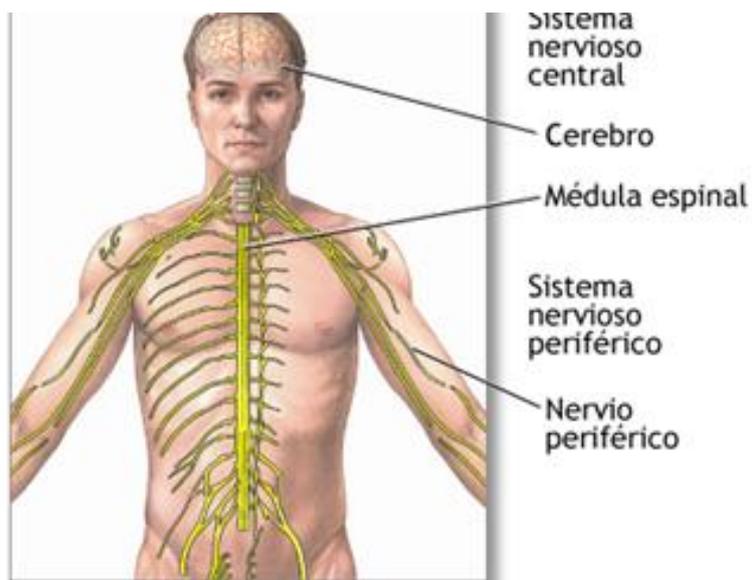


8.-

La relación animal (II): El sistema nervioso y hormonal



1

La coordinación en animales

Las diferentes funciones en los seres vivos se lleva a cabo de forma coordinada. Los sistemas que se encargan de la relación y coordinación en los animales son el **sistema nervioso** y el **sistema endocrino** u hormonal.

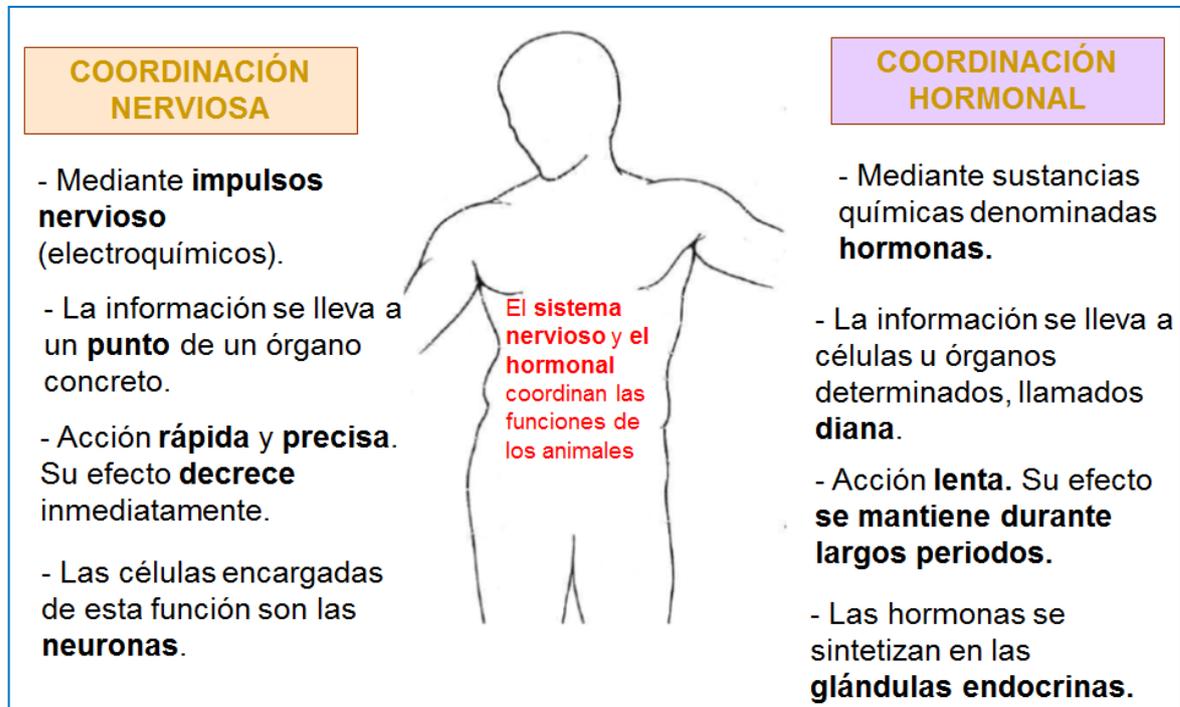


Figura.- Principales diferencias entre el sistema nervioso y el sistema endocrino.

2

Componentes del sistema nervioso

Los principales componentes del sistema nervioso son:

- **Tejido nervioso:** formado por distintos tipos de células:
 - o Neuronas
 - o Células de la glía:
 - Astrocitos
 - Oligodendrocitos
 - Microglía
 - Células de Schwann
- **Asociaciones y estructuras de tejido nervioso:**
 - o Fibras nerviosas
 - o Nervios
 - o Ganglios
 - o Centros nerviosos: encéfalo y médula espinal

1.1 Células del sistema nervioso

■ **Neuronas:** unidades funcionales y estructurales del sistema nervioso. Producen y transmiten impulsos nerviosos. Podemos distinguir las siguientes partes:

- **Dendritas:** prolongaciones citoplasmáticas cortas y muy ramificadas que reciben el impulso nervioso.
- **Cuerpo neuronal:** parte de la célula en la que se encuentra el núcleo y los orgánulos citoplasmáticos.
- **Axón:** prolongación larga ramificada en su extremo y que finaliza en los denominados botones sinápticos. Transmite el impulso nervioso hacia otra neurona o un órgano efector. Puede estar protegido por una vaina de mielina que es un lípido producido por las células de Schwann.

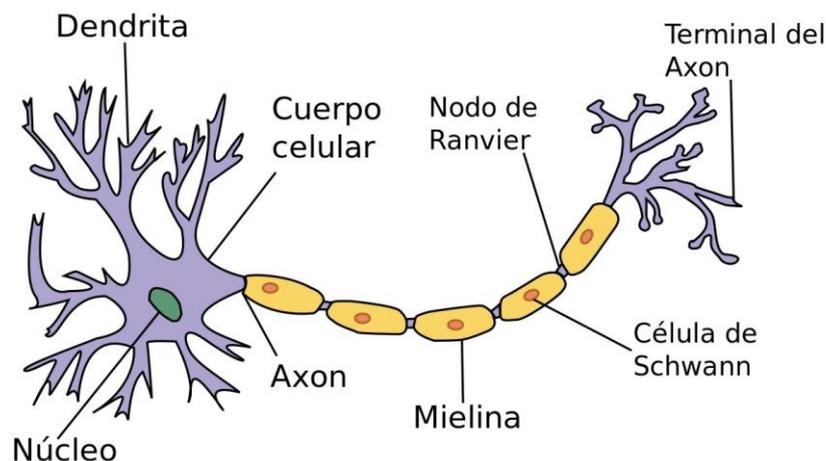


Figura.- Partes de la neurona.

En función del número de prolongaciones, se pueden clasificar en:

- **Monopolares:** una sola prolongación que se ramifica en dos prolongaciones, una de las cuales actúa de axón.
- **Bipolares:** con dos prolongaciones, de las cuales una de ellas actúa de axón.
- **Multipolares:** presentan un axón y muchas dendritas.

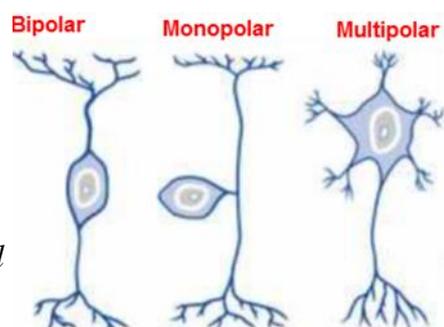


Figura.- Tipos de neuronas en función del número de prolongaciones.

■ **Células de la glía o gliales:** son células acompañantes que realizan funciones de nutrición, sostén, aislamiento y defensa de las neuronas. Entre ellas se encuentran los:

- **Astrocitos:** realizan una función de sostén.
- **Oligodendrocitos:** además de la función de sostén y unión, se encargan de formar la vaina de mielina que envuelve los axones neuronales en el sistema nervioso central.
- **Microglía:** llevan a cabo la fagocitosis.
- **Células de Schwann** (actualmente llamadas **neurolemocitos**): son células gliales que se encuentran en el sistema nervioso periférico que acompañan a las neuronas durante su crecimiento y desarrollo de su función. Recubren a las prolongaciones (axones) de las neuronas formándoles una vaina aislante de mielina.

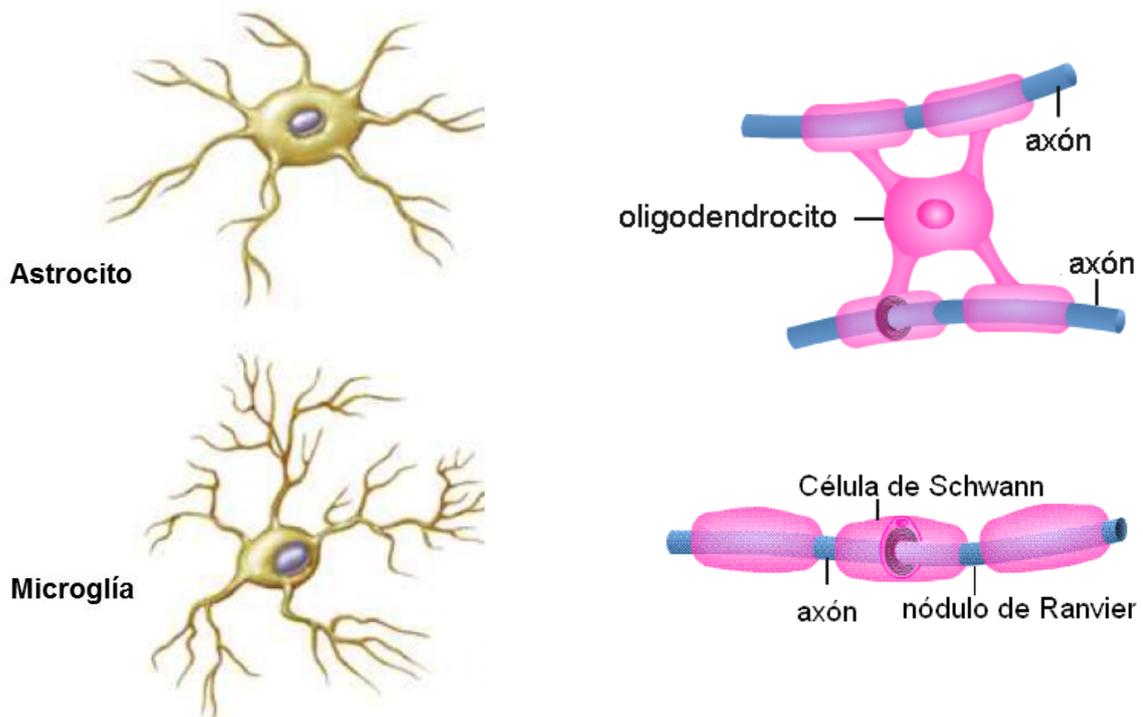


Figura.- Células de la glía.

1.2 Estructuras del sistema nervioso

- Fibras nerviosas
 - o Mielínicas
 - o Amielínicas
- Nervios
- Ganglios
- Centros nerviosos: encéfalo y médula espinal

■ **Fibras nerviosas:** asociaciones de axones de las neuronas y células de Schwann. Pueden ser mielínicas y amielínicas:

- **Mielínicas:** formadas por un axón y varias células de Schwann rodeándolo en capas concéntricas que forman la **vaina de mielina**. Entre dos células de Schwann consecutivas existen estrangulamientos sin mielina llamados **nódulos de Ranvier**.
- **Amielínicas:** constituidas por varios axones recubiertos por evaginaciones de las células de Schwann.

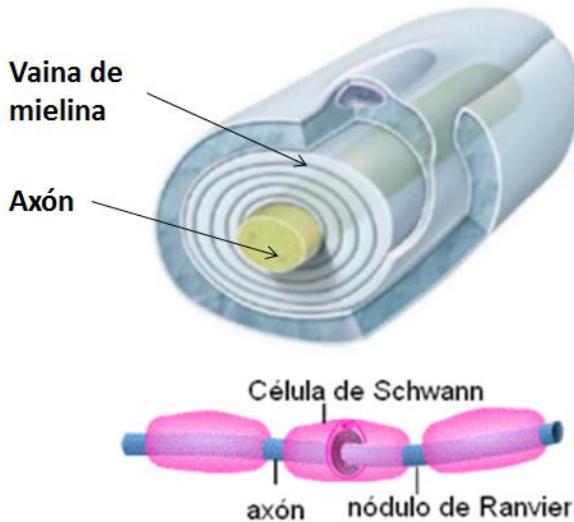


Figura.- Fibra mielínica.

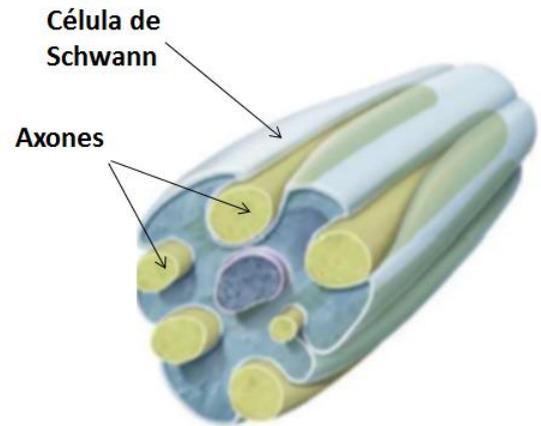
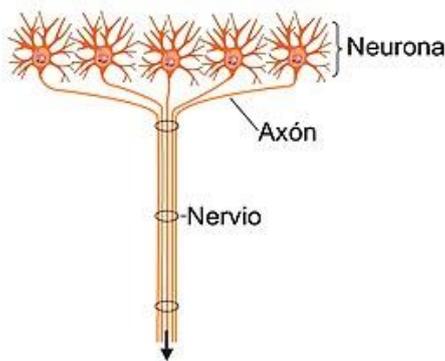
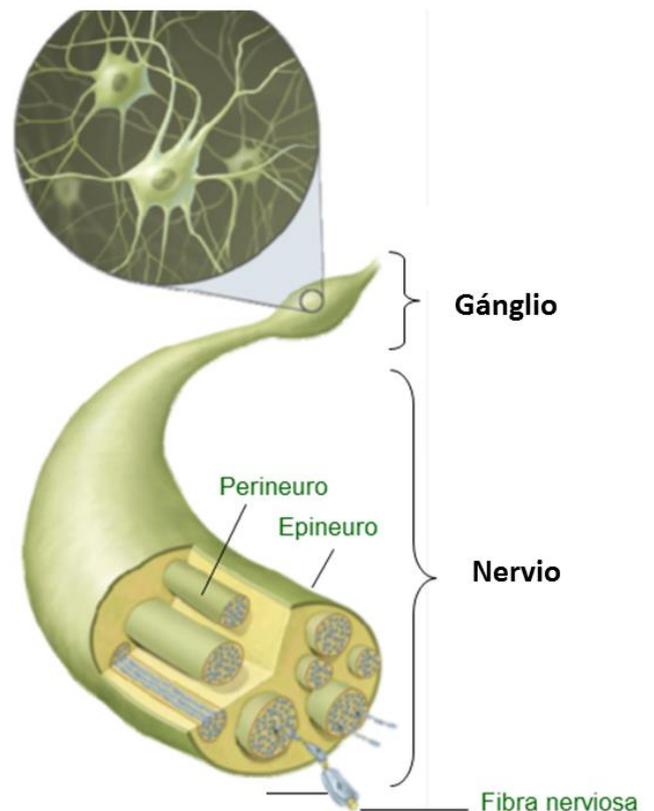


Figura.- Fibra amielínica.

