema nervioso y endocrino**. Las rápidas respuestas de músculos y glándulas, contadas en milisegundos, están típicamente bajo control nervioso.

Las glándulas del sistema endocrino secretan hormonas, las cuales difunden o son transportadas por el torrente circulatorio a otras células del organismo y regulan sus actividades. Las respuestas provocadas por las hormonas son en general algo más lentas (medidas en minutos, horas o incluso semanas), pero su duración es también más prolongada en comparación con la respuesta nerviosa. Las adaptaciones a largo plazo del metabolismo, crecimiento y reproducción se encuentran típicamente bajo control endocrino. Las glándulas de secreción interna desempeñan papel primordial en el mantenimiento de la constancia de la concentración de glucosa, sodio, potasio, calcio, fosfato y agua en la sangre y líquidos extracelulares.

## COORDINACIÓN QUÍMICA DE LOS VEGETALES

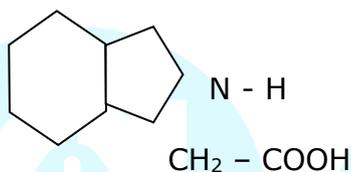
Las hormonas vegetales son producidas por células no agrupadas en glándulas, principales de los tejidos apicales de raíces y tallos. Desde su lugar de producción son transportadas por los vasos conductores hasta la estructura de la planta donde actúan, siendo sus funciones variadas: estimular el crecimiento de las partes distales de la planta, inducir la floración o la formación de los frutos, favorecer la aparición de raíces adventicias o impedir la caída de las hojas y los frutos.

Según su composición química y su misión específica, las hormonas vegetales se dividen en:

auxinas, giberelinas, ácido abscísico y citocininas.

### LAS AUXINAS

Estas hormonas determinan el crecimiento de la planta gracias a que se producen un alargamiento de sus células. Se originan en las zonas apicales de la planta. La mejor conocida de las auxinas es el ácido indolacético.



### GIBERELINAS

Su denominación procede del nombre del hongo *Giberella* del que fue extraída. Las funciones más importantes de estas hormonas son determinar un crecimiento excesivo del tallo, muy apropiado para variedades enanas e inducir la germinación de la semilla.

### ÁCIDO ABCSÍCICO

Esta sustancia es más bien inhibidora. Sus efectos son entre otros: detención del crecimiento del tallo, aparición de la capa abscisión con la consiguiente caída de la hoja e inhibición de la germinación.

### CITOCININAS

Se encargan de incrementar el ritmo de crecimiento celular e incluso determinan la transformación de unas células vegetales en otras.

**COORDINACIÓN QUÍMICA EN LOS ANIMALES**

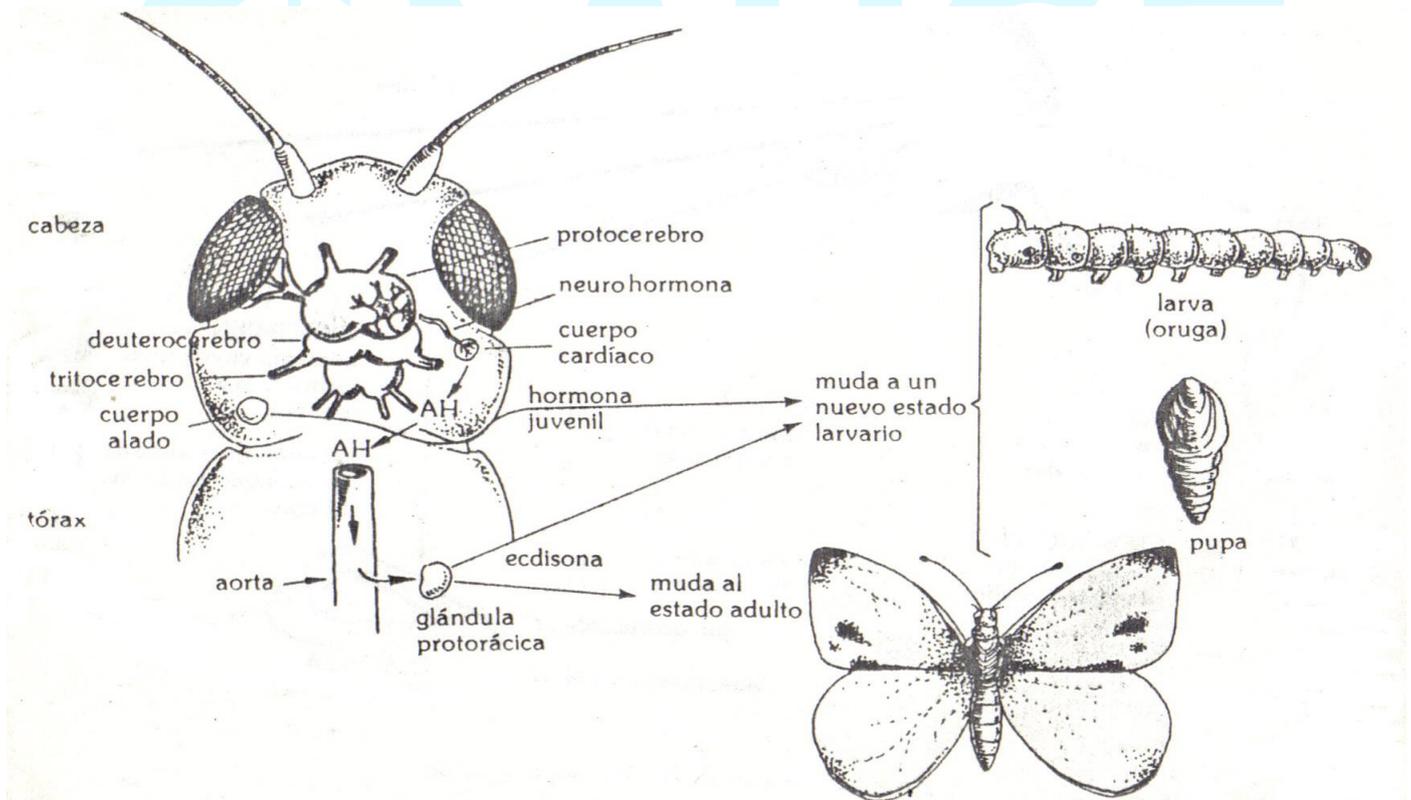
Las primeras hormonas animales fueron quizá neurohormonas y por lo tanto liberadas por verdaderas neuronas. Los axones de estas neuronas se relacionan en muchos casos con órganos neurohemales que son estructuras del sistema circulatorio del animal donde vierte su neurohormonas.

La neurosecreción es mucho más frecuente en los invertebrados que en los vertebrados.

En los anélidos existen hormonas que controlan los procesos de regeneración y los de crecimiento y son producidas por los ganglios cerebroides del animal.

Los insectos poseen tanto órganos neurohemales como endocrino propiamente dichos. En los cuerpos cardíacos se vierte la hormona de activación segregada por neuronas del protocerebro del animal y que controla a la glándula protorácica para que segregue la **ecdisona**, hormona que determina la muda del exoesqueleto. Los cuerpos alares segregan la hormona juvenil que mantiene al animal en estado larvario.

En los crustáceos la muda está regida por la hormona de la muda que segrega el órgano Y, situado en el interior de la antena o de la segunda maxila.

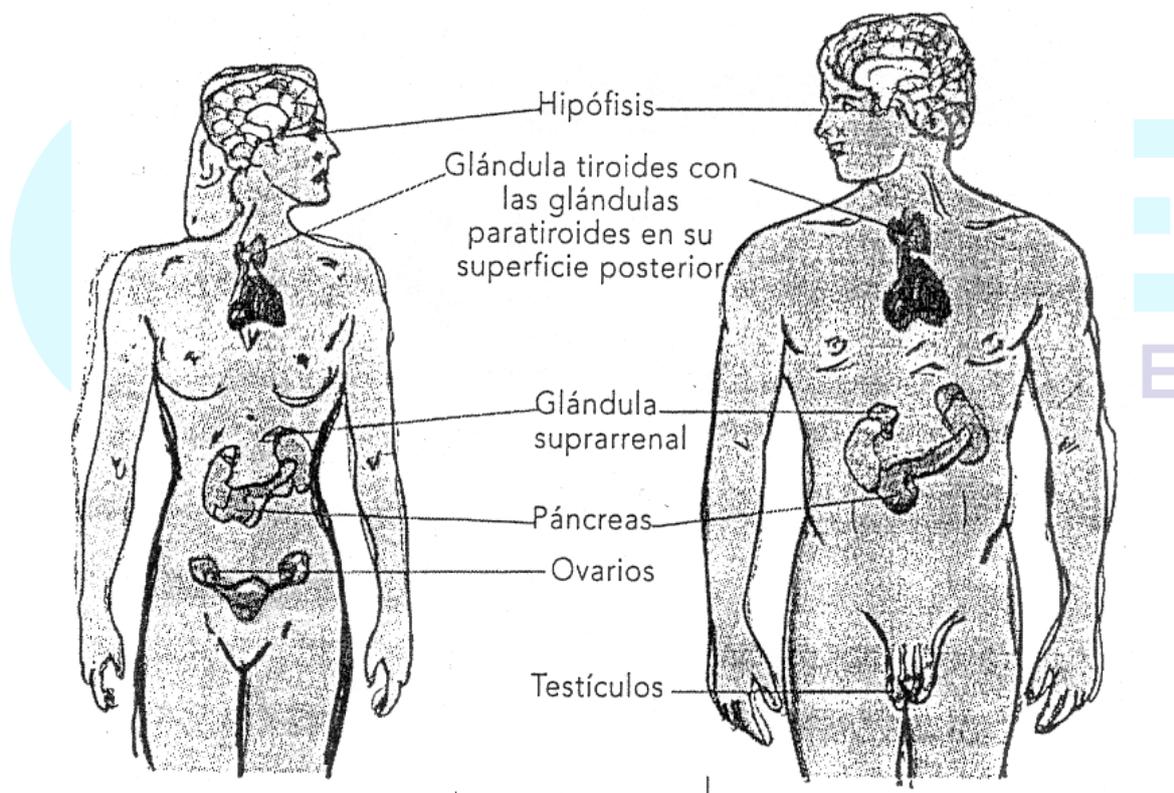


## HORMONAS DE LOS VERTEBRADOS

El sistema endocrino de los vertebrados posee gran uniformidad puesto que la mayoría de las glándulas endocrinas se presentan más o menos desarrolladas en casi todos los grupos de vertebrados. Con las hormonas que producen ocurre algo similar, de modo que se prestará especial atención al caso del hombre.