■ **Nervios:** agrupaciones de fibras nerviosas. Quedan protegidos por varias capas de tejido conjuntivo, que se denomina **perineuro** y **epineuro**.



■ **Ganglios y centros nerviosos:** aparecen solo en vertebrados y son agrupaciones de cuerpos neuronales. En los animales más complejos se organizan en centros nerviosos.



3 El impulso nervioso

El impulso nervioso es una corriente de **naturaleza electroquímica** que recorre las neuronas. Se origina gracias a una alteración de las cargas eléctricas a ambos lados de la membrana plasmática de la neurona (diferencia de potencial) como consecuencia de la llegada de un estímulo. El movimiento de las cargas eléctricas a ambos lados de la membrana permite diferenciar varias fases en la transmisión del impulso nervioso.

3.1 Etapas del impulso nervioso

■ **Potencial de reposo.** Cuando la célula está inactiva, el interior de la neurona está cargado negativamente con respecto al exterior. Esta diferencia de potencial de reposo se debe a que en la membrana existen unas enzimas transportadoras de iones, las bombas de Na^+/K^+ , que sacan iones Na^+ del interior de la neurona de forma continua. Además, la bomba de Na^+/K^+ también incorpora iones K^+ . Por cada 3 iones de Na^+ que saca, introduce 2 iones de K^+ , por lo que en el exterior se acumula un exceso de cargas positivas.

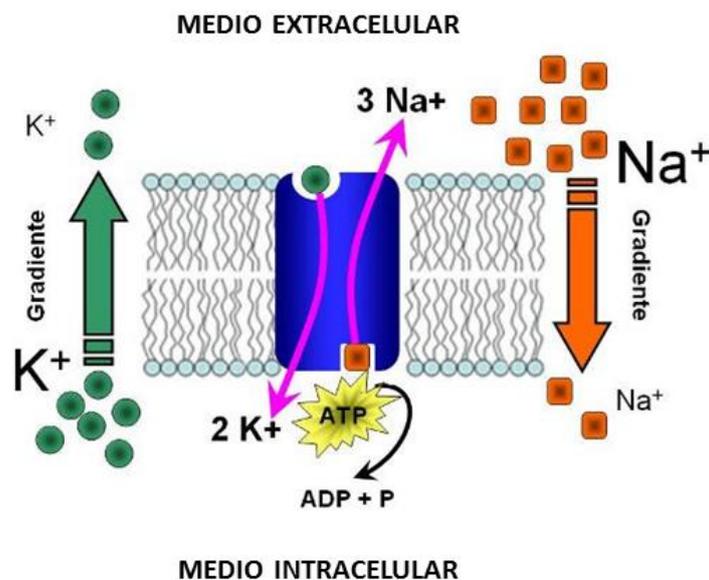


Figura.- Funcionamiento de la bomba de Na^+/K^+ .

Además, en el citoplasma celular existen proteínas con carga negativa que, debido a su gran tamaño, no pueden atravesar la membrana. El carácter aislante de la membrana permite que se mantenga esta separación de cargas entre el interior y el exterior de la neurona.

La **diferencia de potencial** que se crea entre un lado y otro de la membrana es de **- 70 mV**. En esta situación se dice que **la neurona está polarizada**.

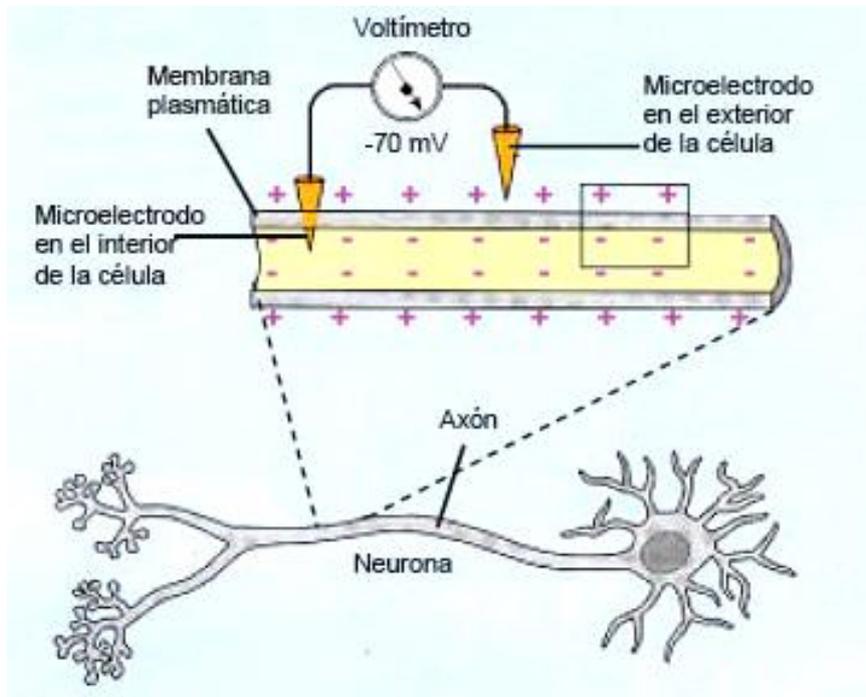
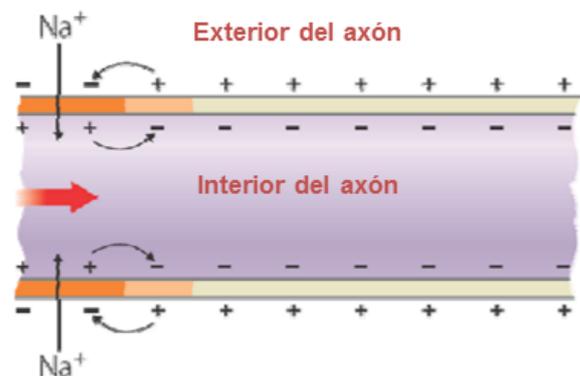


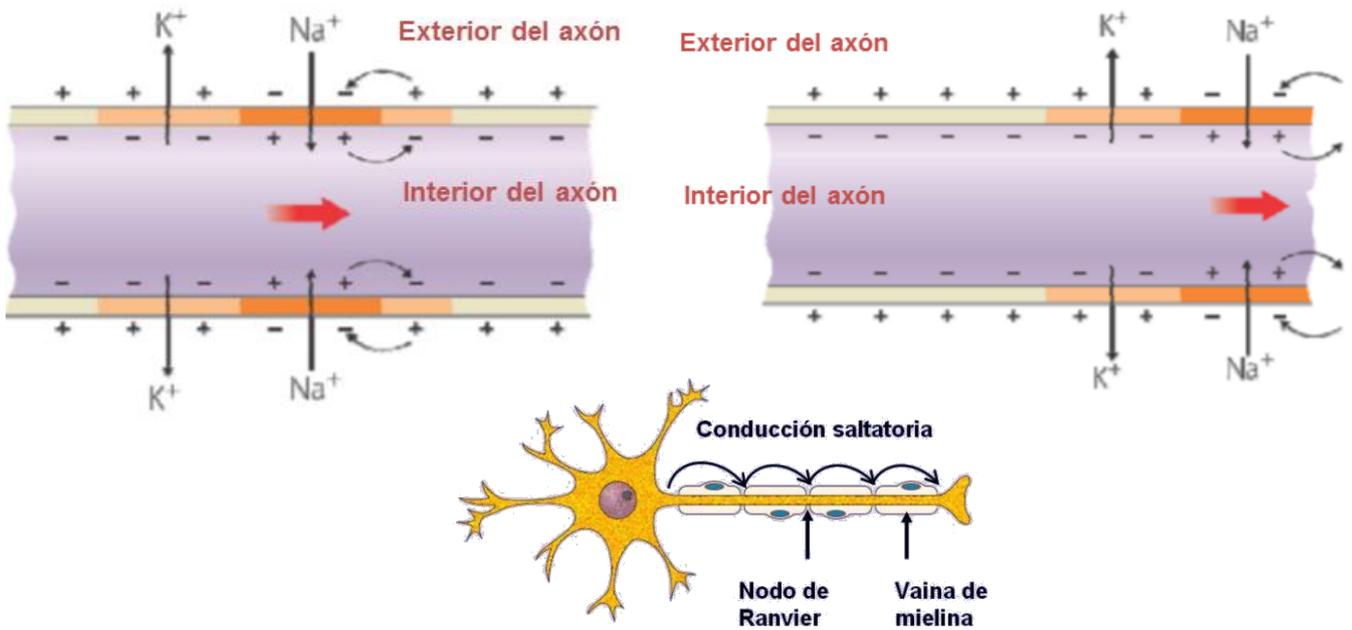
Figura.- Neurona polarizada en reposo. Reparto de cargas entre el interior y exterior celular.

■ **Potencial de acción.** Cuando una neurona es estimulada por un receptor sensorial o por otra neurona se produce un incremento de la permeabilidad para el Na^+ en la membrana celular **denominado potencial de acción**. Se produce la entrada masiva de este ion, que se había acumulado en el espacio extracelular, al interior celular.

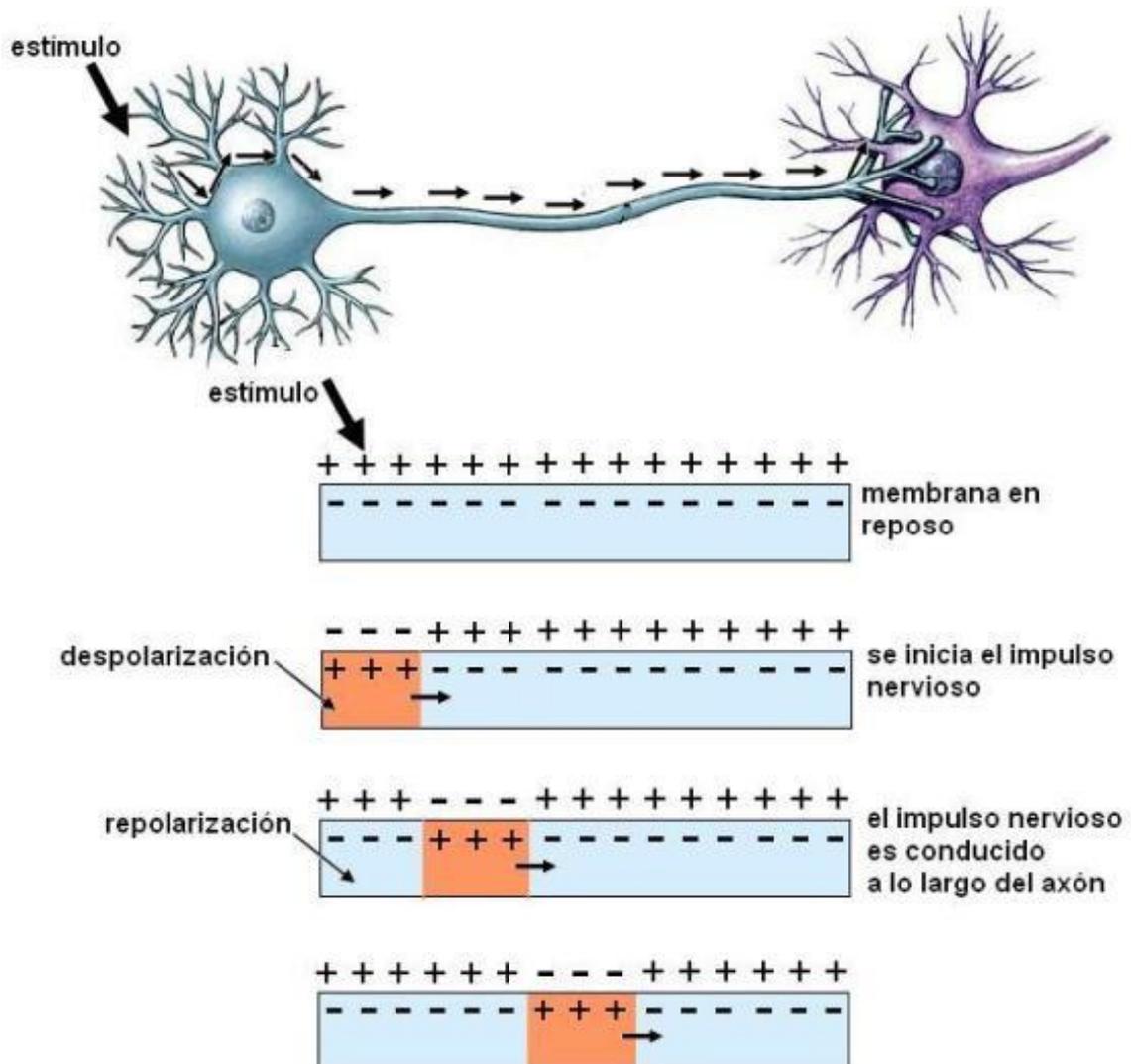


Al aumentar tanto las cargas positivas en el interior, el potencial de membrana se invierte y pasa de ser -70 mV hasta $+30 \text{ mV}$ o $+40 \text{ mV}$. La neurona queda, en la zona del estímulo, con un aumento de cargas positivas en el interior y un exceso de cargas negativas en el exterior. Se dice que **la neurona está despolarizada**.

■ **Propagación del impulso nervioso.** En las fibras sin mielina, la despolarización de un punto de la membrana da lugar a la apertura de los canales de Na^+ en las zonas adyacentes, lo que provoca su correspondiente despolarización y la propagación del impulso nervioso de forma continua a lo largo de la neurona. En el caso de las fibras mielínicas, la transmisión del impulso nervioso se produce más rápidamente. En este tipo de fibras, la despolarización solo se produce en los nódulos de Ranvier (puntos en los que no hay cubierta de mielina). Por ello a este tipo de transmisión del impulso se le denomina **conducción saltatoria**, en la que no es preciso que se produzca la despolarización en todo el recorrido de la membrana. Entre sus ventajas están el hecho de que se acorta el tiempo de transmisión de la corriente nerviosa y se produce un ahorro energético, pues la necesidad de bombas de Na^+/K^+ es mucho menor.



■ **Repolarización.** Una vez cesa el impulso, la neurona queda repolarizada en unos pocos milisegundos, debido a la acción de las bombas de Na^+/K^+ que sacan el ion Na^+ rápidamente del citoplasma celular.



3.2 Características del impulso nervioso

- **Su transmisión sigue la ley del todo o nada.** Esto significa que se produce o no se produce, pero en el caso de que lo haga se lleva a cabo siempre de la misma forma, sin que varíe su intensidad, y es independiente de cuál haya sido la intensidad del estímulo que la provocó.

Para que un estímulo sea percibido ha de tener una intensidad mínima, llamada umbral de excitabilidad, por debajo de la cual no se inicia el impulso.

- **Todos son semejantes.** Que se perciban como sensaciones sonoras, dolorosas, visuales, etc., depende del centro nervioso encargado de interpretar.
- **Es unidireccional.** Se propaga desde cualquier parte de la neurona hacia el extremo del axón y nunca vuelve a atrás.
- **Su propagación es mayor en las fibras mielínicas.** Los potenciales de acción solo se producen en las zonas libres de mielina; así, su transmisión es saltatoria, más rápida, en las fibras mielínicas y continua, más lenta, en las amielínicas.

Si no hubiera conducción saltatoria, la velocidad de conducción requeriría incrementos drásticos en el diámetro del axón, a tal punto que podrían resultar en la formación de sistemas nerviosos excesivamente grandes para los cuerpos que deben alojarlos.

3.3 La sinapsis

Las funciones del sistema nervioso se llevan a cabo gracias a que está organizado a partir de circuitos nerviosos. Estos están constituidos por varias neuronas conectadas entre sí, por las cuales circula la corriente nerviosa.

La comunicación entre las neuronas se denomina **sinapsis nerviosa**. En la mayoría de las ocasiones, el impulso nervioso se transmite desde el axón de una neurona hasta la dendrita de la siguiente, aunque también puede establecerse conexiones entre un axón y un cuerpo neuronal entre axón y axón o entre dendrita y dendrita.

En cualquier sinapsis participan dos neuronas: **presináptica** y **postsináptica**. Por la primera circula la corriente nerviosa, que pasará a la segunda. Pueden distinguirse dos tipos de sinapsis.

- **Sinapsis eléctrica.** Existe contacto entre ambas neuronas, por lo que la corriente pasa directamente de una membrana a otra. Se observan en algunos invertebrados y en ciertos órganos de los vertebrados.

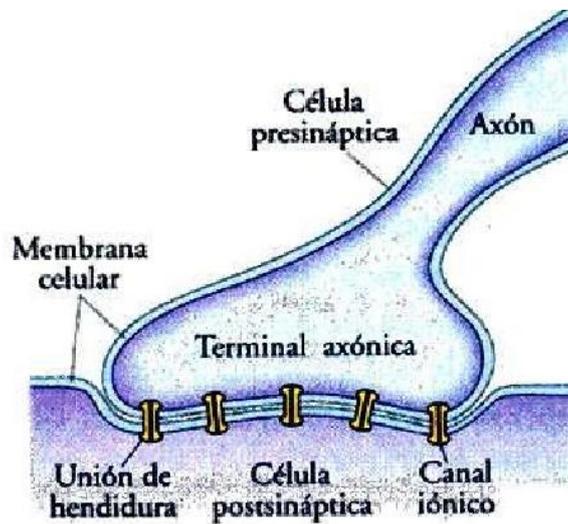


Figura.- Sinapsis eléctrica.

- **Sinapsis químicas.** Existe una separación entre las neuronas llamada **hendidura sináptica**, que impide el paso directo de la corriente de una neurona a la otra. El impulso se transmite a través de unas moléculas especiales denominadas **neurotransmisores**, que se liberan desde el final de las prolongaciones (**botón presináptico**) de un axón de la neurona presináptica. Son las más habituales en los vertebrados.

Cuando la corriente nerviosa llega al final del axón se producen varios acontecimientos encadenados:

1. Las vesículas sinápticas del axón liberan los neurotransmisores que contienen a la hendidura sináptica. Para que este proceso tenga lugar es necesaria la presencia de iones Ca^{2+} .
2. Los neurotransmisores se unen a **receptores específicos** situados en la membrana de la neurona postsináptica.
3. La unión de los neurotransmisores con los correspondientes receptores provoca la despolarización de la membrana de la neurona postsináptica.
4. Como consecuencia se crea una corriente nerviosa que transmitirá a lo largo de esta neurona.
5. Después de la unión con los receptores, los neurotransmisores deben dejar de actuar para evitar una estimulación continua de la neurona postsináptica.

En unos casos se produce su destrucción por enzimas que se liberan a la hendidura sináptica. En otros casos los neurotransmisores son captados de nuevo por la neurona presináptica para poder ser reutilizados.

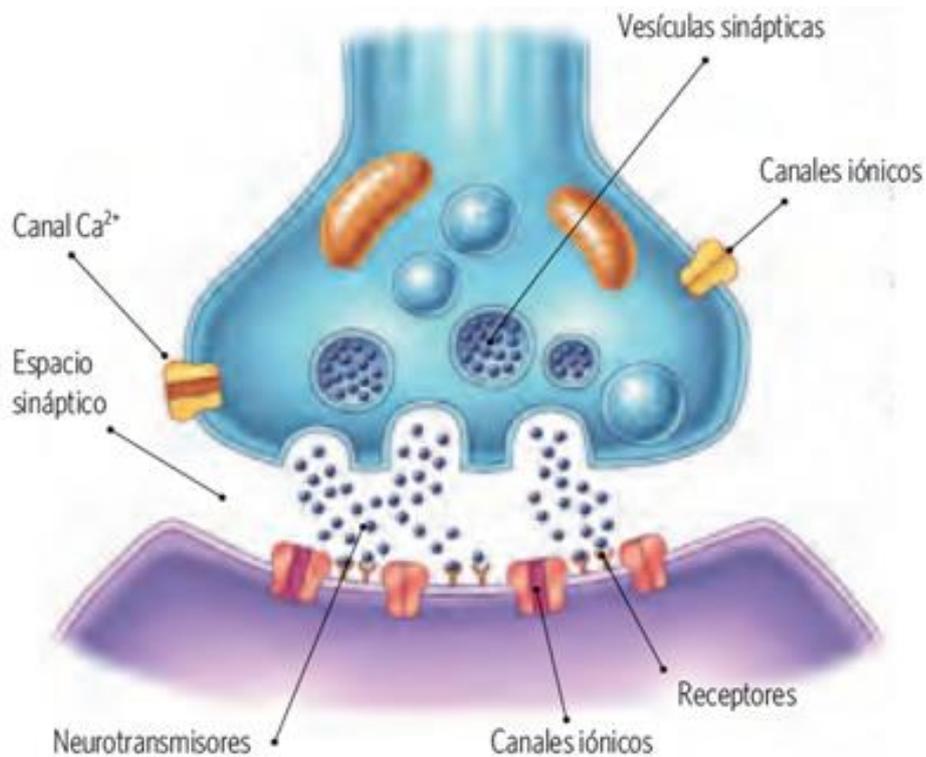


Figura.- Sinapsis química

Ejemplos de neurotransmisores son:

- **La acetil-colina:** activa músculos esqueléticos.
- **La dopamina:** controla los movimientos.
- **El ácido gamma-aminobutírico (GABA):** inhibe sinapsis en el cerebro.
- **La serotonina:** influye en el estado de ánimo y el sueño.

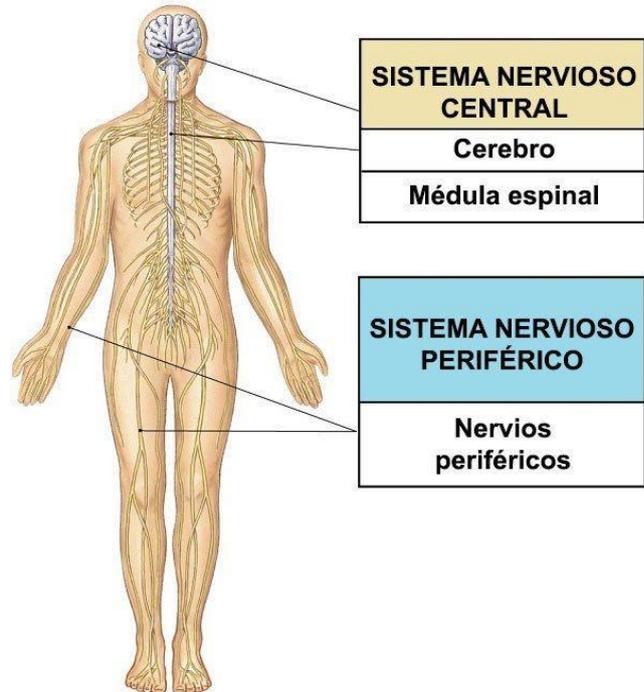
Hay más de 50 neurotransmisores conocidos, unos activadores y otros inhibidores. Algunos activan o inhiben en función de dónde actúen.

Algunas sustancias, como ciertos medicamentos o drogas favorecen la liberación de los neurotransmisores o inhiben su destrucción o recaptación tras su actuación, por lo que son excitadores del sistema nervioso. Por el contrario, los relajantes y depresores del sistema nervioso dificultan la generación del potencial de acción (la hiperpolarizan): son inhibidores.

Anatomía y funcionamiento del sistema nervioso de vertebrados

El sistema nervioso de los vertebrados se divide en:

- **Sistema nervioso central (SNC)**, encargado de la coordinación, control y procesamiento de la información.
- **Sistema nervioso periférico (SNP)**, que conecta al primero con los receptores sensoriales y los efectores.

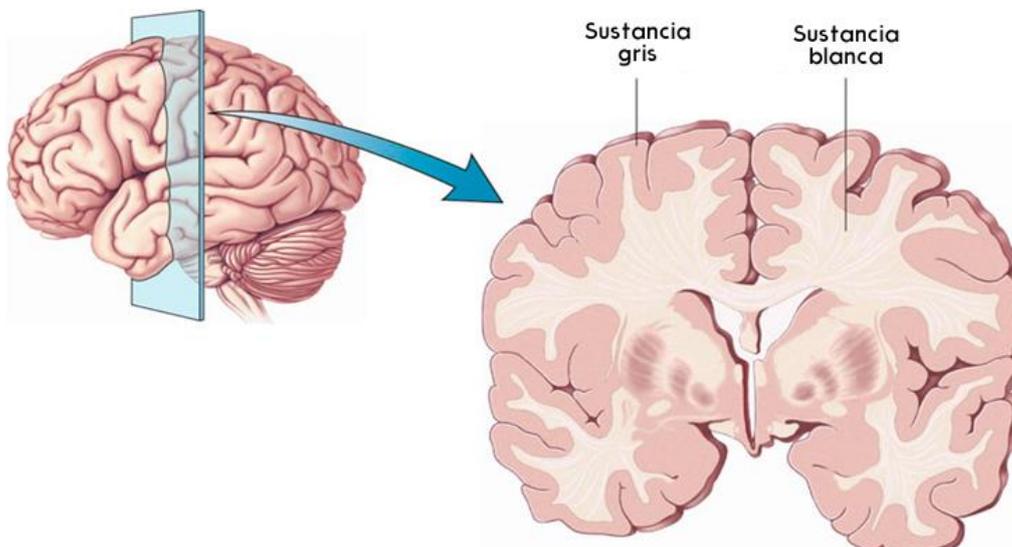


El sistema nervioso central se sitúa en posición dorsal. El proceso de cefalización es fundamental, y en todos los grupos existe un cerebro claramente diferenciado.

4.1 Sistema nervioso central

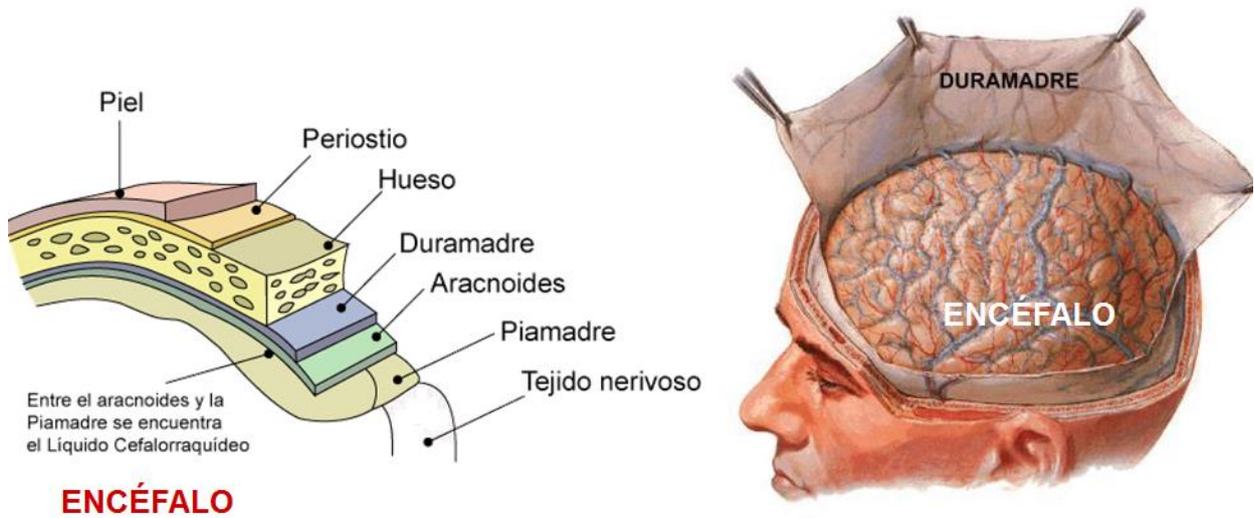
El SNC está formado por el **encéfalo y la médula espinal**. En ambas estructuras se puede distinguir dos zonas:

- **Sustancia gris:** en ella se encuentran cuerpos neuronales, dendritas y axones amielínicos.
- **Sustancia blanca:** está formada por axones con cubierta mielínica.