Las hormonas de los vertebrados se originan en glándulas denominadas endocrinas, son vertidas a la sangre y después transportadas por el sistema circulatorio hasta el llamado órgano blanco que es la estructura del animal sensible a una determinada hormona. Un órgano blanco se estimula ante una determinada hormona por la presencia de receptores específicos para dicha hormona localizados en la membrana celular de las células del citado órgano.

Bastan muy pequeñas cantidades de una hormona para provocar la respuesta del órgano blanco.



La mayoría de las hormonas no actúan aisladamente ya que muchas de ellas poseen un efecto antagónico mientras que otras son sinérgicas, aumentando la efectividad de otras hormonas. Extirpando una glándula endocrina a un animal de experimentación y reinjertándola posteriormente al mismo animal se puede determinar los efectos producidos por las hormonas de dichas glándulas.

## SISTEMA ENDOCRINO DEL HOMBRE

Los principales órganos endocrinos son:

- 1.- Hipotálamo
- 2.- Hipófisis
- 3.- Tiroides
- 4.- Paratiroides
- 5.- Suprarrenal
- 6.- Páncreas
- 7.- Ovario
- 8.- Testículo
- 9.- Placenta

### NATURALEZA QUÍMICA DE LAS HORMONAS

Las hormonas son principalmente proteínas o esteroides, aunque también las hay derivadas de ciertos aminoácidos e incluso de ácidos grasos.

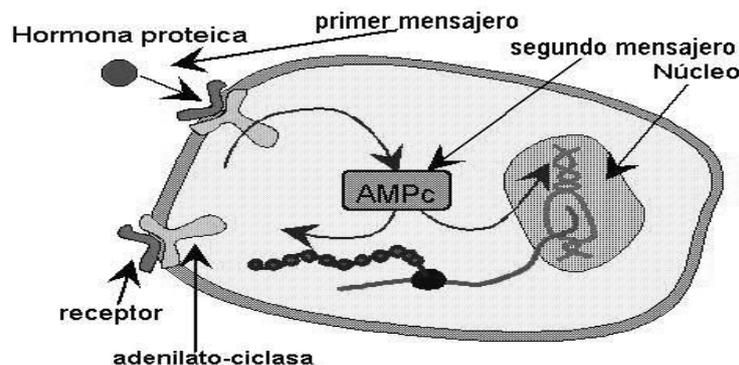
- 1.- Hormonas Proteicas: Hormona del crecimiento, insulina. Adrenocorticotropa.
- 2.- Hormonas esteroideas: estrógenos, andrógenos, progesterona, glucocorticoides.
- 3.- Derivados de aminoácidos: Tiroxina, adrenalina que derivan del aminoácido Tirosina.

### MECANISMOS DE ACCIÓN HORMONAL

En las células de los órganos blancos las hormonas son identificadas por los llamados **receptores hormonales**, a los que se unen.

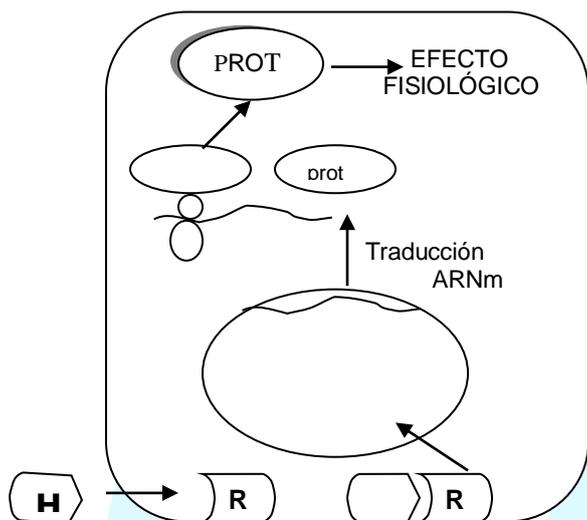
El Caso de las Hormonas Proteicas

Las **hormonas proteicas** no penetran a la célula, sino que al unirse con su receptor de membrana, también proteico, activa una enzima localizada en la membrana, la adenilato-ciclase. Esta enzima cataliza la formación de AMP-cíclico a partir de ATP; el AMP cíclico sería el que induciría los cambios pertinentes en la célula al activar a una quinasa y ésta a su vez a otra y así sucesivamente de modo que de esta cadena de activadores de activadores se tendría un efecto convenientemente ampliado.



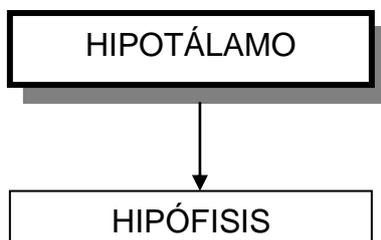
## EL CASO DE LAS HORMONAS ESTEROIDEAS

Las **hormonas esteroideas** debido a su menor peso molecular y a su liposolubilidad, pueden atravesar la membrana celular y penetrar a la célula donde se unen a su receptor específico. De esta manera llegan al núcleo donde son capaces de hacer cesar la inhibición a que están sometidos algunos genes y permitir que sean transcritos. Las moléculas de ARNm originadas se encargan de dirigir en el citoplasma la síntesis de unidades proteicas que son las que producirán los efectos fisiológicos hormonales.



Destaca el hecho de que ciertas glándulas endocrinas están bajo control de otra glándula, la **hipófisis** mediante hormonas denominadas tróficas. A su vez la hipófisis está regulada por el hipotálamo.

La actividad del hipotálamo viene determinada por el nivel sanguíneo de las hormonas tróficas hipofisarias mediante un "retrocontrol" conocido como Feed-back y también por influencias que constantemente recibe procedentes de otras áreas del encéfalo.



| GLANDULAS ENDOCRINAS    |                                   |  |   |  |
|-------------------------|-----------------------------------|--|---|--|
| Glándula                | Partes                            | Hormona                                    | Naturaleza  | Acción   |
| Hipófisis               | Lóbulo anterior (adenohipófisis)  | Somatotropa (STH)                          | Peptídica   | Hormona del crecimiento y metabolismo general.   |
|                         |                                   | Corticotropina                             | Peptídica   | Estimula la secreción de la corteza de las glándulas suprarrenales: cortisol.  |
|                         |                                   | Tirotropina (TSH)                          | Peptídica   | Estimula la secreción de la tiroides (indirectamente de la calcitonina y tiroxina).  |
|                         |                                   | Hormona estimulante de los folículos (FSH) | Peptídica   | Estimula la gametogenesis masculina y femenina (=maduración del folículo del Graf).  |
|                         |                                   | Luteinizante (LH)                          | Peptídica   | Transformación del folículo en cuerpo amarillo; por tanto, producción de estrógeno y progesterona indirectamente.  |
|                         | Luteotrópica (LTH) (prolactina)   | Peptídica                                  | Estima producción de progesterona por el cuerpo lúteo. Estimula la producción de leche y desarrolla instintos maternales.   |  |
| Parte intermedia        | Melanotropa                       | Peptídica                                  | Estima los melanocitos, provocando endurecimiento de la piel (importante en animales que cambian de color con el medio; no clara su importancia en mamíferos).                |  |
| Lóbulo posterior        | Antidiurética (ADH) (vasopresina) | Peptídica                                  | Aumenta la presión arterial. Disminuye la conducción de orina (diabetes insípida, por ausencia). Contracción del útero en el parto y expulsión de leche durante la lactancia. |  |
| Glándulas suprarrenales | Corteza                           | Cortisol (hidrocortisona)                  | Esteroide   | Estimula la liberación de glucosa en el hígado y la degradación intracelular de las proteínas, cuya síntesis también inhibe.                                   |
|                         | Médula                            | Aldosterona (andrógenos)                   | Esteroide   | Acción sobre los riñones. Retención de Na y excreción de K. Caracteres secundario masculinos.  |
| Tiroides                | Folículos Tiroideos               | Tiroxina<br>Tirocalcitonina                | Derivada AA<br>Peptídica  | Neurosecreción de las terminaciones nerviosas del simpático y parasimpático<br>Aumento de actividad metabólica basal. Disminuye la calcemia. Regulación rápida |
| Páncreas                | Islotes de Langerhans             | Insulina<br>Glucagón                       | Peptídica<br>Peptídica  | Disminuye de la glucemia.<br>Aumento de la glucemia.   |
| Ovario                  | Cuerpo amarillo                   | Progesterona*                              | Esteroide   | Prepara el útero para el embarazo (2da. Mitad del periodo).  |
|                         | Folículo                          | Estrógenos                                 | Esteroide   | Preparan el útero para el embarazo (1ra. Mitad). Caracteres primarios y secundarios femeninos.   |
| Placenta                |                                   | Gonadotropina                              | Glucopéptida  | Igual que la L.H. Mantiene la actividad del cuerpo amarillo hasta que la placenta produce estrógenos y progesterona (11 primeras semanas del embarazo).        |
|                         |                                   | Progesterona<br>Estrógenos                 |   | En fetos masculinos estimula la secreción de testosterona..  |
| Testículos              | Células intersticiales            | Testosterona*                              | Esteroide   | Caracteres sexuales masculinos.  |
| Partiroides             |                                   | Paratohormona                              | Peptídica   | Aumenta la calcemia. Regulación lenta.   |

# COORDINACIÓN NERVIOSA

Para que un conjunto tan complicado como el cuerpo humano funcione adecuadamente se requiere un sistema coordinador de proporcionada complejidad: el sistema nervioso, el cual al poner en relación las actividades de todo el organismo, sin duda es el más intrincado de todos los sistemas. Los músculos y las glándulas de un ser vivo se llaman colectivamente efectores, en tanto que los ojos, oídos y otros órganos de los sentidos se llaman receptores. El sistema nervioso compuesto de encéfalo, médula espinal y troncos nerviosos, relaciona receptores con efectores al transmitir impulsos de unos a otros. Lo consigue de tal modo que al ser estimulado un receptor especial responde debidamente al efector que le corresponde. Las principales funciones del sistema nervioso son la conducción de impulsos y la integración de las actividades de las diversas partes de la economía. Integración significa unificar cosas, generalmente disimilares, para lograr unidad a partir de la divergencia. Las actividades coordinadas de los sistemas nervioso y endocrino y la regulación intrínseca de los sistemas de enzimas en cada célula (estimulación e inhibición de la actividad enzimática) son los factores clave de la homeostasia o conservación de la constancia

## ELEMENTOS DE LA COORDINACIÓN NERVIOSA

En la coordinación nerviosa podemos distinguir lo siguiente:

1. **Organos receptores:** Son los encargados de recibir los estímulos internos y externos (sentidos).
2. **Vías aferentes:** Conducen los impulsos nerviosos desde los receptores hasta los centros nerviosos de elaboración (Nervios).
3. **Centros de elaboración:** Elaboran las respuestas (Encéfalo y médula).
4. **Vías eferentes:** Conducen las respuestas a los órganos efectores (músculos y glándulas).