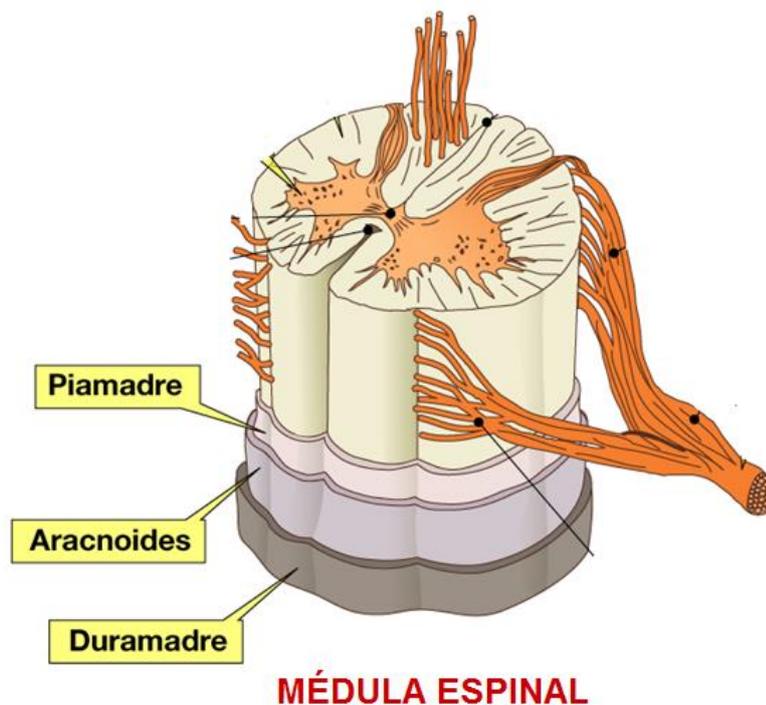


El SNC presenta una doble protección, ósea y membranosa:

- **La protección ósea** la ejercen los huesos del cráneo, en el caso del encéfalo, y las vértebras en el caso de la médula.
- **La protección membranosa** la proporciona una o varias membranas de tejido conjuntivo, llamadas **meninges**. los mamíferos tiene tres, la interna o **piamadre**, la media o **aracnoides** y la externa o **duramadre**. Entre las dos primeras meninges se encuentra el **líquido cefalorraquídeo**, que actúa como amortiguador contra los traumatismos y el exceso de presión local.



ENCÉFALO



MÉDULA ESPINAL

4.1.1 El encéfalo

Mientras que la médula es muy semejante en todos los vertebrados y ha evolucionado poco, el encéfalo muestra mayor variedad de tamaños y estructuras.

El estudio comparado de los encéfalos de los diferentes grupos muestra varios cambios progresivos:

- Aumento del tamaño relativo respecto a la médula
- Paso de una disposición lineal a otra más globosa.
- Aumento de la importancia de la región más anterior y plegamiento de esta.

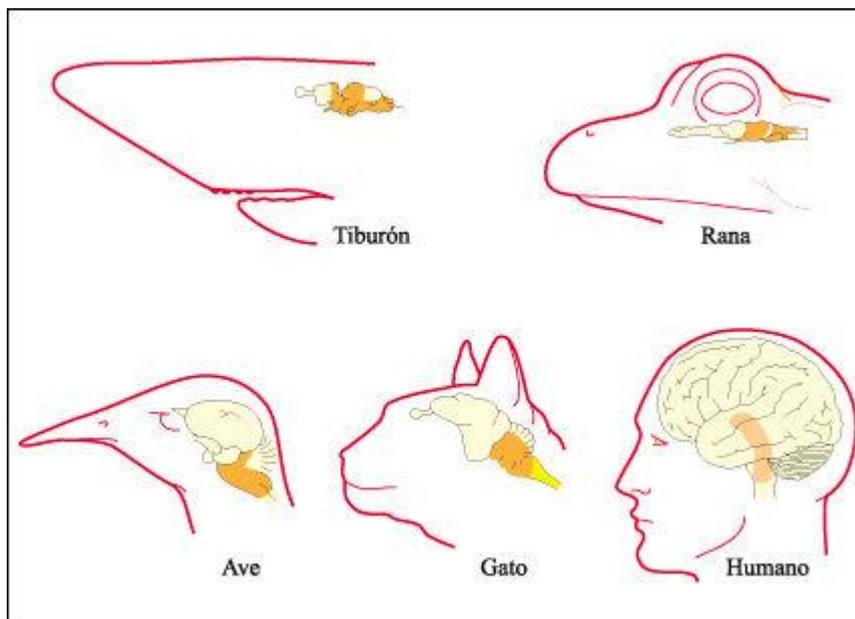


Figura.- *Tamaño del encéfalo en distintos grupos de vertebrados.*

En todos los casos se distinguen varias partes en el encéfalo, aunque en cada grupo el desarrollo es muy distinto.

La parte posterior se considera más primitiva pues se encarga de los reflejos y las actividades automáticas. Está más desarrollada en peces, anfibios y reptiles.

Por el contrario, la parte anterior tiene mayor importancia en las aves y los mamíferos e interviene en procesos de asociación e integración, así como en la producción de respuestas muy elaboradas.

Durante el desarrollo embrionario de los vertebrados se aprecian tres regiones que alcanzan distinto grado de desarrollo en el adulto de los diferentes grupos:

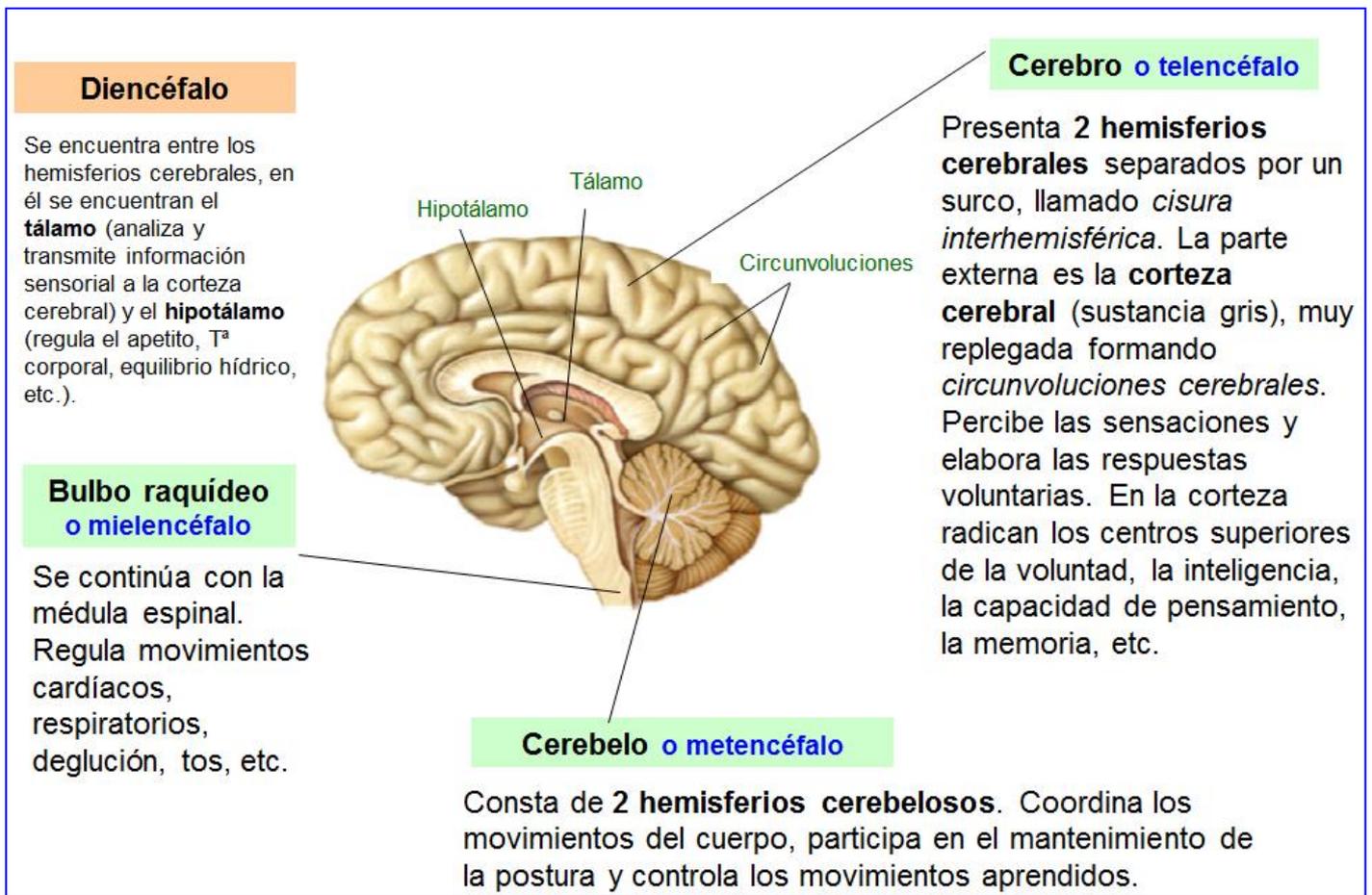
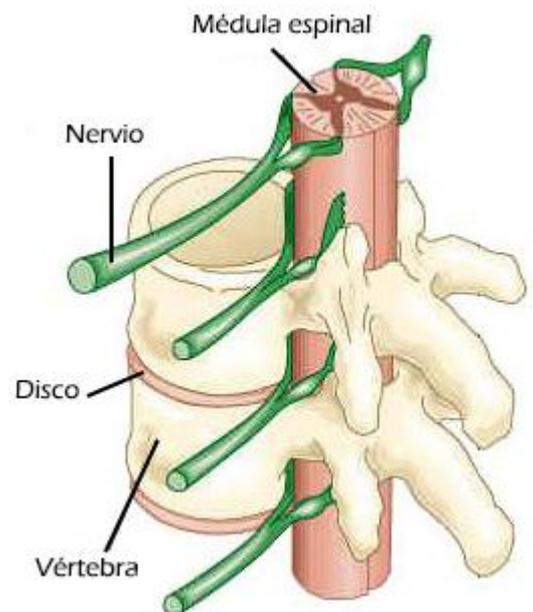


Figura.- Principales partes del encéfalo humano.

4.1.2 La médula espinal

Está contenida en el canal vertebral, protegida por las meninges. La médula es más o menos cilíndrica, de paredes muy gruesas con una luz central muy estrecha llamada **epéndimo**.

En un corte transversal, la médula está parcialmente dividida en dos mitades, derecha e izquierda, por un **surco medio** en la parte dorsal y por una **hendidura** en la parte ventral. La sustancia gris está en la zona interna y tiene forma de H, con dos **astas anteriores** y dos **astas posteriores**, conectadas por la llamada **comisura gris**. La sustancia blanca se encuentra en el exterior.



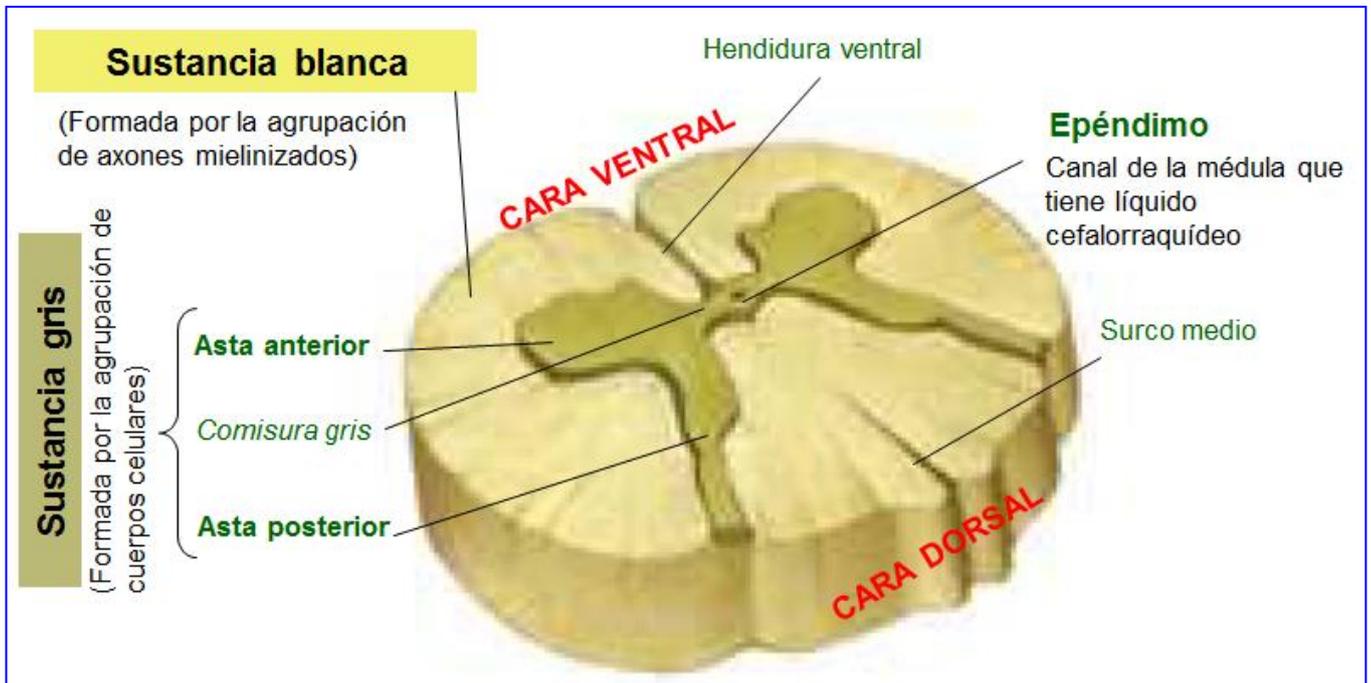


Figura.- Principales partes de la médula espinal.

La médula espinal transmite la información que le llega desde los nervios periféricos, procedentes de distintas regiones corporales por vías aferentes, hasta los centros superiores del encéfalo. También transmite impulsos a los músculos y glándulas, a través de los nervios eferentes.

4.2 Sistema nervioso periférico

Se encarga de la conexión de los receptores sensoriales con el sistema nervioso central y de este con los órganos efectores.