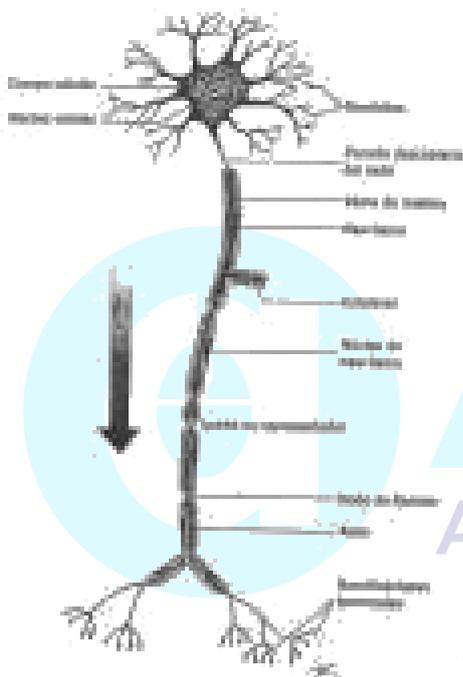
## LA NEURONA

Las células que constituyen el sistema nervioso presentan un grado máximo de diferenciación y reciben el nombre de **neuronas**. Después de la vida embrionaria, en al que se alcanza el mayor grado de esta diferenciación, las neuronas no se dividen, sin embargo, durante la vida del individuo pueden experimentar cambios en su volumen y en el número de sus prolongaciones.

Aparte de los constituyentes citoplasmáticos de la neurona propios de toda célula eucariótica, la neurona presenta prolongaciones citoplasmáticas que pueden ser largas y únicas, llamadas **axones** o cilindroejes y otras cortas, numerosas y con ramificaciones llamadas **dendritas**. La zona más voluminosa de la neurona, donde se encuentra el núcleo y la mayoría de los elementos citoplasmáticos se denomina **cuerpo neuronal** o **soma**.

Las neuronas suelen encontrarse siempre acompañadas de un conjunto de células, llamadas células de **Glía o neuroglia** cuyas funciones van desde servir de soporte físico y alimenticio a las neuronas hasta otras de índole estrictamente funcional en la transmisión del impulso nervioso. Un caso particular de estas células es el de las denominadas **células de Schwann**, las cuales recubren a los axones de las neuronas al enrollarse apretadamente alrededor de la fibra. Las neuronas pueden tener formas muy diferentes a pesar de sus características comunes. Morfológicamente se pueden reconocer cuatro grandes tipos: **monopolares, bipolares, multipolares y piramidal**.

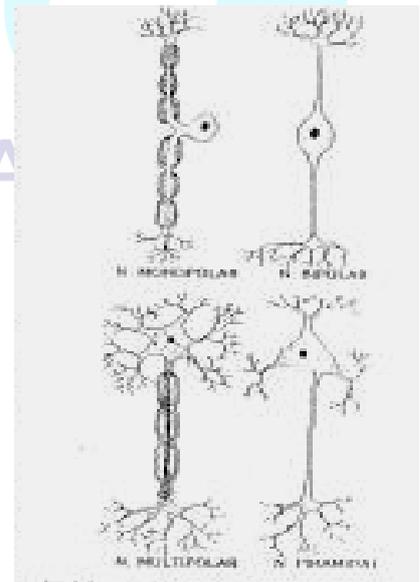
Se clasifican también en tres categorías, según la velocidad de conducción del impulso: fibras A (más de 15 m / s), fibras B ( 3 a 15 m / s) y fibras C )menos de 3 m / s). Se menciona también de neuronas **mielínicas y amielínicas** según posean o no vainas de mielina (rica en esfingomielinas) en los axones. Finalmente se llaman **neuronas motoras y sensitivas** las que propagan impulsos desde los receptores hasta los centros nerviosos.



La agrupación en cualquier organismo, de los cuerpos o somas celulares de las neuronas da lugar a los **ganglios nerviosos**.

A la asociación de un determinado número de fibras se le denomina **nervio**. Un nervio es **motor** cuando las fibras que lo constituyen son motoras y **sensitivo**

cuando sus fibras se componen de neuronas sensitivas. Es **mixto** si incluye simultáneamente fibras de los dos tipos.



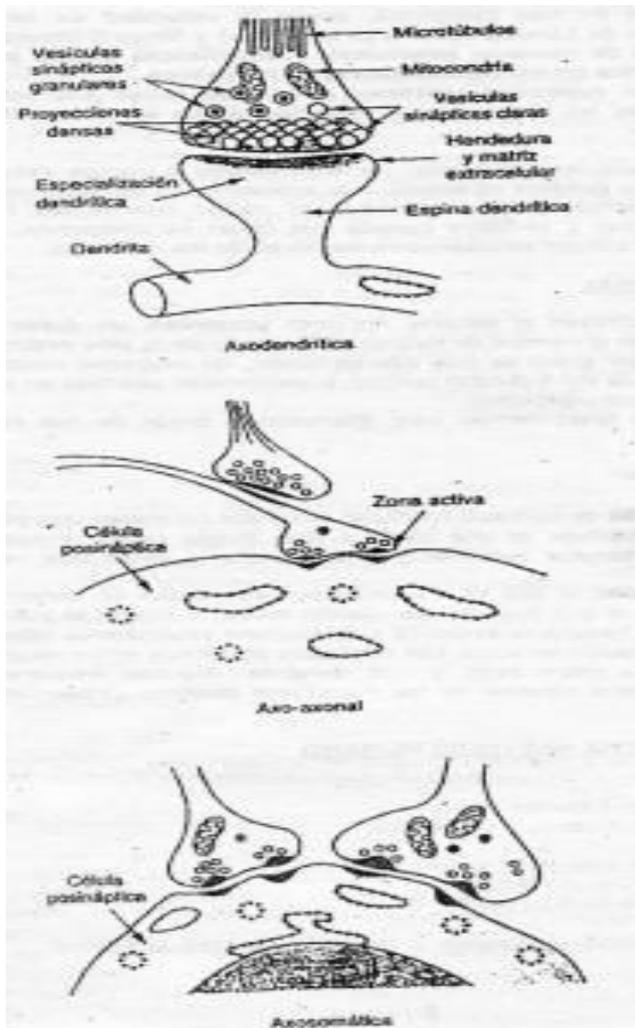
## FISIOLOGÍA NEURONAL

Las células que constituyen el sistema nervioso presentan un grado máximo de diferenciación y reciben el nombre de neuronas.

Después de la vida embrionaria, en la cual se alcanza el mayor grado de esta diferenciación, las neuronas no se dividen, sin embargo durante la vida del individuo pueden experimentar cambios en su volumen y en el número de sus prolongaciones.

Las neuronas pueden tener formas muy diferentes pesar de sus características comunes.

## LA SINAPSIS



Se denomina así la zona de contacto funcional entre dos neuronas que permite que el impulso nervioso se traslade de una célula a otra. Puede existir sinapsis entre dos neuronas, entre un receptor sensorial y una neurona y entre una neurona y un efector.

Atendiendo al sentido en el que se transmite la información, se denomina **neurona presináptica** aquella a la que llega la información antes de cruzar el puente sináptico denominado brecha o **hendidura sináptica** y la **neurona postsináptica** aquella a la que va destinada la información nerviosa. Los contactos sinápticos entre neuronas pueden ser entre dos axones, entre axón y el cuerpo celular o entre un axón y una dendrita. Algunas neuronas como las piramidales de la corteza cerebral de los mamíferos pueden presentar millares de contactos sinápticos.

## DIVISIÓN DEL SISTEMA NERVIOSO HUMANO

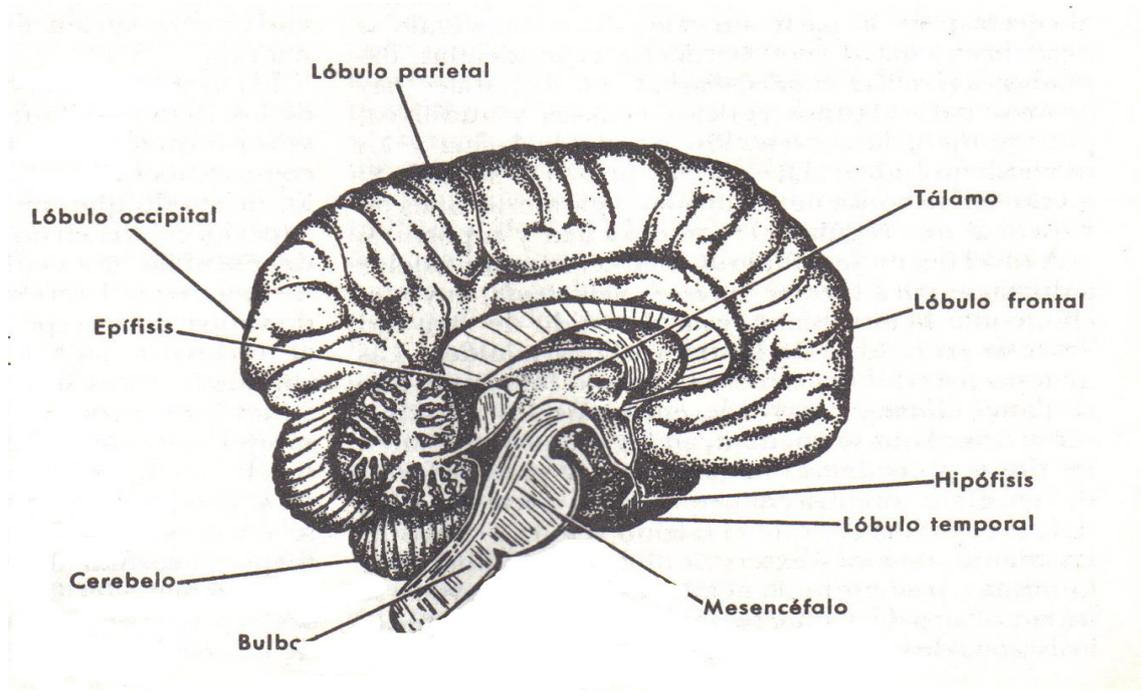
Se divide en:

- 1.- Sistema Nervioso de Relación
- 2.- Sistema Nervioso Autónomo o vegetativo.

El Sistema nervioso de Relación a su vez se divide en :

- a) Sistema Nervioso Central (SNC)
- b) Sistema Nervioso Periférico (SNP)

El Sistema Nervioso Central comprende el Encéfalo y la Médula Espinal.



## SISTEMA NERVIOSO CENTRAL

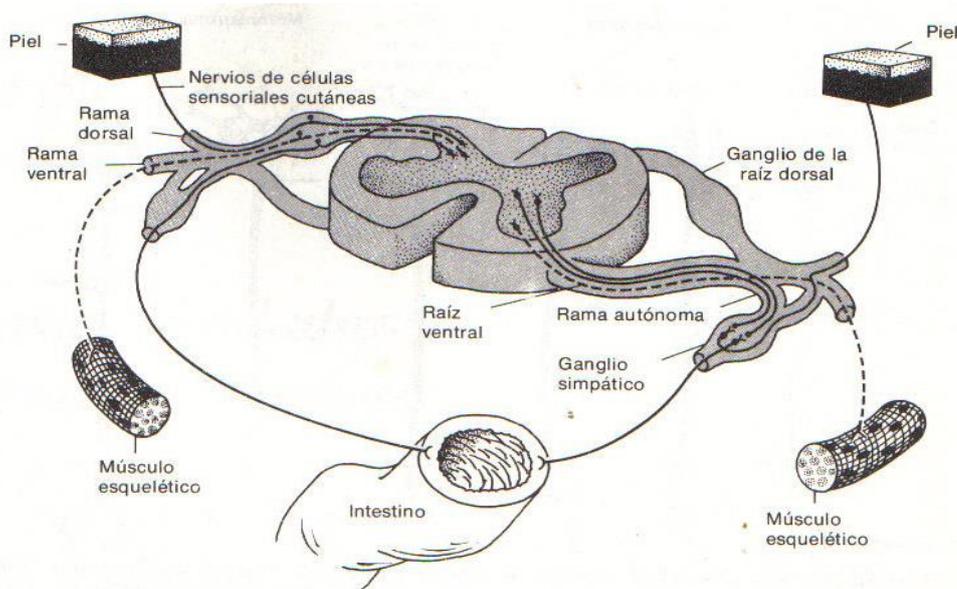
### MÉDULA ESPINAL

Se presenta como una estructura cilíndrica ligeramente aplanada envuelto por una membrana llamada meninge y recorrido en su interior por un conducto llamado **epéndimo** por donde circula un líquido denominado **cefaloraquídeo**.

De sus paredes laterales salen los **nervios espinales o raquídeos** uno a cada lado de la médula. Estos se originan de dos raíces, una ventral y otra dorsal. En la raíz dorsal existe un ganglio en los que se localizan los somas de las neuronas sensitivas o aferentes, ingresando la información sensitiva a la médula por sus raíces dorsales. En la médula se efectúa la sinapsis de la neurona aferente con la motora (o eferente), bien directamente o mediante neuronas intercalares, saliendo la respuesta a la sensación por la raíz anterior o ventral del nervio espinal.

Los cuerpos neuronales de las neuronas motoras se agrupan en el centro de la médula, que adquiere una coloración grisácea, las prolongaciones anteriores y posteriores de la sustancia gris se denominan **astas**. La porción periférica o externa de la médula está constituida por axones de neuronas y su aspecto es blanquecino. Se habla, pues de **sustancia gris** y **sustancia blanca**. La sustancia blanca está constituida por fibras nerviosas que se suelen asociar en haces o columnas, distribuidas en tres regiones: región posterior, región lateral y región ventral.

Las columnas dorsales conducen impulsos sensoriales, las ventrales dirigen impulsos motores mientras que las laterales suelen ser mixtas.



## EL ENCÉFALO

Se origina a partir de la capa externa del embrión llamada **ectodermo** como una invaginación en la región dorsal del embrión. Es considerado como la porción superior, dilatada de la médula espinal. En el hombre esa dilatación pierde semejanza con la médula espinal, pero en los invertebrados esta relación es evidente.

La estructura del encéfalo es compleja vamos a considerar tres componentes:

- 1.- Tronco encefálico
- 2.- Cerebro
- 3.- Cerebelo.

ACADEMIA ONLINE

## TRONCO ENCEFÁLICO

Llamado también tallo cerebral, comunica la médula espinal con el cerebro y cerebelo. Se localiza debajo del cerebro, delante del cerebelo y sobre la médula espinal. El tallo cerebral consta de Bulbo raquídeo, Protuberancia y mesencéfalo.

## Bulbo Raquídeo

La porción posterior del encéfalo, como una continuidad de la médula es el bulbo raquídeo llamado también médula oblongada. A esta altura el canal central de la médula se dilata para formar el **cuarto ventrículo** (hay otros tres en la intimidad del cerebro). El techo del cuarto ventrículo es delgado y contiene un amontonamiento de vasos sanguíneos que secretan parte del líquido cefaloraquídeo (el resto del mismo se secreta por aglomeraciones vasculares semejantes en los otros ventrículos).

También en el techo del cuarto ventrículo se descubren tres diminutos orificios a través de los cuales el líquido pasa a los espacios que dejan las capas de las meninges. Las paredes del bulbo son gruesas, formadas principalmente por troncos nerviosos comunicantes con las regiones superiores del cerebro. Internamente se encuentran los núcleos de pares craneales V, VIII, IX, X, XI y XII.

Además de la función de conducir impulsos se encuentran los centros de la respiración, cardíaco, dilatación y constricción de los vasos sanguíneos, deglución, de la tos y vómito.

## Protuberancia

Dispuesto en la parte anterior y media del tronco encefálico, por debajo del cerebelo, se extiende un recio haz de fibras conocido como **protuberancia o puente de Varolio**, el cual propaga los impulsos de uno a otro lado de los hemisferios cerebelosos, lo que indica su función coordinadora de los movimientos musculares de ambos lados del cuerpo.

De aquí emergen los pares craneales VI, VII y VIII.

## Mesencéfalo

Delante del cerebelo y entre la protuberancia y los hemisferios cerebrales está el mesencéfalo que mide de 15 a 20 mm. Posee dos caras: una anterior formada por los pedúnculos cerebrales y otra posterior donde existen pequeñas prominencias llamadas **tubérculos cuadrigéminos**, en los cuales hay centros para algunos reflejos visuales y auditivos, por ejemplo la contracción pupilar a la luz.

Además se hallan los núcleos de los pares craneales III, IV y V.

## EL CEREBRO

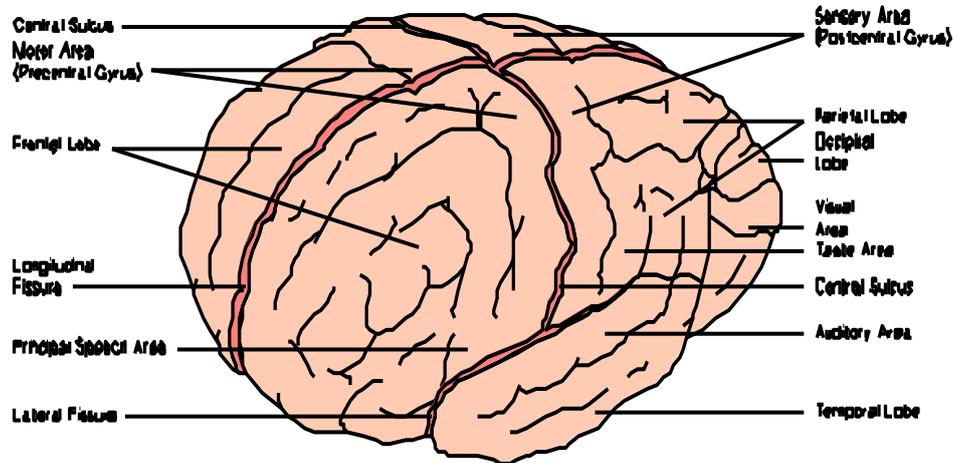
Las porciones encefálicas consideradas hasta aquí son propias de la conducta automática, sin aprendizaje, que en principio es similar en todos los animales, desde el pez hasta el hombre. En cambio los **hemisferios cerebrales**, la parte anterior y mayor del encéfalo humano, tienen una función básicamente distinta que es la de dirigir la conducta aprendida. Los complejos fenómenos de la conciencia, inteligencia, memoria, discernimiento e interpretación de las sensaciones tienen su base fisiológica en las actividades de las neuronas de los hemisferios cerebrales.

El cerebro contiene algo más de la mitad del total de los 10,000 millones de neuronas del sistema nervioso humano. Los hemisferios cerebrales crecen como exuberancias de la porción anterior del encéfalo, de modo que en el hombre y otros mamíferos crecen en todas direcciones sobre el resto del encéfalo hasta cubrirlo. Cada hemisferio contiene una cavidad, que se conocen como primero y segundo ventrículos respectivamente, cada uno conectado al tercero, situado en el tálamo, por medio de un conducto.

Estos dos ventrículos tienen un conglomerado de vasos sanguíneos que secretan líquido cefaloraquídeo.