Gracias al sistema nervioso periférico, el sistema nervioso central se comunica con el medio externo e interno, recibe información de ellos y transmite las respuestas que elabora.

El sistema nervioso periférico está constituido por **ganglios** y **nervios**, formados a partir de neuronas sensitivas y neuronas motoras.

- Las **neuronas sensitivas** (que forman **nervios sensitivos o aferentes**) llevan información desde los receptores sensoriales a los centros nerviosos del SNC.
- Las **neuronas motoras** (que forman **nervios motores o eferentes**), conducen el impulso desde los centros nerviosos a los órganos efectores: músculos o glándulas.

Existen **nervios mixtos** que contienen tanto fibras sensitivas como motoras.

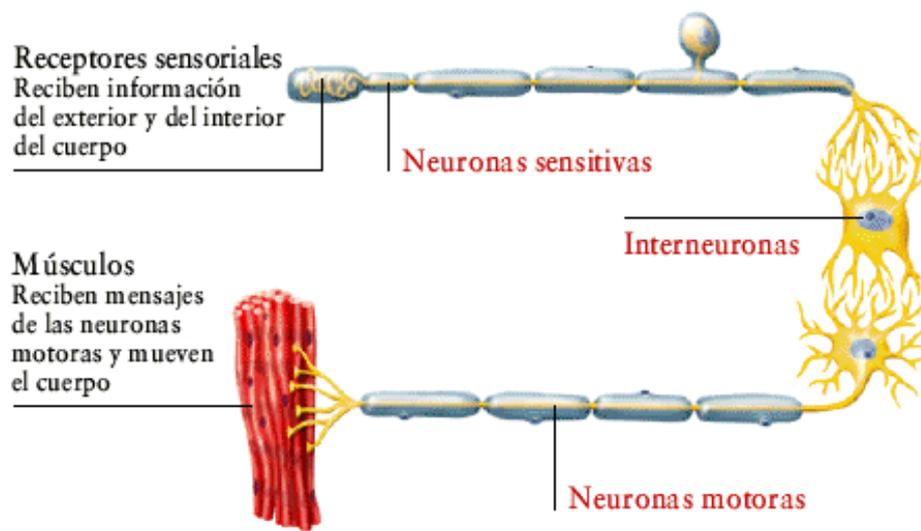
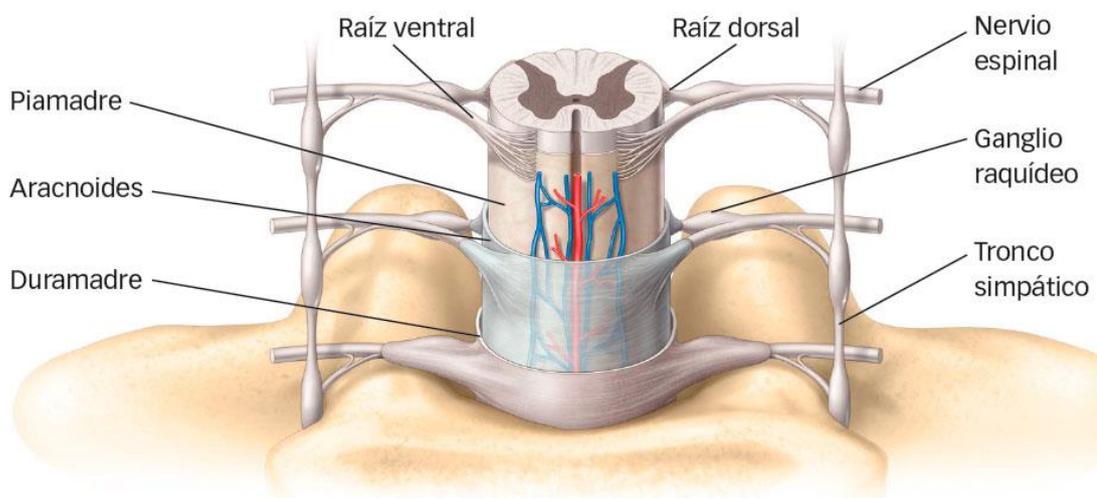


Figura.- Neuronas sensitivas, motoras, e interneuronas. Estas últimas, también llamadas neuronas de asociación, se encuentran en los centros nerviosos y se encargan de conectar las neuronas sensitivas y motoras.

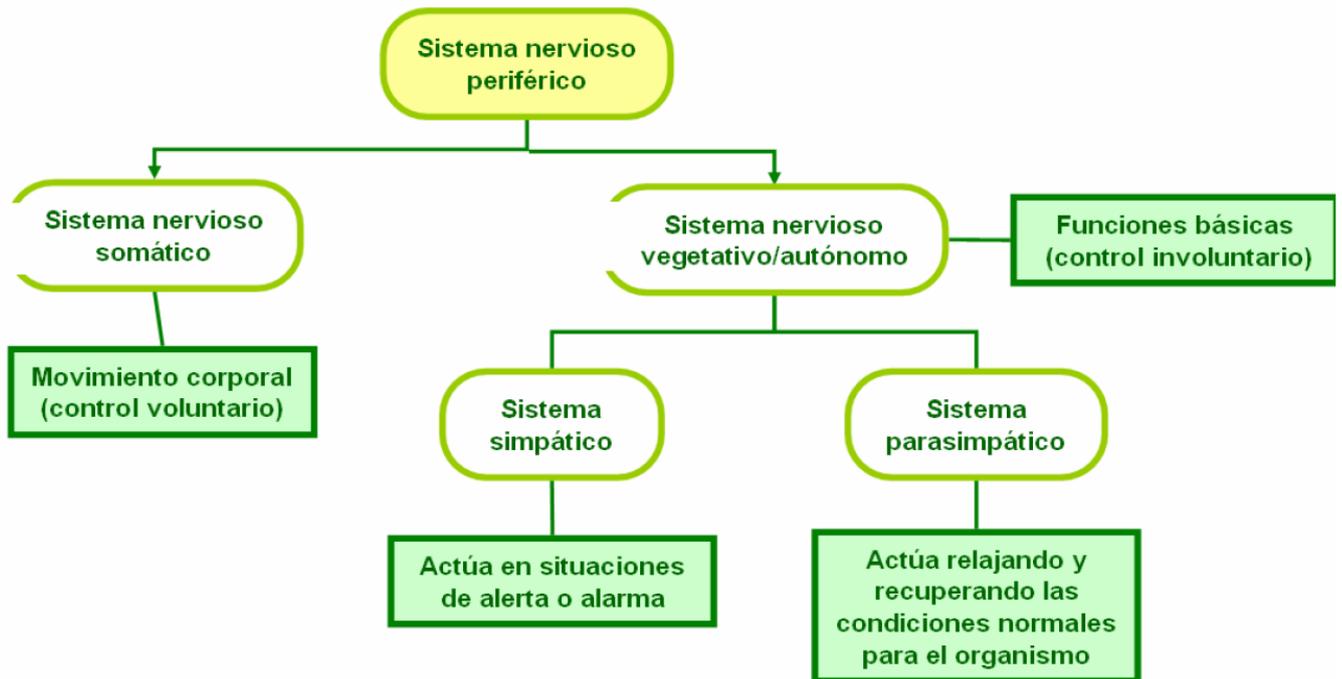
Atendiendo a su localización respecto al sistema nervioso central, los nervios son craneales o raquídeos:

- **Nervios craneales:** son **12 pares** que conectan el encéfalo con órganos de la cabeza, parte superior del tronco y diversos órganos internos. Están formados por fibras procedentes de neuronas cuyos cuerpos celulares se encuentran en la sustancia gris de la parte ventral del encéfalo. Las fibras que entran (**vía aferente o sensitiva**) y las que salen (**vía eferente o motora**) pueden asociarse o no en un mismo nervio. Así, hay nervios craneales sensitivos, motores y mixtos.
- **Nervios espinales o raquídeos:** son **31 pares** que conectan la médula con los músculos de las extremidades y del tronco. Son nervios mixtos, formados por una **rama dorsal sensitiva o aferente** que entra en la médula (llega el impulso nervioso) y una **rama ventral motora o eferente** que sale de ella (sale el impulso). El cuerpo de las neuronas sensitivas de las que procede la rama dorsal se encuentra en los ganglios raquídeos, a la entrada de la médula; el de las neuronas motoras de las que procede la rama ventral, en la sustancia gris de la medula.



4.2.1 Componentes funcionales del sistema nervioso periférico

Según el tipo de respuesta y el órgano efector distinguimos dos componentes funcionales en el SNP: el **somático** y el **vegetativo o autónomo**.



■ Sistema nervioso somático

El sistema somático está formado por los nervios que unen el SNC con los receptores y con los efectores. Se encarga de la relación del sistema central con el medio externo. Realiza dos funciones:

- Recibe información de los estímulos que proceden del exterior y de la posición del cuerpo del animal y la conduce al sistema nervioso central.
- Controla los músculos esqueléticos, es decir, los que se pueden mover de forma consciente y voluntaria.
- **Actos voluntarios:** son aquellos actos que se realizan con la participación de los centros nerviosos de la corteza cerebral.

El **órgano receptor** capta un estímulo, este se transmite por una **neurona sensitiva**, que entra por la raíz posterior (dorsal) de los nervios periféricos hacia las astas posteriores (dorsales) de la médula espinal.

Los cuerpos neuronales de la sustancia gris reciben el impulso y lo envían, a través de **neuronas aferentes** de fibras de la sustancia blanca de la médula, hacia el **bulbo raquídeo**. A este nivel hace sinapsis con otra neurona, que conecta con la **corteza cerebral** del hemisferio contrario al lado donde se produce el estímulo.

Al llegar la información a la corteza cerebral, se percibe, se hace consciente y se elabora una respuesta adecuada y consciente, frente al estímulo percibido.

La respuesta, a través de **neuronas eferentes**, sale del encéfalo y, por fibras nerviosas de la sustancia blanca del mismo lado de la médula por donde ascendió, baja hasta un determinado nivel.

Allí hace sinapsis con el cuerpo de una **neurona motora** de las astas anteriores (ventrales), que envía la respuesta por las raíces anteriores (ventrales) del nervio espinal hacia el **efector**.

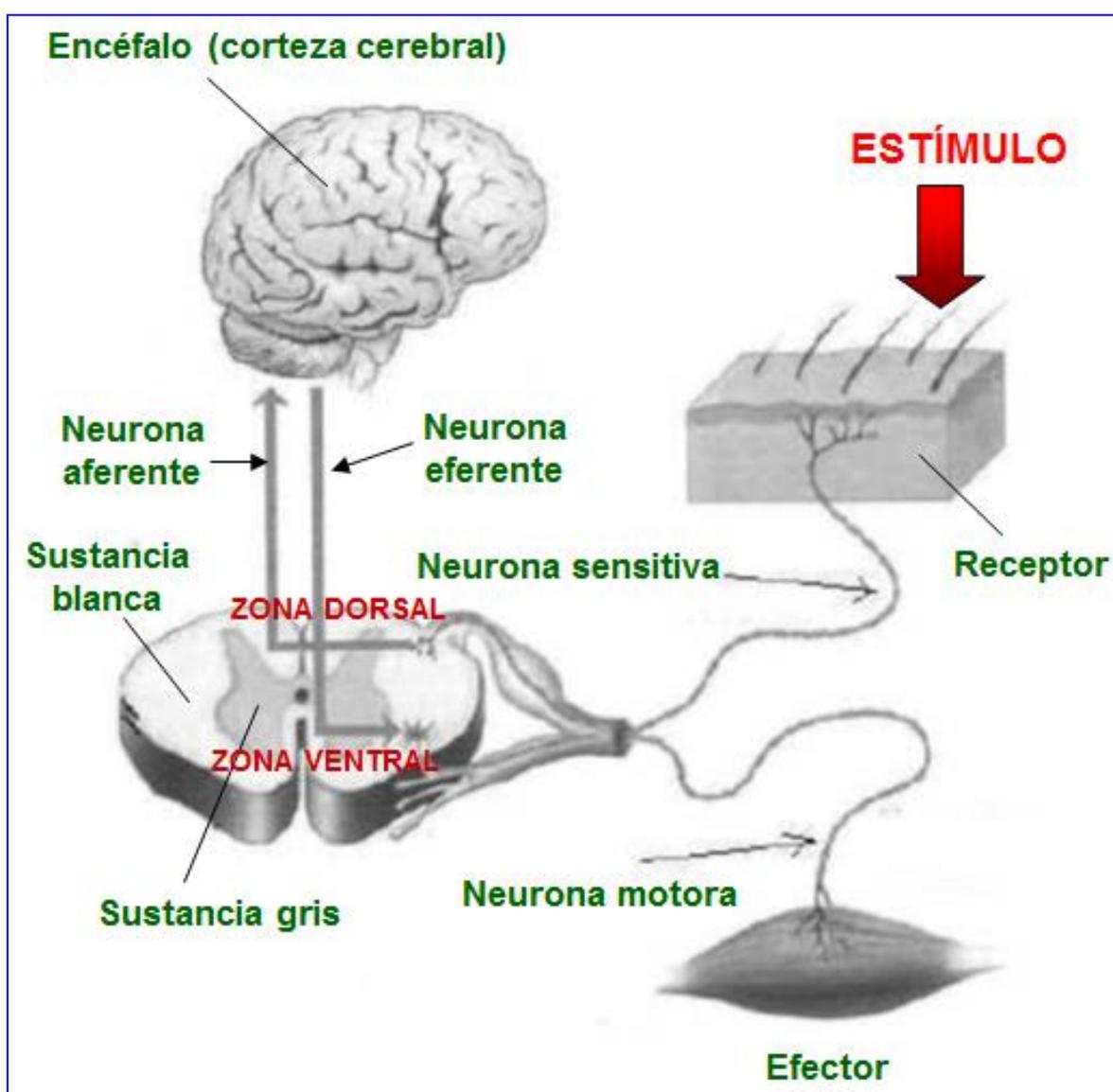


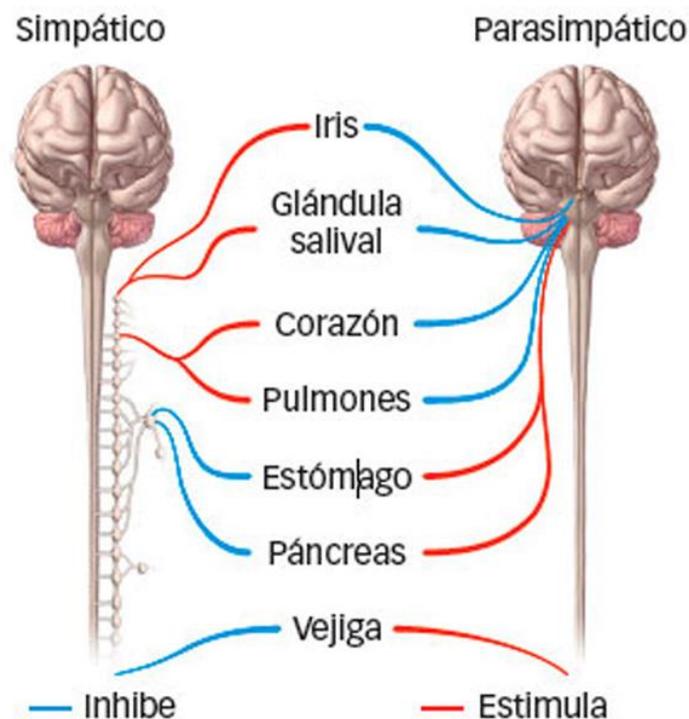
Figura.- *Funcionamiento de los actos voluntarios.*

■ Sistema nervioso autónomo o vegetativo

Se dice que es autónomo porque funciona sin que el individuo sea consciente de sus acciones, es decir, sus acciones son siempre involuntarias, por ejemplo, en el control de los movimientos respiratorios, de la frecuencia cardíaca o de las actividades digestivas. Actúa sobre la musculatura lisa del músculo cardíaco y las glándulas del organismo.