## NERVOUS SYSTEM

### Cerebral Hemispheres



El cerebro está también compuesto por sustancia blanca y gris. Esta última consta de haces de fibras y se encuentra en la parte interna, en tanto que la sustancia blanca forma la **corteza** del cerebro. En la profundidad de cada hemisferio se encuentran algunas masas grises, son centros nerviosos que funcionan estaciones de enlace desde la corteza y hacia ella. Los vertebrados inferiores con escasa sustancia gris presentan cortezas lisas, pero en el hombre y otros mamíferos la superficie de los hemisferios está formada por circunvoluciones. En esta forma las partes prominentes, separadas por surcos, dan más espacio para que se acumule sustancia gris.

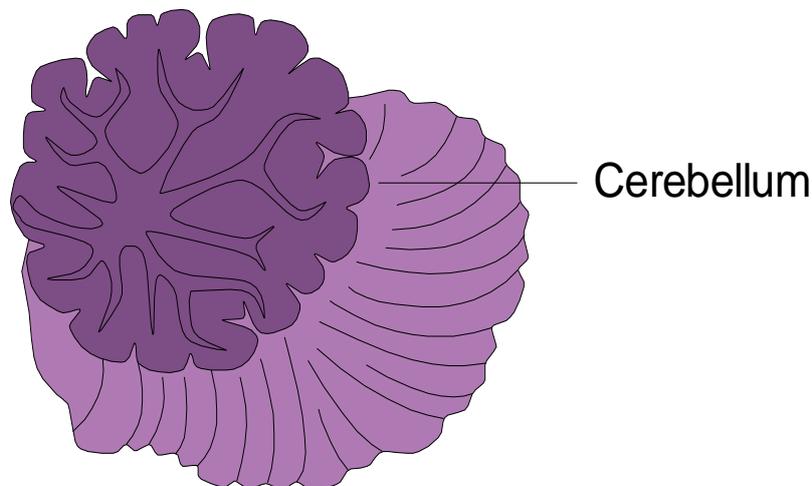
La distribución de estas circunvoluciones es constante, incluso en seres humanos con diversos grados de inteligencia, de manera que forma una especie de topografía estudiada minuciosamente. Del mismo modo, la experiencia ha confirmado que muchas funciones están topográficamente situadas en la corteza cerebral. Así, en la parte posterior conocido como lóbulo occipital se asienta el centro visual. El centro de la audición está situado a cada lado del cerebro, sobre el oído.

En sentido descendente a cada lado de la corteza cerebral se reconoce con facilidad un surco profundo llamado **cisura de Rolando** el cual separa la zona motora (anterior) que gobierna la función de los músculos esqueléticos de la zona posterior en la que se reciben las sensaciones de calor, frío, tacto y presión, enviadas por los órganos del tacto de la piel.

A los dos lados de la cisura hay la especialización del lugar o zona del cuerpo: las neuronas de la porción cisural más elevada envían órdenes motoras a los pies, las inmediatamente debajo a la pierna y bajando más al muslo, abdomen y así sucesivamente hasta llegar a las más inferiores relacionadas con los músculos de la cara.

## CEREBELO

Sobre el bulbo descansa el cerebelo, el cual consta de una parte central y dos hemisferios laterales, estos últimos en forma de piña. Su superficie gris está compuesta de cuerpos neuronales, debajo de la cual aparece una masa blanca de fibras de enlace entre el bulbo y las porciones superiores del cerebro. El tamaño del cerebelo en las especies guarda relación con la actividad muscular. Regula y coordina la contracción de los músculos, por lo que es proporcionalmente mayor en animales muy activos como las aves. La extirpación o lesión del cerebelo no se acompaña de parálisis, sino de trastornos en la coordinación muscular. Si a un ave se le extirpa el cerebelo no puede volar, pues sus alas batan en movimientos desordenados. En el hombre, la lesión cerebelosa por enfermedad o trauma va seguida de incoordinación muscular y así se hace imposible todo movimiento que requiera coordinación delicada, como enhebrar una aguja.



## SISTEMA NERVIOSO PERIFÉRICO

Desde el encéfalo y la médula salen pares de nervios craneales y raquídeos o espinales los que se conectan con todos los efectores y receptores del organismo formando así el sistema nervioso periférico.

Los troncos nerviosos tanto craneales como espinales, están formados de haces de fibras nerviosas (axones y dendritas). Los únicos cuerpos o somas de neuronas presentes en el sistema nervioso periférico son los de las neuronas sensitivas, reunidos en agrupaciones llamadas **ganglios**, cerca del encéfalo o la médula.

### Nervios Craneales

De diferentes porciones del encéfalo emergen 12 pares de nervios destinados principalmente a los órganos de los sentidos, a los músculos y a las glándulas de la cabeza. Los mismos 12 pares, distribuidos aproximadamente a los mismos órganos y tejidos, se encuentran en vertebrados como reptiles, aves y mamíferos, pero los peces y anfibios sólo tienen los 10 primeros. Como todos los demás nervios, los craneales están formados por neuronas, algunos sólo de neuronas sensitivas (pares I, II y VIII) otros casi exclusivamente de neuronas motoras (pares III, IV, VI, XI, XII) y el resto de las dos clases. Uno de los nervios craneales más importantes es el **nervio vago**, el cual forma parte del sistema autónomo e inerva los órganos internos del tórax y parte superior del abdomen.

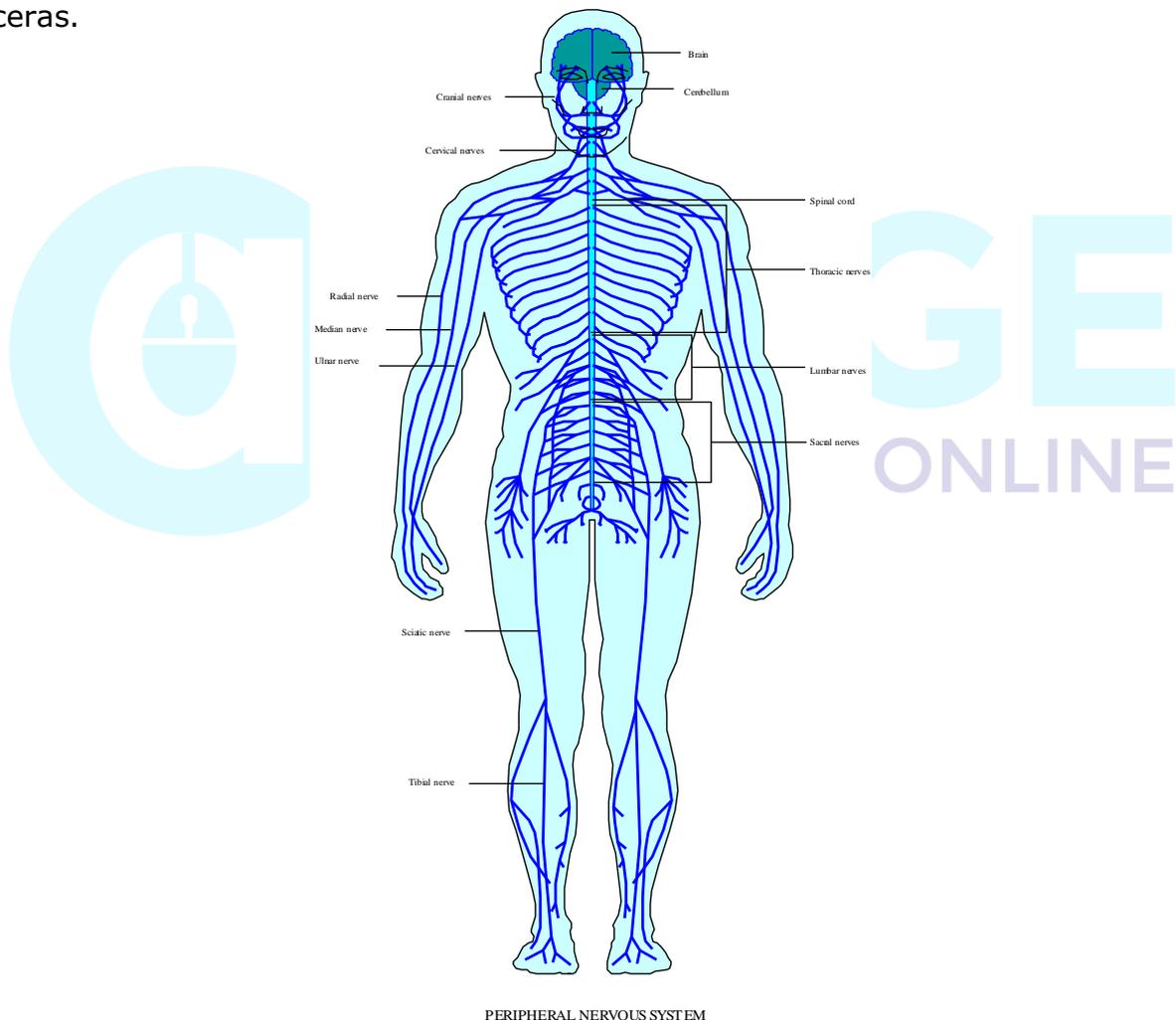
## Nervios Raquídeos

Todos los nervios raquídeos son mixtos, o sea con componentes motores y sensitivos aproximadamente en cantidad igual. En el ser humano se originan a partir de la médula espinal en 31 pares simétricos, cada uno destinado a inervar los receptores y efectores de un segmento del cuerpo.

Cada nervio sale de la médula en forma de dos raíces, las cuales se unen poco después para formar el tronco nervioso.

Todas las neuronas sensitivas entran a la médula por la raíz posterior en tanto que las fibras motoras en su totalidad salen de la médula por la raíz anterior.

El tamaño de cada nervio raquídeo está en proporción al de la zona que inerva, el mayor en el hombre es uno de los pares destinados a las extremidades inferiores. Cada nervio raquídeo poco después de la unión de las dos raíces se divide en tres ramas: la **rama dorsal** va a la piel y músculos del dorso; la **rama ventral** para la piel y músculos de los costados y abdomen y la **rama autónoma** con destino a las vísceras.



---

## SISTEMA NERVIOSO AUTÓNOMO

El corazón, los pulmones, tubo digestivo y otros órganos internos están inervados por un sistema especial de nervios llamado **sistema nervioso autónomo**, compuesto a su vez de dos partes: **el simpático y el parasimpático**. Este sistema autónomo consta únicamente de nervios motores y se diferencia del resto del sistema nervioso por diversos caracteres. El cerebro no tiene dominio voluntario sobre ellos o sea no podemos modificar a voluntad el ritmo cardíaco ni alterar la acción de los músculos del estómago e intestinos. Otro carácter importante del sistema nervioso autónomo es que cada víscera y órgano interno reciben una doble inervación: simpática y parasimpática de función antagónica, pues si unos nervios aceleran la actividad de una parte, los otros la deprimen. Así, mientras que el simpático acelera los latidos cardíacos, el parasimpático los reduce; mientras que el simpático contrae las arterias y aumenta la presión arterial, el parasimpático dilata estos vasos y baja la presión arterial. Mientras que el simpático frena el peristaltismo del tubo digestivo, el parasimpático lo acelera.

### ACTO REFLEJO

Un reflejo es una respuesta automática e innata a un estímulo dado, que sólo depende de las relaciones anatómicas de las neuronas que participan. Típicamente, un reflejo afecta a una parte del cuerpo, no a la totalidad de él. La flexión de la pierna como respuesta a un estímulo doloroso y la constricción de la pupila a la luz intensa son reflejos típicos. Reflejos son las unidades funcionales del sistema nervioso y muchas de nuestras actividades son el resultado de ellos. Hemos visto ya lo importante que son los reflejos para controlar la frecuencia cardíaca, la presión arterial, la respiración, la salivación, los movimientos del aparato digestivo, etc. Cuando pisamos un objeto punzante o nos ponemos en contacto con algo caliente, no esperamos hasta que el dolor sea experimentado por el cerebro y luego tras deliberación, decidimos qué hacer, nuestras respuestas son inmediatas y automáticas. El pie o la mano es retirado por acción refleja antes de experimentar dolor. Muchas de las actividades más complicadas de nuestra vida cotidiana, como caminar son reguladas en parte por reflejos. Los existentes al nacer y comunes a todos los seres humanos se llaman **reflejos heredados**; otros, adquiridos posteriormente como resultado de la experiencia se conocen como **reflejos condicionados**. Los requerimientos anatómicos mínimos para una conducta refleja son una neurona sensorial, con un receptor para descubrir el estímulo, unidos por una sinápsis a una neurona motora que se adhiere a un músculo o algún otro efector. Este es el tipo más sencillo de **arco reflejo** y se denomina monosináptico porque sólo hay una sinápsis entre las neuronas sensorial y motora.

# HOMEOSTASIS

Son los mecanismos reguladores que poseen los seres vivos para defenderse de los cambios del medio interno y externo.

Claudio Bemard (1813-1878), padre de la Homeostasis dijo: "Todos los mecanismos vivientes, tan variados como son, tienen un sólo objetivo: el de preservar constantes las condiciones de vida del medio interno".

La estabilidad y características de los compuestos químicos del medio interno es muy importante en los organismos superiores.

En homeostasis, un número de constantes biológicas representan el estado normal de un organismo. Estas constantes son:

- Temperatura del cuerpo
- Nivel de azúcar
- Presión sanguínea
- Contenido de iones
- Concentración de iones de hidrógeno

El medio interno se mantiene constante no porque permanece en equilibrio estático, sino debido a una continua y permanente regularización de las sustancias químicas que ingresan y salen de las células durante el metabolismo, llamándose a esto equilibrio dinámico, indispensable para mantener la vida.

Los mecanismos reguladores del medio Interno son:

- a) Sistema Nervioso
- b) Sistema Endocrino

## LA SALUD Y LA ENFERMEDAD

La homeostasis de todos los organismos esta siendo continuamente alterada por el estrés, es decir, por todos los estímulos que tienden a crear un desequilibrio en el medio interno. El estrés puede proceder del medio externo, en forma de estímulos como el calor, frío, los ruidos intensos o la falta de oxígeno. También puede originarse en el interior del organismo, en forma de estímulos como un bajo nivel de glucosa en sangre, un aumento de la acidez del líquido extracelular, el dolor o las ideas desagradables.

Casi todos los factores estresantes son leves y habituales, por lo que las respuestas de las células del organismo consiguen restablecer rápidamente el equilibrio del medio interno.

Una intoxicación, la exposición excesiva a temperaturas extremas o una infección grave son ejemplos de factores estresantes importantes, situaciones en las que la homeostasis puede fallar.

## **REGULACIÓN DE LA HOMEOSTASIS POR LOS SISTEMAS NERVIOSO Y ENDOCRINO**

Las respuestas homeostáticas del organismo están reguladas por los sistemas nervioso y endocrino, que actúan al unisono o de manera independiente. El sistema nervioso regula la homeostasis detectando las desviaciones que se producen en relación al estado de equilibrio y enviando mensajes en forma de impulsos nerviosos a los órganos adecuados para contrarrestar el estrés. Por ejemplo cuando se activan las fibras (células) musculares, consumen una gran cantidad de oxígeno de la sangre, a la vez que producen mucho anhídrido carbónico, que también penetra en ella. Determinadas células nerviosas detectan estos cambios químicos de la sangre y envían impulsos al encéfalo que, en respuesta a ellos manda impulsos al corazón para que bombee la sangre de una forma más rápida y potente hacia los pulmones, a fin de que estos expulsen el dióxido de carbono y favorezcan la captación de oxígeno a mayor velocidad. Al mismo tiempo, el encéfalo envía impulsos nerviosos a los músculos que controlan la respiración para que se contraigan con mayor frecuencia. Como consecuencia se expulsa más anhídrido carbónico y se inhala más oxígeno.

El sistema endocrino por un grupo glándulas que emiten hacia la sangre unos reguladores químicos llamados hormonas también interviene en la regulación de la homeostasis. Mientras que los impulsos nerviosos producen cambios rápidos, las hormonas suelen actuar de una forma más lenta. Ambos mecanismos de regulación trabajan juntos para conseguir un mismo fin, mantener la homeostasis.

### **ENFERMEDAD: DESEQUILIBRIO DE LA HOMEOSTASIS**

Mientras que los distintos procesos del organismo permanezcan dentro de los límites de la normalidad fisiológica, las células del cuerpo humano funcionan de manera eficiente y se mantiene la homeostasis (salud). Sin embargo, cuando uno o varios de los componentes del organismo pierden su capacidad para contribuir a la homeostasis, los procesos orgánicos no funcionan de manera eficiente. Si el desequilibrio de la homeostasis es moderado puede producirse una enfermedad mientras que si es intenso puede dar lugar a la muerte del individuo. La enfermedad es toda alteración en relación al estado de salud de una parte o de la totalidad del organismo, que no funciona de manera normal.

Una enfermedad local es la que afecta a una parte o a un área limitada del organismo. Una enfermedad general o sistémica afecta a la totalidad del organismo o a varias de sus partes, cada enfermedad altera la estructura y función y orgánica de una manera específica. Un paciente puede presentar ciertos síntomas. Los síntomas son alteraciones subjetivas de las funciones orgánicas que no son evidentes para un observador, por ejemplo, el dolor de cabeza o las náuseas. Las observaciones objetivas que el clínico puede observar y medir reciben el nombre de signos, que pueden ser alteraciones anatómicas o funcionales: sudoración, fiebre, erupción, parálisis, etc.

### **ENFERMEDADES INFECCIOSAS**

- Cólera: *Vibrio cholerae*, en 5 horas o 2 a 3 días. Diarreas líquidas.
- Gripe: Diversos virus.
- Amigdalitis: *Streptococos Beta*.
- Neumonía: *Streptococcus pneumoniae*.

- Tuberculosis: *Mycobacterium tuberculosis* (bacilo de Koch).
- Paludismo o Malaria: *Plasmodium malarie* Esporozoario, presente en el zancudo *Anopheles*.
- Sarampión: Virus, Expulsados por la tos.
- Viruela: Virus, Se contagia por las pústulas de los enfermos o por la ropa.
- Rabia: Virus presente en la saliva del perro.
- Poliomielitis: Por diferentes virus, contagio por la saliva y mucosidad fosas salivales.
- Disenteria Amebiana; Protozoario *Entamoeba histolytica*.
- Tifoidea: *Salmonella* (bacilo de Eberth).
- Conjuntivitis: *Estreptococos* y *estafilococos*.
- Tétanos: *Clostridium tetani*, produce toxina.
- Sífilis: *Treponema pallidum*, lesión (chancro) pene vagina o cuello úterino, cicatriza y pasa a la sangre produciendo fiebre aguda y lesiones de la piel. Puede desaparecer y aparecer. Se transmite hasta la tercera generación.
- Gonorrea: *Neisseria gonorrhoeae*, formación de pus.
- Sida: Virus de Inmunodeficiencia humana.

## LOS ALIMENTOS

Los reacciones catabólicas permiten degradar las macromoléculas orgánicas y transformarlas en moléculas pequeñas con el fin de liberar la energía que contienen. La liberación de la energía es fundamental para que podamos desarrollar todas nuestras actividades. Esta energía se obtiene de los alimentos.

Los alimentos constituyen nuestro combustible ya que aportan energía. Sin embargo esta energía sólo puede ser liberada mediante las reacciones químicas que se llevan a cabo dentro de las células. En estas reacciones interviene el oxígeno.

Además los alimentos nos proveen la materia necesaria para renovar los tejidos y elaborar diversas sustancias.

### La Dieta Alimenticia

Para que la dieta sea equilibrada y completa es necesario tener en cuenta lo siguiente

- Se deben consumir proteínas tanto de origen animal como vegetal
- No abusar de los dulces y grasas.
- Incluir los minerales necesarios para mantener la buena salud
- Incluir el aporte diario de las vitaminas
- También es necesario aporte diario de la fibra, la cual permite el normal funcionamiento del intestino

La dieta de las personas que habitan en un lugar determinado depende tanto de factores culturales y sociales como de la disponibilidad de alimentos.

Aunque hoy en día, al menos en los países desarrollados, se puede disponer de una gran variedad de alimentos, todavía hay importantes diferencias en la dieta en los distintos países.

La dieta depende de la actividad que realizan las personas, la edad, condición física, embarazo, convalecencia y dietas para el adelgazamiento.