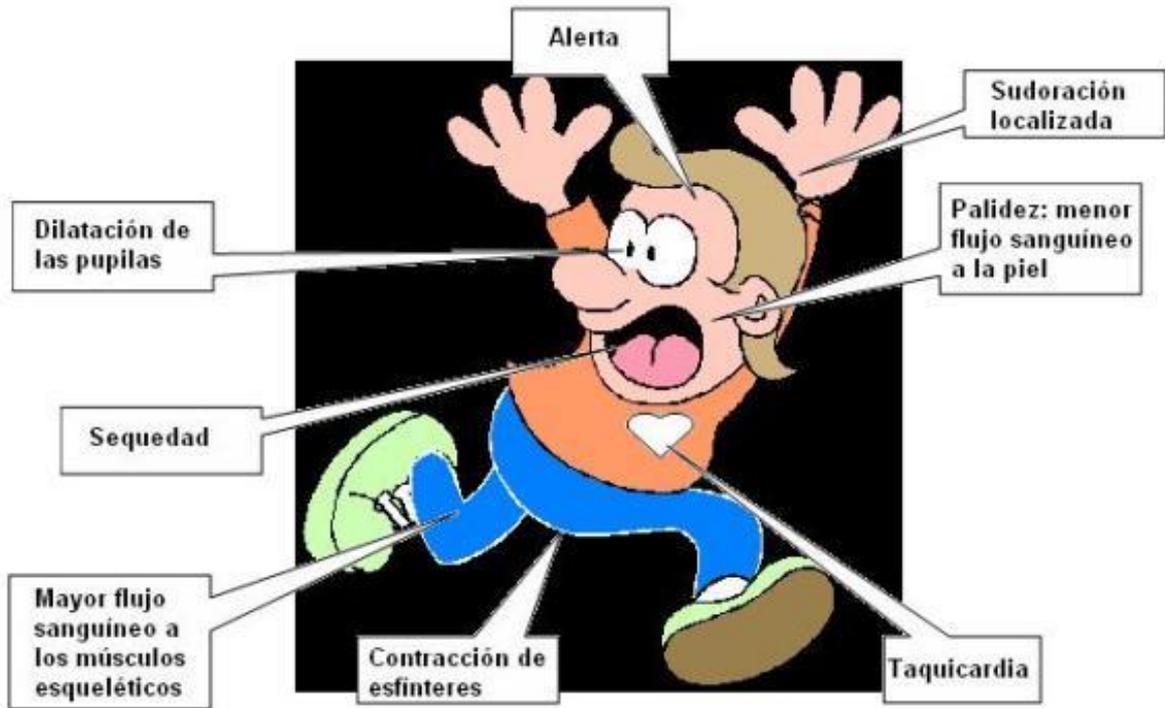
Los centros reguladores autónomos se sitúan en determinadas zonas del sistema central como el hipotálamo, el bulbo raquídeo y la médula espinal.

Está formado por nervios motores craneales y raquídeos. Cada órgano recibe una doble inervación del sistema autónomo. Uno de los nervios es inhibitor y el otro activador. Dependiendo del equilibrio entre ambos, los órganos actúan en cada momento, con mayor o menor intensidad, según las necesidades del organismo. Se distinguen, por tanto, dos sistemas autónomos; el sistema **simpático** y el **parasimpático**, que tienen, en general, funciones antagónicas.

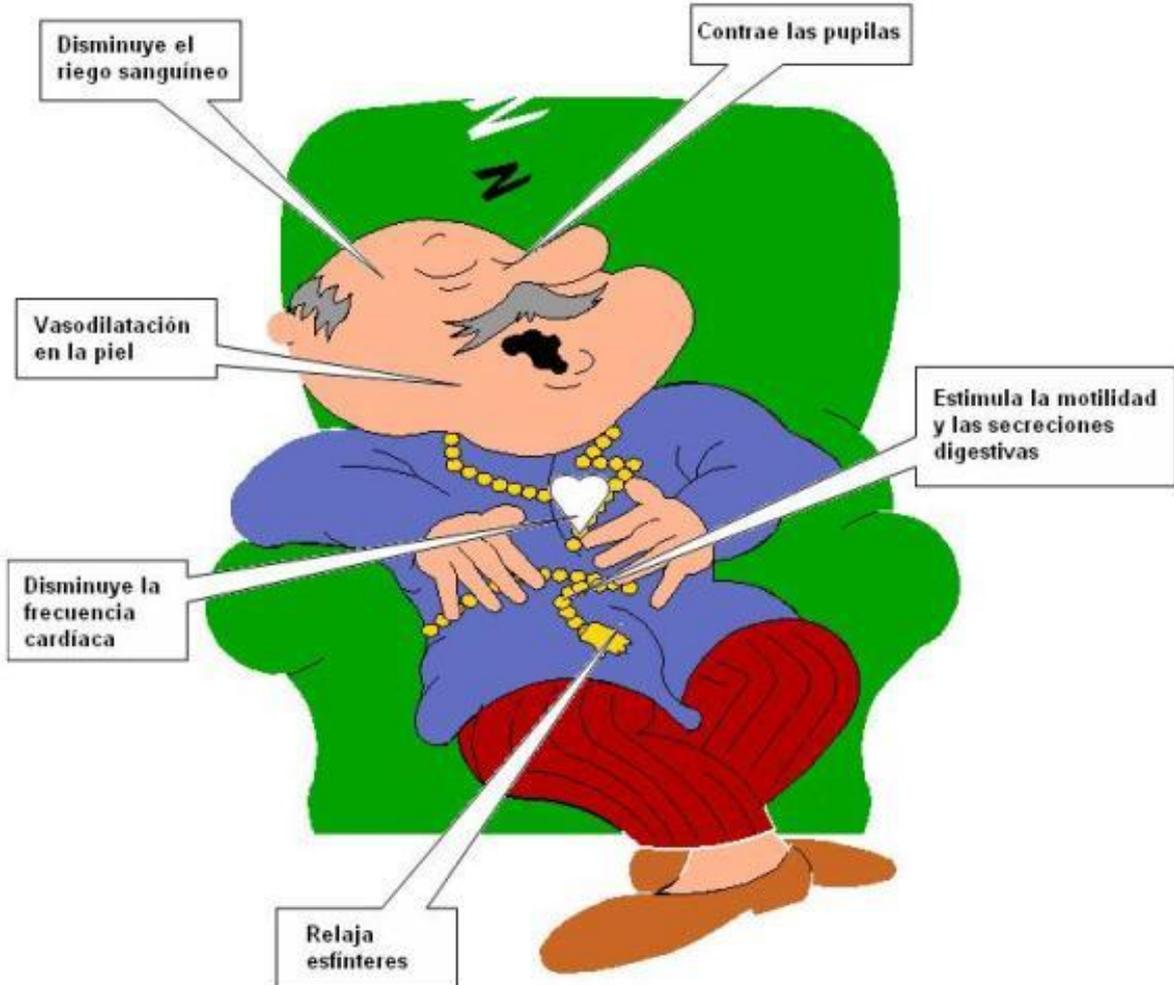


- **Simpático:** en general, actúa preparando el organismo para la acción (aumento de la frecuencia cardíaca, dilatación de las pupilas, etc.) aumentando el gasto energético.
- **Parasimpático:** en general, induce al organismo a la relajación y contribuye al ahorro energético (disminución de la frecuencia cardíaca, aceleración de la digestión, etc.).

SISTEMA NERVIOSO SIMPÁTICO



SISTEMA NERVIOSO PARASIMPÁTICO



4.3 Actos reflejos

Además de los actos voluntarios e involuntarios del SNP, hay otra forma de elaborar respuestas que dependen de la **médula espinal** como **único órgano** del SNC. El acto reflejo son aquellas respuestas rápidas en las que no interviene la voluntad y se realizan de manera involuntaria. Corresponden, por ejemplo, a las reacciones automáticas que se producen como respuesta a una quemadura o un pinchazo.

El **órgano receptor** recibe el estímulo del exterior. La **neurona sensitiva** lleva la información recibida, a **través de nervios** espinales hacia la **sustancia gris** de la **médula espinal**. La **neurona de asociación**, situada en la en la sustancia gris de la médula, transforma la sensación recibida en una respuesta motora. La **neurona motora** lleva la respuesta a los órganos efectores, a través de **nervios espinales**. El **órgano efector** ejecuta la respuesta. Puede ser un músculo o una glándula.

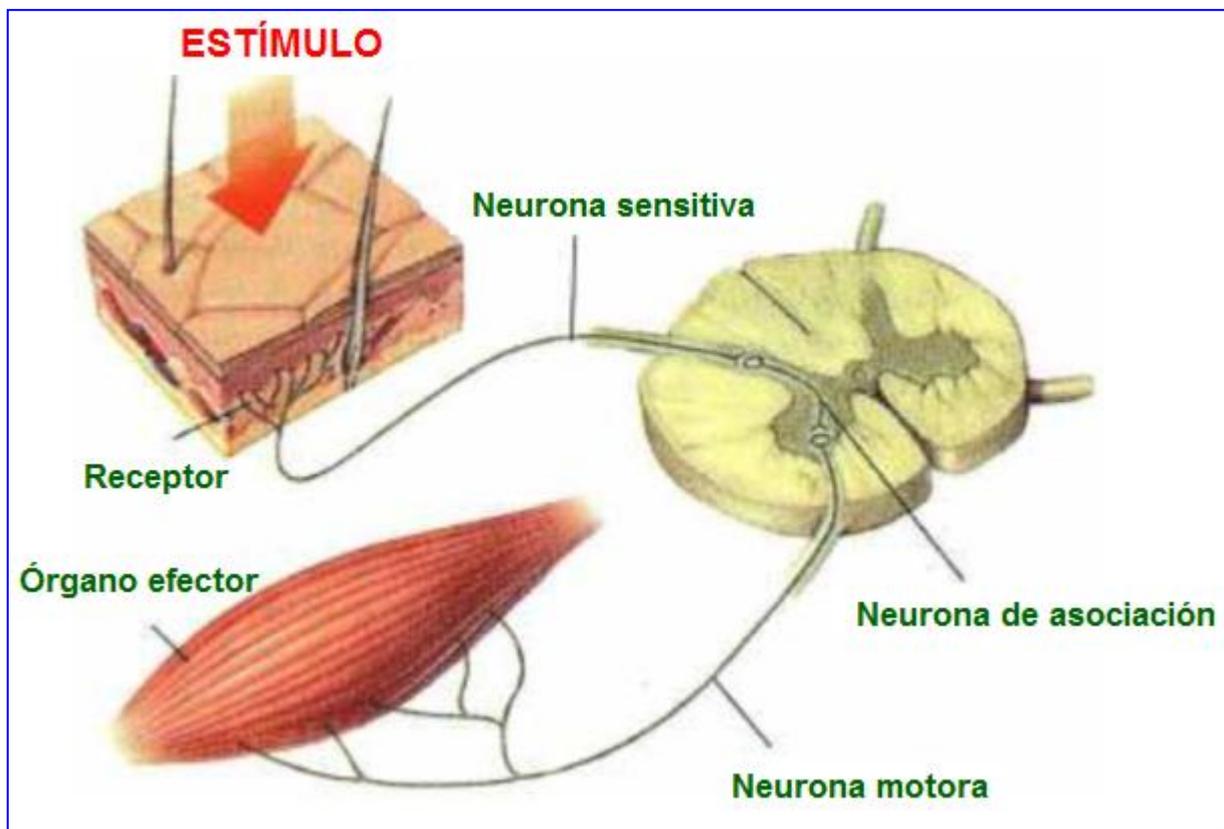


Figura.- *Funcionamiento de los actos reflejos.*

5

La coordinación hormonal

Además de la coordinación nerviosa, existe una coordinación hormonal que se lleva a cabo gracias a un conjunto de células y órganos especializados o **glándulas**, que producen y segregan **hormonas**.

5.1 Mecanismo de acción

Una vez producidas, las hormonas se liberan a los líquidos corporales o circulatorios y llegan a todas las células. Pero no todas las células responden: las hormonas solo producen respuestas fisiológicas en células, agrupadas o no en órganos, llamados **células** y **órganos diana**. Estas células presentan unas moléculas receptoras que se unen de forma específica con las hormonas.

Las **hormonas hidrosolubles** (péptidos y proteínas), que no pueden atravesar la membrana lipídica de las células diana, tienen sus moléculas receptoras en la membrana (**receptores de membrana**); una vez reconocidas, se activan mensajeros químicos intracelulares (**segundos mensajeros**, como el ATP) que las sustituyen en el desempeño de su función.

En cambio, las **hormonas liposolubles** (derivados de ácidos grasos, esteroides) atraviesan la membrana de las células diana para unirse a sus **receptores intracelulares** específicos.