## La desnutrición

Los malos hábitos alimenticios tales como comer fuera de horario, consumir golosinas o frituras en exceso o pasar mucho tiempo sin comer provocan desordenes orgánicos que puede acarrear serios problemas de salud. Además de la anemia y de un alto nivel de colesterol en la sangre, la obesidad es otra consecuencia de estos malos hábitos.

El exceso de peso –real o imaginario- y la presión constante que una persona, en especial un adolescente recibe la familia o de la sociedad para lograr un físico perfecto, pueden conducir a dietas irracionales y desbalanceadas que causan enfermedades peligrosas como la anorexia o la bulimia.

La desnutrición proteica y energética incluye una serie de transtornos de inanición y alimentación deficiente que abarcan a otros nutrientes como vitaminas y minerales, además de la deficiencia proteínica. La modalidad grave ocurre en niños en crecimiento por lo general en menores de 5 años de edad de áreas indigentes. Se reconocen dos formas extremas; el **marasmo y el Kwashiorkor**.

En el marasmo, hay desgaste generalizado debido a la deficiencia tanto de energéticos como de proteínas, en tanto que en el kwashiorkor que se caracteriza por edema, hay deficiencia en la cantidad y la calidad de proteínas, aunque la ingestión energética puede ser adecuada.

## La Inmunidad

Desde el punto de vista médico se entiende por inmunidad la resistencia que posee el organismo gracias a las defensas.

La inmunidad esta dada por mecanismos naturales o artificiales. En ambos casos puede ser pasiva o activa.

- a) **Inmunidad natural Pasiva:** corresponde a la inmunidad que se adquiere cuando se reciben anticuerpos producidos por otro ser vivo de la misma especie quien si tuvo un contacto p directo con el agente patógeno. Un ejemplo de este tipo de inmunidad es el que recibe el feto de su madre durante la gestación o a través de la lactancia, de manera que el nuevo ser ya posee anticuerpo contra los agentes patógenos con los que aún no ha tenido contacto.
- b) **Inmunidad Natural activa:** se produce cuando los propios mecanismos inmunológicos del individuo para formar anticuerpos específicos. Estos mecanismos se ponen enmarca siempre y cuando los microorganismos o cualquier antígeno penetre directamente. Los anticuerpos formados de esta manera tienen mayor duración por lo que el individuo que logra superar la infección permanece inmunizado durante más tiempo.
- c) **Inmunidad Artificial Activa:** El nombre de artificial viene porque el contacto entre la persona y el agente patógeno es producido artificialmente. Se presenta cuando el individuo es tratado con suero sanguíneo que posee anticuerpos contra el agente patógeno producidos por un animal de otra especie (conejos, caballos, cuyes o monos). La sueroterapia se utiliza con fines curativos en individuos enfermos obteniéndose una inmunidad artificial pasiva cuya duración es limitada. Algunos ejemplos son el suero para el botulismo, el tétanos y el utilizado contra diversos venenos de serpientes.

- d) **Inmunidad Artificial Activa:** este tipo de inmunidad se produce cuando el agente patógeno atenuado o muerto se introduce al organismo. La presencia artificial del microorganismo induce la formación de anticuerpos por parte del organismo infectado, razón por la cual se clasifica como inmunidad activa. Este procedimiento fue descubierto por el notable médico inglés Edward Jenner durante el siglo XIX y constituye la esencia del proceso de vacunación.

## **LAS VACUNAS**

Una vacuna es un preparado que contiene un antígeno destinado a producir en el organismo una respuesta inmune, pero que deje un "recuerdo". El objeto de la inmunidad es inmunizar frente a una enfermedad determinada.

Las vacunas pueden prepararse con bacterias patógenas muertas o con los antígenos que se encuentran en las paredes celulares de las mismas. Otras se hacen con microorganismos atenuados, es decir, con virus productores de una determinada enfermedad, pero que han sido seleccionados por su poca actividad patógena.

Cualquiera que sea la composición de las vacunas, las respuestas inmunes primarias que producen, preparan al organismo para enfrentar a la mayoría de las enfermedades debidas a microorganismos y superarlas sin trastornos o con sólo unas molestias.

En la actualidad la vacunación permite prevenir casi todas las enfermedades infecciosas. Entre las vacunas hay algunas, como la del tétanos que requieren la administración de varias dosis para ser efectivas. Otras, por el contrario sólo se administran una vez con una sola dosis, estas vacunas consiguen la inmunización toda la vida. Continuamente se está investigando para obtener nuevas vacunas. En la actualidad se está tratando de desarrollar una vacuna contra el SIDA.

# ECOLOGÍA

## I. DEFINICIÓN

Es la ciencia que estudia las relaciones mutuas entre los seres vivos y su medio ambiente. La ecología puede resumirse como la ciencia que estudia los ecosistemas

## II. EL ECOSISTEMA

Es la suma de relaciones que se establece entre el la biocenosis y el biotopo

**COMPONENTES:** Está constituido por factores Bióticos y Abióticos.

### 1. Factores Abióticos:

Es el medio ambiente en el cual se desarrollan los organismos y esta constituido por factores limitantes. Dentro de ellos tenemos a los siguientes:

**A) La Luz Solar:** La cantidad de Luz es un factor importante para establecer la distribución y conducta de las plantas y animales y además es la principal fuente de energía que permite la fotosíntesis. De acuerdo a la necesidad de luz las plantas pueden ser:

- **Heliofilas:** Que sólo vegetan si hay luz intensa.
- **Esciofilas:** Si se desarrollan con escasa iluminación, ejemplo las algas, los líquenes.

Por otro lado la luz influye en la floración de las plantas, en el caso de algunas aves estimula cambios estacionales de color de las plumas, de la misma manera influye en el desove de los peces.

La fotoperiodicidad se refiere a la respuesta fisiológica de los animales y plantas a las variaciones de luz y oscuridad, de este modo las plantas por ejemplo han sido agrupadas en plantas de.

**Día corto:** Como el crisantemo que florece a finales de verano o principio de otoño,.

**Día largo:** Como el trébol que florece a finales de la primavera o principio del verano.

**Día neutro:** Como el tomate, que no inicia la floración en respuesta a cambios en la cantidad de luz.

**b) La Temperatura:** Los animales se desarrollan bien a temperaturas que oscilan entre 5C y 35C, la constituye una temperatura óptima, habiendo además una temperatura máxima y otra mínima que limitan las posibilidades de vida de un animal determinado, constituyendo estos en tres valores sus temperaturas críticas. Cuando las temperaturas extremas están próximas a la óptima, se dice que el animal es ESTENOTERMO, estas condiciones se dan en el mar y en los bordes ecuatoriales. Los animales EURITERMOS son los que pueden resistir grandes variaciones, por tener sus

temperaturas extremas muy alejadas de la óptima. Estas condiciones son propias de los climas continentales y playas, así como aguas dulces. La mosca es un organismo euritérico porque tolera desde los 5° C hasta los 45° C.

Las aves y mamíferos tienen su cuerpo a temperaturas constantes llamándose HOMEOTERMOS, poseen tegumentos que los aíslan térmicamente del medio ambiente. Cuando un homeoterma disminuye su temperatura corporal durante el sueño invernal se llama HETEROTERMO.

**c) El Suelo:** El substrato básico es el suelo y sirve como soporte y contiene los elementos nutritivos que necesitan las plantas para su desarrollo.

El suelo está caracterizado por su color, textura y pH.

Así mismo el suelo posee perfiles es decir a como están dispuestos las distintas capas u horizontes que hay desde la superficie hasta la rosa madre del subsuelo.

**d) El Agua:** El agua influye en el ambiente de los organismos. El agua almacena calor y debido a su elevado calor específico las grandes masas de agua como lagos y mares calientan lentamente.

De acuerdo a la humedad del medio las plantas han sido clasificados en:

**a) Xerofitas:** Plantas que sobreviven en ambientes secos: esta resistencia puede ser persistente y periódico. Estas son típicas de las regiones desérticas y semidesérticas (cactus, euforbias, uñas de gato, yuca, agraves) y no suculentas (gramíneas).

**b) Mesofitas:** Viven en un medio que no es muy húmedo ni muy seco, como las praderas y los bosques de las zonas templadas y de las regiones correspondientes a los trópicos. La mayoría de las plantas vasculares son mesófitas.

**c) Hidrofitas:** Crecen cerca del agua, en suelos muy húmedos, a veces totalmente o parcialmente sumergidos.

**e) La Presión:** La presión del aire restringe la existencia de muchos animales terrestres a un cierto límite de altitud específico, de modo que las formas de vida que se encuentran en las grandes latitudes son organismos con adaptaciones en poblaciones escasas.

En los mares existen bacterias que crecen bajo una presión muy elevada.

Los peces de mar están adaptados a sobrevivir a una cierta gama de presiones. Los peces abisales parecen aplastados por las enormes presiones de la profundidad y estallan en la superficie.

Los seres vivos que pueden soportar elevadas presiones son denominados Barófilos.

La Salinidad: La mayoría de los peces viven en aguas con concentraciones de sal estables, se los ha clasificado en dulceacuícolas y marinos. Los animales que no toleran cambios en la salinidad del agua de su medio se denominan estenohalinos.

Los Salmones y anguilas viven en el mar durante todo el año excepto durante la etapa de la reproducción en la que van a desovar en los ríos; estos animales son llamados Eurihalinos porque toleran los cambios de salinidad del medio.

Existen plantas adaptadas a los suelos salinos son llamadas halofitas.

## 2. Factores Bióticos:

Esta dado por la BIOCENOSIS o comunidad biótica que incluye todas las poblaciones que ocupan un lugar definido. Una población es un grupo de individuos de una misma especie.

**Nicho Ecológico:** Es la función que tiene una especie dentro de la comunidad o ecosistema al que pertenece. El nicho depende de las adaptaciones estructurales, respuestas fisiológicas y comportamiento de un organismo. Para definirlo en un ser vivo, es necesario saber qué come, donde se mueve y sus efectos sobre las partes abióticas de su medio.

**Ecología de la Nutrición:** En cuanto a la fisiología de la nutrición los seres vivos han sido clasificados en: Autótrofos (Productores) y Heterótrofos (Consumidores y Desintegradores).