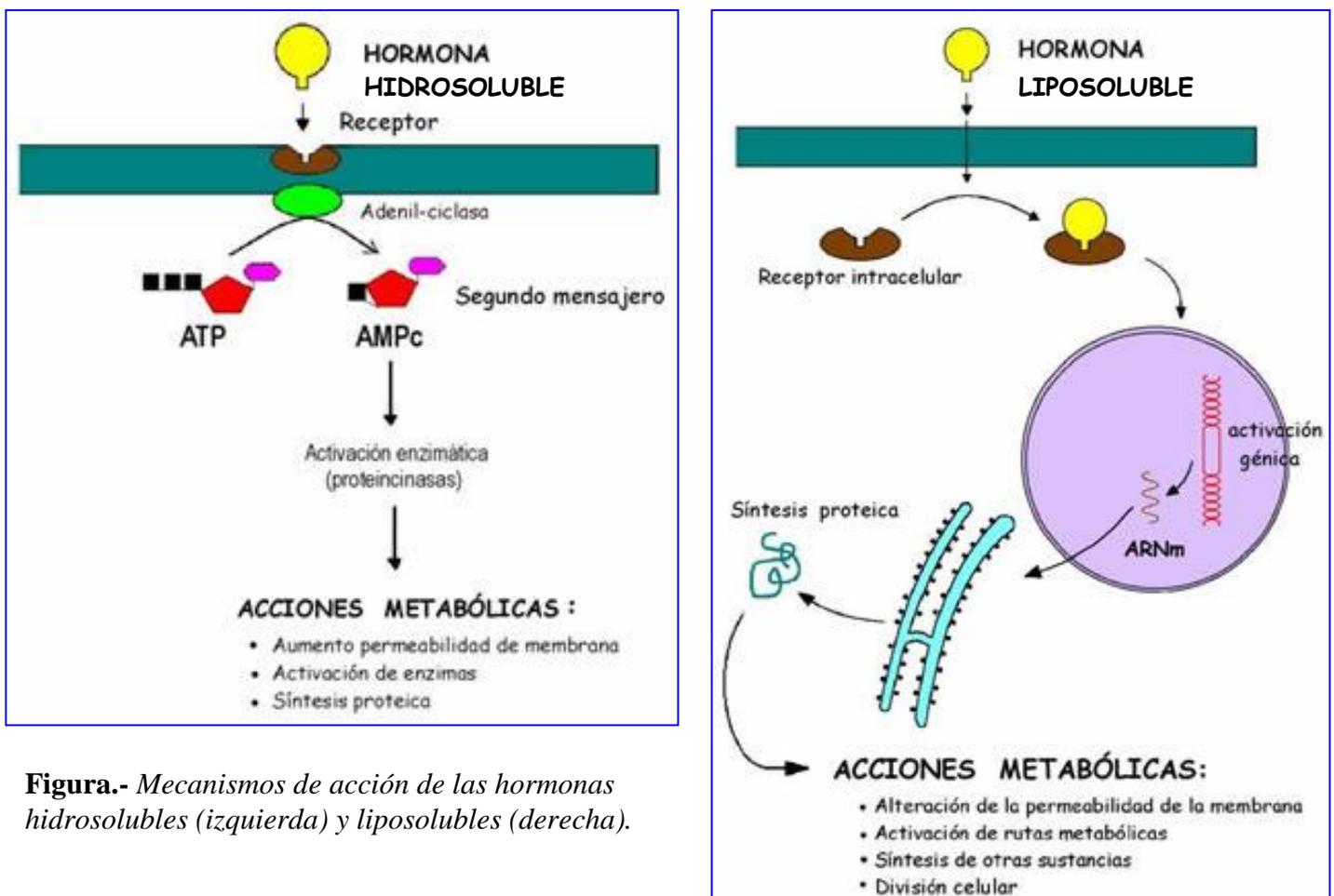


Figura.- Mecanismos de acción de las hormonas hidrosolubles (izquierda) y liposolubles (derecha).

5.2 Mecanismo de regulación

En condiciones normales, una hormona se produce y segrega en pequeñas cantidades; su acumulación en el medio interno resulta perjudicial, por lo que, tras actuar, se inactiva o destruye con rapidez. La regulación de la secreción hormonal y neurohormonal puede ser de tipo nervioso, hormonal e incluso ambiental.

En los vertebrados es frecuente la regulación por **retroalimentación negativa**: cuando la concentración de una hormona es elevada, la glándula que la segrega recibe esta información y deja de sintetizarla; cuando la concentración es muy baja, la glándula es activada e incrementa la síntesis y secreción.

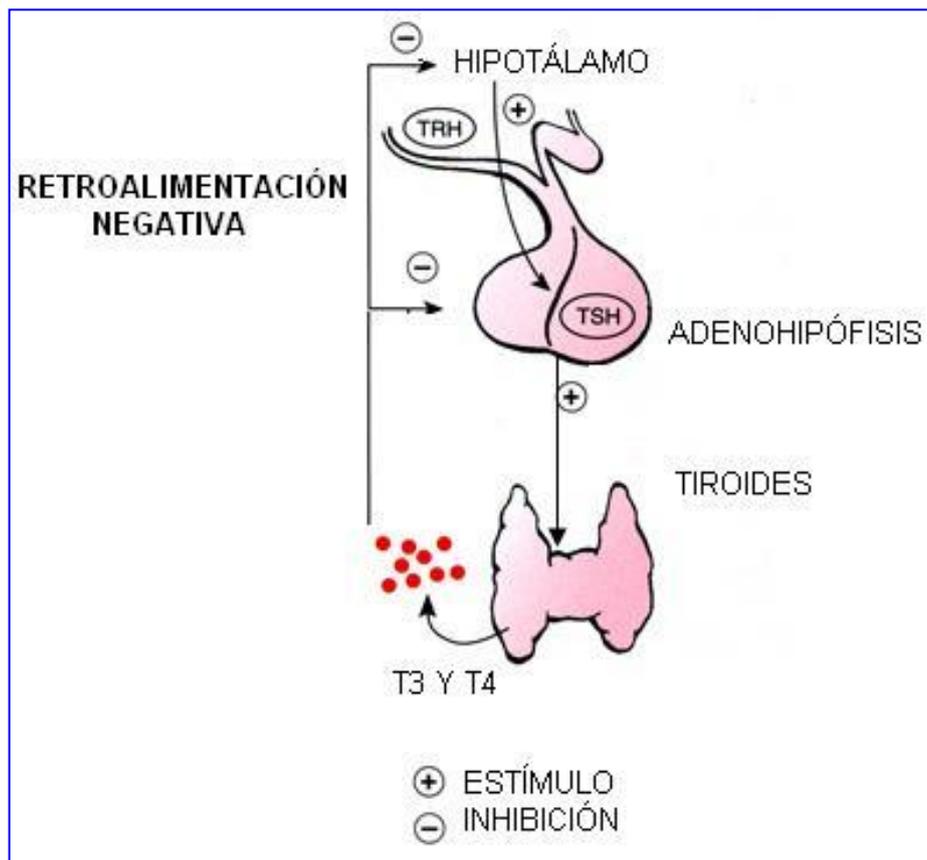
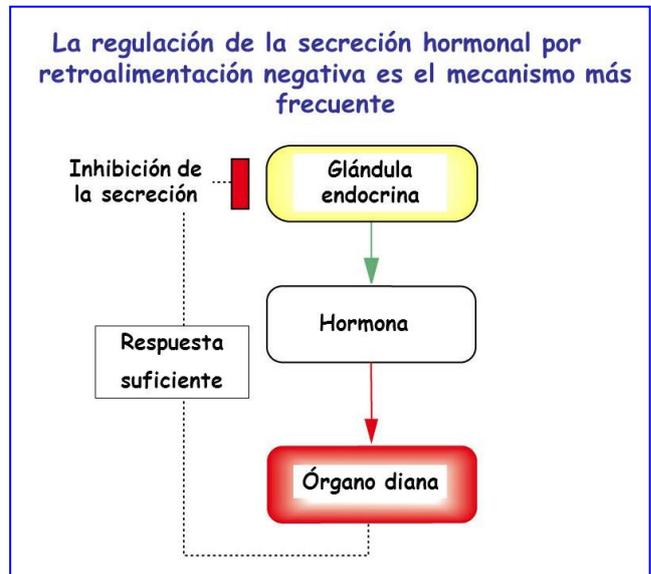


Figura.- Ejemplo de retroalimentación negativa en varias glándulas endocrinas.

5.2 El sistema hormonal en vertebrados

El sistema hormonal es igual en todos los vertebrados, con pequeñas variaciones. Sus principales **glándulas endocrinas** son:

- Hipófisis
- Páncreas
- Gónadas: testículos y ovarios
- Tiroides
- Paratiroides

Además, cuentan con dos **glándulas neuroendocrinas**:

- Médula de las glándulas adrenales
- Hipotálamo

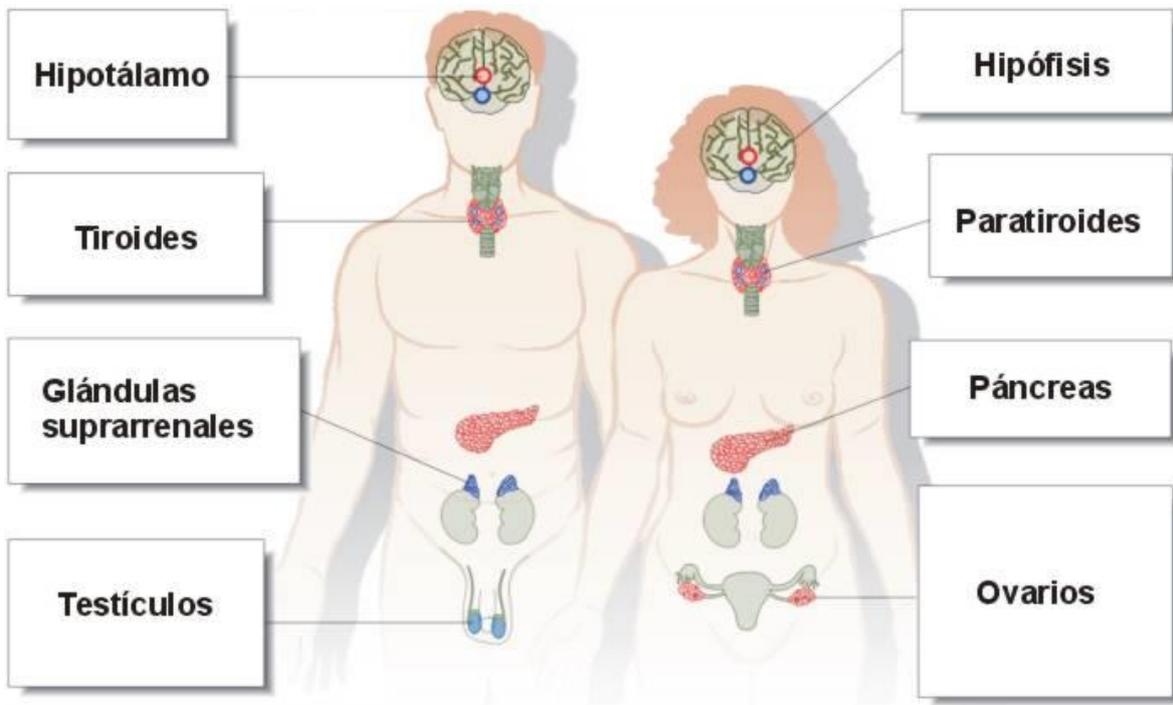
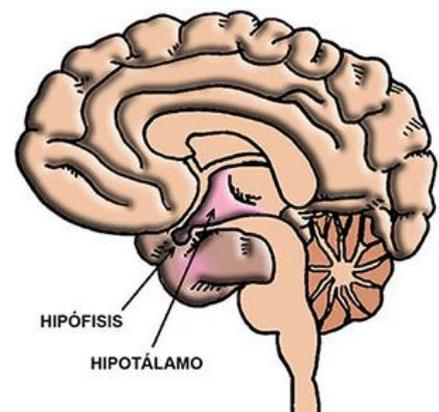


Figura.- Principales glándulas endocrinas en humanos.

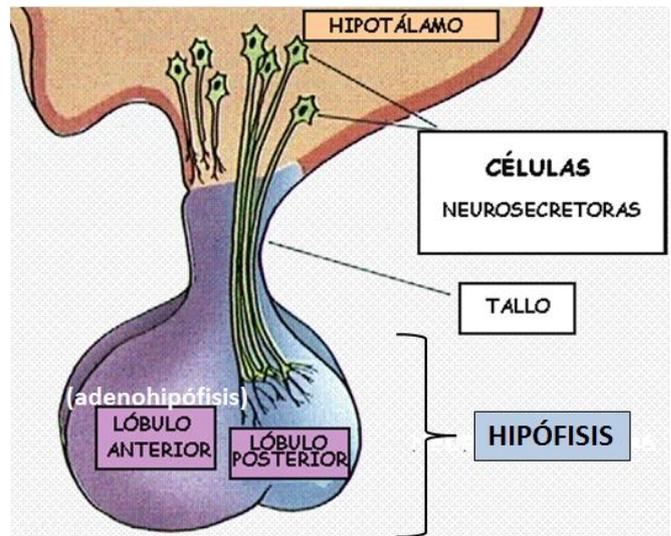
5.2.1 El eje hipotálamo-hipófisis

El eje hipotálamo-hipofisario es un sistema cuya función es mantener la regulación y equilibrio de los niveles hormonales de la hipófisis, los cuales a su vez coordinan otras funciones del organismo (el crecimiento, la maduración de las gónadas, cambios de adaptación al estrés, lactancia, cantidad de agua excretada por el riñón, etc.).



El mecanismo por el que se mantiene este equilibrio está definido por la acción estimulante o inhibitoria que ejerce el hipotálamo sobre la hipófisis a través de la liberación de hormonas.

Estas hormonas, a su vez, son reguladas a través de un proceso de retroalimentación por los productos finales generados en el tejido diana de cada una de las hormonas hipofisarias o a través de ritmos pulsátiles circadianos o por influencia del sistema nervioso central.