**a) Productores:** Organismos autotróficos (principalmente plantas verdes) que pueden producir materiales orgánicos a partir de sustancias inorgánicas simples.

**b) Consumidores:** Llamados también FAGÓTROFOS, organismos heterotróficos (principalmente animales) que ingieren otros organismos o fragmentos de materia orgánica.

Los consumidores obtienen su alimento en forma de partículas sólidas que deben ser ingeridas, digeridas y absorbidas por eso se les llama HOLOZOICOS. Los holozoicos deben buscar, atrapar y devorar constantemente a otros organismos y para hacerlo presentan adaptaciones en sus sistema digestivo.

Los holozoicos han sido divididos en:

**a) Fitófagos:** Animales que comen plantas y algas.

**b) Carnívoros:** Animales que devoran a otros animales.

**c) Omnívoros:** Animales que comen animales y plantas.

Existen tipos especiales de consumidores tales como los detritófagos y los parásitos.

**a) Detritófagos:** Llamados Necrófagos, Sapróvoros o carroñeros; animales que se alimentan de cadáveres y materia orgánica en descomposición. Las lombrices de tierra preparan los materiales para que luego sean atacados por los desintegradores; otros como las larvas de mosca, devoran a los desintegradores mismos.

**b) Desintegradores:** Las levaduras, mohos y mayoría de bacterias son incapaces de producir sus alimentos y de ingerir alimentos sólidos estos necesariamente tiene que absorber mediante su membrana los nutrientes, llamándole a su nutrición SAPROBIÓTICA.

Son organismos MINERALIZADORES ya que los residuos muertos de lo productores y consumidores son descompuestos hasta materia inorgánica (minerales).

## **INTERRELACIONES BIOLÓGICAS**

Los seres vivos no están aislados, sino que establecen relaciones de índole diverso entre los de las misma especies (asociaciones intraespecíficas).

**Asociaciones Intraespecíficas:** Con frecuencia se producen agregaciones de animales o plantas de una sola especie.

Algunas de estas asociaciones son temporales para procrear. Otras son más permanentes. A pesar del nacimiento que acompaña a densas agregaciones de animales, los estudios demuestran que tales agregaciones de individuos permiten la sobrevivencia de la especie. Un solo individuo colocado en el mismo ambiente moriría. Las asociaciones intraespecíficas generalmente son positivas porque todas las especies se benefician.

Existen tres tipos:

1. Las asociaciones coloniales.
2. Las asociaciones sexuales.
3. Las asociaciones estatales.
4. La asociación intraespecífica negativa es la competencia.

1. **Asociaciones Coloniales:** Caracteriza a organismos marinos, esponjas y celentéreos. En la colonia de esponjas todas comparten un endoesqueleto calcáreo que las mantiene unidas formando una estructura masiva arborescente.

2. **Asociaciones Sexuales:** Los miembros de una especie se reúnen para procrear. Hay diferentes clases de este tipo de asociación siendo la más notable la Gregaria por la que animales de la misma especie se juntan con fines nutritivos y defensivos: tal es el caso de los bancos de sardinas y de los rebaños grupos de animales herbívoros en la que un principio de subordinación a uno o varios machos.

3. **Asociaciones estatales:** (cooperación Inconsciente o Sociedades); Constituye un grupo de asociación en que hay un grado elevado de organización y división del trabajo entre sus individuos que lleva consigo la aparición de castas morfológica y fisiológicamente distintas.

Estas asociaciones forman pueblos o estados, asociación exclusiva de insectos sociales tales como: abejas, avispas, hormigas y termitas.

4. **Competencia:** (competición); los miembros de una misma especie luchan por la existencia, el espacio, la luz, el alimento, producto de esa lucha por la existencia sobrevive el más apto. La competencia dentro de una especie constituye un mecanismo de evolución descrito por Darwin como la Selección natural.

## **ASOCIACIONES INTERESPECÍFICAS**

Los miembros de dos especies diferentes de animales o de plantas pueden interactuar de varias maneras distintas tanto positivas como negativas.

Interacciones Positivas: Aquella en las que por lo menos una de las especies se beneficia ninguna se perjudica.

1. **Mutualismo:** Dos especies se benefician de la asociación y no pueden vivir sin ella. Ejemplo de ella son los líquenes que resultan de la asociación de un hongo con una alga, las micorrizas (hongo más raíz de una planta) la asociación de las termitas y sus flagelados intestinales; etc.

**2. Protocooperación:** Dos especies se benefician de la asociación pero son capaces de sobrevivir sin ella. Ejemplo de ello es la relación entre cangrejos que se camuflan con celentéreos. Los celentéreos se nutren de partículas de la alimentación del cangrejo.

**3. Comensalismo:** Una especie (llamada comensal) se nutre de las sobras de otra especie.

El comensal se beneficia en tanto que la otra especie no se ve afectada. Algunos platelmintos viven fijos a las branquias de la cacerolita de mar y obtienen su alimento de los restos de comida de este artrópodo. La relación remora-tiburón también es un caso de comensalismo.

**4. Inquilinismo:** Una especie (llamada inquilina) vive dentro de otra especie (hospedador) obteniendo refugio y protección.

Los nemátodos marinos suelen ser inquilinos de las almejas.

**Interacciones Negativas:** Aquellas en las que al menos una especie sufre daño o perjuicio.

1. **Competencia:** Dos especies con el mismo nicho ecológico, luchan por el espacio, el alimento la luz. El establecimiento de esta relación se da cuando los organismos que viven fijos sobre las rocas del litoral compiten por el substrato.

2. **Amensalismo:** Una especie produce sustancias químicas que inhiben el desarrollo de otra especie.

En el caso de microorganismos se denomina Antibiosis. Ejemplo: *Penicillium notatum* secreta penicilina que destruye bacterias.

En las plantas superiores se denominan Alelopatía.

3. **Parasitismo:** Una especie (parásito) vive dentro de otra (hospedador) causándole daño, pero nunca le produce la muerte.

Los parásitos que se fijan temporal o permanentemente sobre el cuerpo del hospedador se denominan Ectoparásitos (pulgas, piojos, garrapatas). Los que viven dentro del hospedador se denominan Endoparásitos (tenias, oxiuros, tríquinas, bacterias, etc).

4. **Depredación:** Un individuo llamado depredador mata a otro para alimentarse de ella. El depredador suele ser más grande que la presa, más veloz o más astuto, tiene maxilares desarrollados y musculatura desarrollada. Ejemplo de ello es el León que depreda venados, los osos polares que comen salmones, los tiburones que comen anchovetas, etc.

**HABITAT:** Es el lugar donde vive y se desarrolla un ser vivo. Puede ser Acuático o terrestre.

## **EQUILIBRIO ECOLÓGICO**

Estado natural donde los seres vivos se encuentran en íntima relación de equilibrio con los factores abióticos.

La ciencia y tecnologías permiten al hombre crear ambientes ecológicos favorables, al desarrollo de las plantas y animales, el equilibrio ecológico permite:

- El desarrollo y dinamismo de las poblaciones.
- Se cumplan todos los ciclos biogénicos.
- Sostenimiento de las cadenas alimenticias.

## **CAUSAS DEL DESEQUILIBRIO ECOLÓGICO**

Todos los seres vivos ejercen influencia sobre la naturaleza.

Animales y plantas modifican con sus actividades el medio ambiente de forma inconsciente. El hombre ejerce de forma consciente, modificando la naturaleza y dominándola por trabajos organizados.

El hombre es capaz de modificar la naturaleza en forma voluntaria y planificada.

Negativo: Alteración del equilibrio ecológico y la contaminación ambiental.

## **CONTAMINACIÓN AMBIENTAL**

Es la introducción en el ambiente de sustancias de deshecho y otros materiales que provienen de las diversas actividades humanas.

Manejo Ambiental: Supervisión y el control de los contaminantes del medio. En la contaminación ambiental, se presenta dos tipos de contaminantes:

1. **Contaminantes no Degradables:** Sustancias nocivas que resisten la descomposición biológica. Tienen efecto sobre las comunidades bióticas. Formado por plaguicidas, detergentes y plásticos.
2. **Contaminantes Biodegradables:** Sustancias orgánicas fáciles de ser descompuestas por agentes naturales: principalmente por bacterias, hongos, etc. Ejemplos: madera, excrementos, fibras vegetales y animales, basura y aguas negras.

## **CAUSAS DE LA CONTAMINACIÓN**

- Procesos industriales
- Las combustiones domésticas o industriales: Hollín, humo y gases tóxicos.
- Transporte y refinación del petróleo: Ambiente comprometidos el mar y aire.
- Vehículos motorizados: Contaminación del ambiente de las ciudades.
- Indiscriminado uso de sustancias no degradables: Insecticidas, detergentes y plásticos. Las explosiones atómicas.

## **EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN**

- Desequilibrio ecológico: Desaparición de algunas especies animales y vegetales.
- Destrucción de los recursos naturales.
- Limitación de las posibilidades de vida en la Tierra.
- La disminución del espacio vital.

**SOBREEXPLOTACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES**

**Recursos Naturales:** Materiales que se encuentran en la Tierra (superficie, subsuelo o en el mar) capaces de satisfacer las necesidades del hombre.  
Ejemplo: La fauna, el suelo, el clima, el petróleo.

**TIPOS**

1. **Recursos Renovables:** Son aquellos que utilizados adecuadamente pueden restituirse; Bosques, fauna, suelo, el viento etc.
2. **Recursos no Renovables:** Son aquellos que se encuentran distribuidos en la corteza terrestre y que una vez utilizadas ya no se renuevan jamás: minerales, petróleo, gas natural y carbón mineral.  
La sobre explotación se da por la tala, la caza y la pesca indiscriminada.

**PRESERVACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES****CONSERVACIÓN**

Uso sostenido de los recursos naturales por largos periodos de tiempo. Sin deterioro, agotamiento o desaparición del recurso implica la mantención del equilibrio ecológico.

**PRESERVACIÓN.-** Conservación de recursos naturales en peligro de extinción

**MANEJO SUSTENTABLE DEL ECOSISTEMA.** Conjunto de decisiones y acciones destinadas a la conservación y administración de los recursos naturales para satisfacer las necesidades del hombre presente y generaciones futuras.