Eje hipotálamo-hipófisis-gonadal

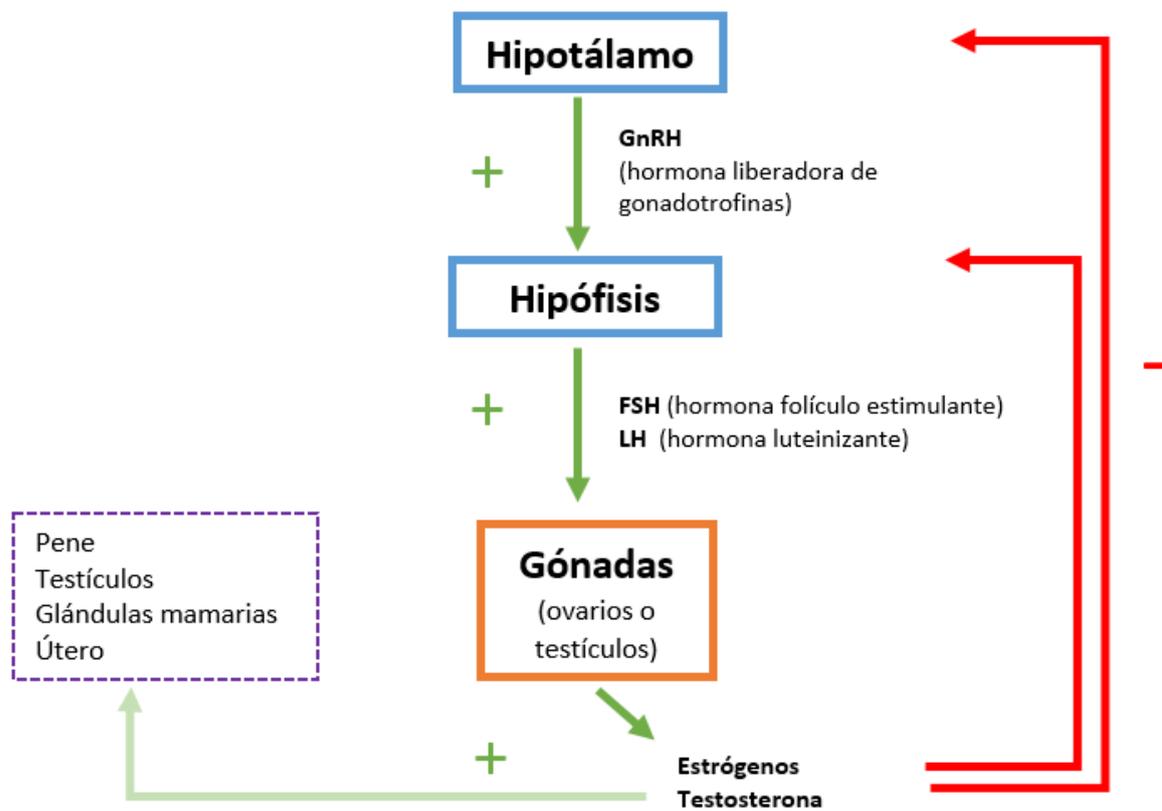


Figura.- Ejemplo de regulación por retroalimentación negativa del eje hipotálamo-hipófisis.

■ **El hipotálamo** es una pequeña parte del encéfalo que conecta en su parte inferior con la glándula hipófisis.

Las neuronas del hipotálamo envían señales nerviosas y liberan factores hipotalámicos de liberación o inhibición, que controlan la secreción de la adenohipofisis por retroalimentación:

- **Factores hipotalámicos de liberación:**

- o **GHRH** (hormona liberadora de la hormona del crecimiento)
- o **GnRH** (hormona liberadora de gonadotropinas)
- o **TRH** (hormona liberadora de tirotropina)
- o **CRH** (hormona liberadora de corticotropina)

- **Factores hipotalámicos de inhibición:**

- o **GHIH** o **somatostatina** (hormona inhibidora de la hormona del crecimiento).
- o **PIH** (hormona inhibidora de la prolactina).

El hipotálamo produce también dos hormonas que se acumulan y se liberan después a la sangre en la neurohipófisis, constituida por las terminaciones axónicas de neuronas hipotalámicas:

- La **oxitocina**, estimula las contracciones del útero para la expulsión del feto en el parto.
- La **vasopresina (ADH)**, aumenta la absorción de agua en los túbulos renales, así como la presión arterial.

■ **La hipófisis o glándula pituitaria** es una glándula pequeña unida a la parte inferior del hipotálamo en la que se distinguen tres partes:

- **lóbulo anterior o adenohipófisis**
- **lóbulo posterior o neurohipófisis**
- **lóbulo intermedio o parte media**

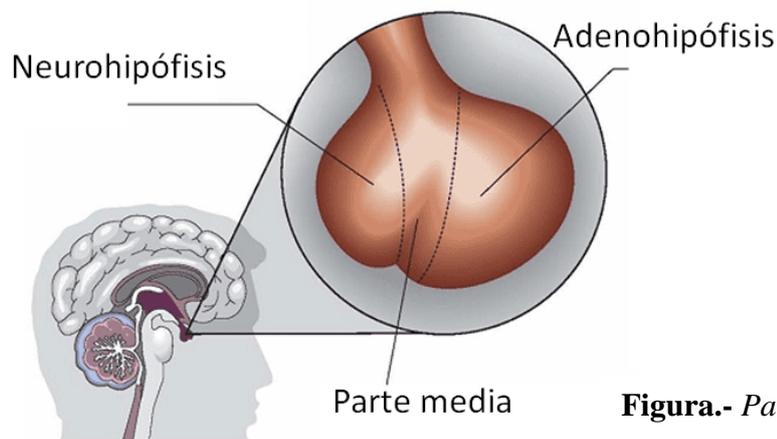


Figura.- *Partes de la hipófisis.*

Esta glándula produce las siguientes hormonas:

- **GH** (hormona del crecimiento o **somatotropina –STH-**).
- **Prolactina**: estimula la producción de leche en las glándulas mamarias después del parto.
- **Gonadotropinas**:
 - o **FSH** (hormona folículo estimulante): en el ovario hace madurar los folículos y estimula la formación de estrógenos y en los testículos estimula la producción espermatozoides.
 - o **LH** (lúteo estimulina). En el ovario provoca la ovulación, la formación del cuerpo lúteo y la consiguiente formación de progesterona. en el testículo estimula la producción de testosterona.
- **TSH** (hormona estimulante del tiroides) o **tirotropina**: estimula la producción de hormonas tiroideas.
- **ACTH** (adrenocorticotropa) o **corticotropina**: estimula la secreción de hormonas de la corteza suprarrenal.
- **MSH** (hormona melanocito estimulante): estimula la síntesis de melanina en la dermis.

5.2.2 Glándulas adrenales

Se trata de un órgano par situado sobre los riñones de reptiles, aves y mamíferos. Presentan dos tipos de tejidos, distribuidos en dos zonas diferenciadas en el caso de los mamíferos:

- **Corteza suprarrenal**. Es la parte externa de la glándula. Produce casi treinta hormonas esteroides, que se pueden agrupar en tres tipos:
 - o **Mineralocorticoides**, como la **aldosterona**, que regulan el metabolismo iónico.
 - o **Glucocorticoides**, como el **cortisol** y la **cortisona**, que intervienen en el metabolismo celular de glúcidos, lípidos y proteínas.
 - o **Andrógenos suprarrenales**, que en los testículos se convierten en **testosterona**.

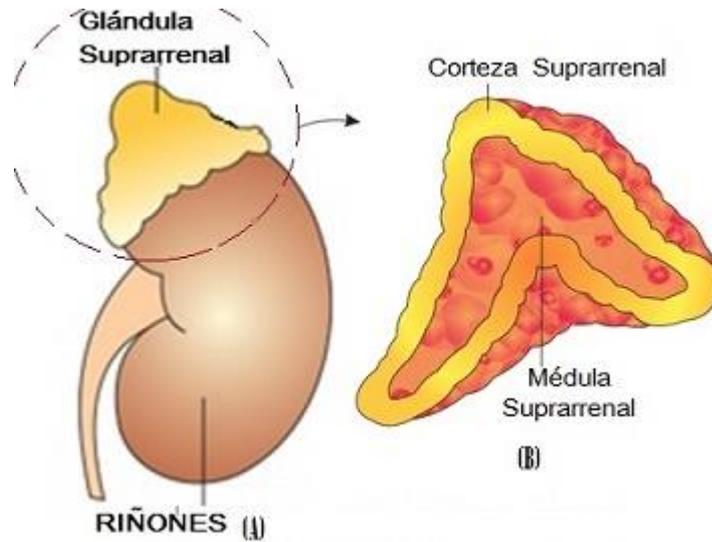


Figura.- Ubicación de la glándula suprarrenal y corte transversal de la misma.

- **Médula suprarrenal.** Es la parte interior de la glándula. Sus neuronas secretoras producen dos neurohormonas: la **adrenalina** y la **noradrenalina**. Actúan sobre diversos órganos del cuerpo y lo hacen en situación de alerta o estrés; así, por ejemplo, aumentan el ritmo cardíaco y respiratorio o el nivel de glucosa en sangre.

5.2.3 Otras glándulas del sistema hormonal

En el sistema hormonal de los animales vertebrados se distinguen además otras glándulas endocrinas.

■ **Tiroides.** Es una glándula situada en el cuello, debajo de la laringe. Está formada por dos lóbulos. Produce las siguientes hormonas:

- **Tiroxina y triyodotironina:** hormonas que derivan del aminoácido tirosina y que contiene yodo. Activan los procesos metabólicos de las células.
- **Calcitonina:** que actúa disminuyendo la concentración de calcio de la sangre y haciendo que se deposite en los huesos.

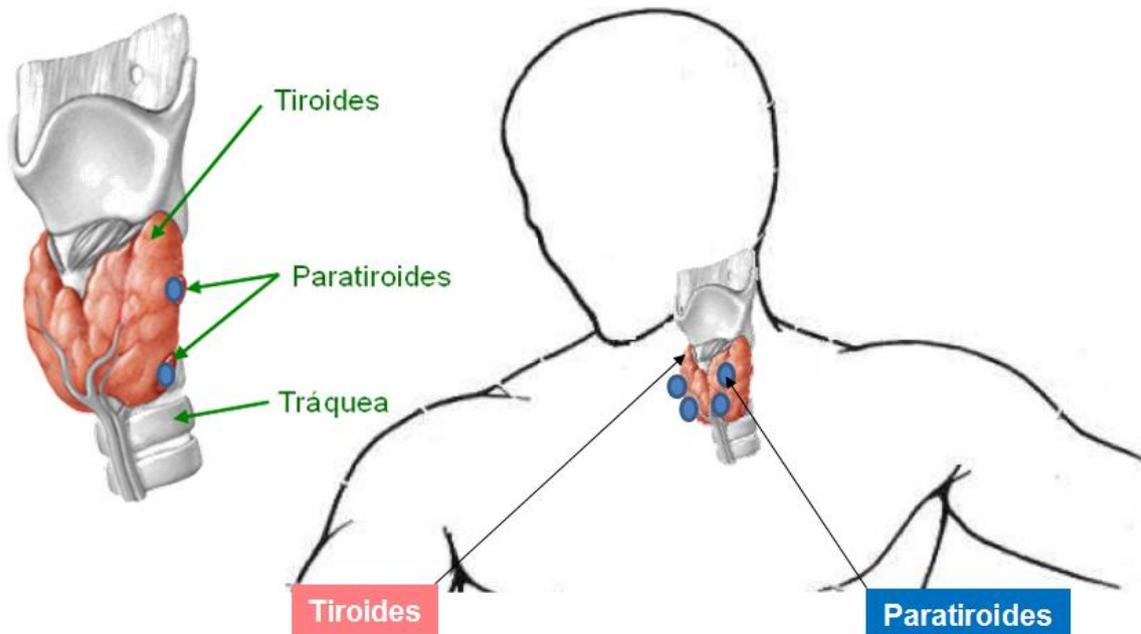


Figura.- Localización de las glándulas tiroides y paratiroides.

■ **Paratiroides.** Está formada por cuatro pequeñas masas glandulares situadas a ambos lados de la tiroides. Produce la **parathormona**, que participa en el metabolismo del calcio y del fósforo. Provoca la liberación de calcio de los huesos por lo que su efecto es antagónico al de la calcitonina.

■ **Páncreas.** Es una glándula mixta situada debajo del estómago. La porción endocrina corresponde a unos agrupamientos de células denominados **islotos de Langerhans**, que producen dos hormonas con efectos antagónicos que regulan los niveles de glucosa en sangre:

- **Insulina:** aumenta la permeabilidad de las membranas celulares del hígado y otros tejidos, con lo que favorece la entrada de glucosa en las células y su almacenamiento en forma de glucógeno. Disminuye, por tanto, el nivel de glucosa de la sangre.
- **Glucagón:** provoca la degradación del glucógeno del hígado haciendo que la glucosa almacenada pase a la sangre. Aumenta, por tanto, el nivel de glucosa en sangre.

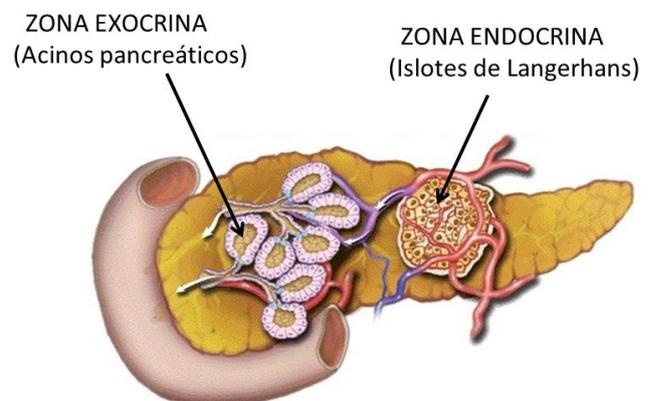


Figura.- Localización de las zonas endocrinas y exocrinas del páncreas.

■ **Testículos.** Además de espermatozoides, los testículos producen hormonas en las células intersticiales o de Leydig, situadas entre los tubos seminíferos. Los **andrógenos**, como la **testosterona**, son responsables del funcionamiento de los órganos sexuales del hombre y de la aparición de los caracteres sexuales.

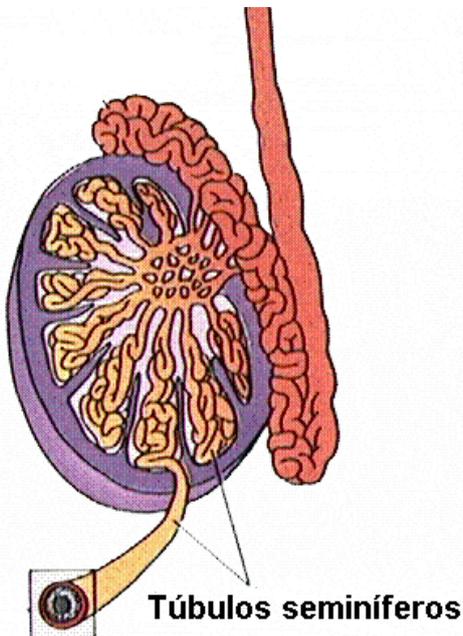


Figura.- Localización de los tubos seminíferos en el testículo.

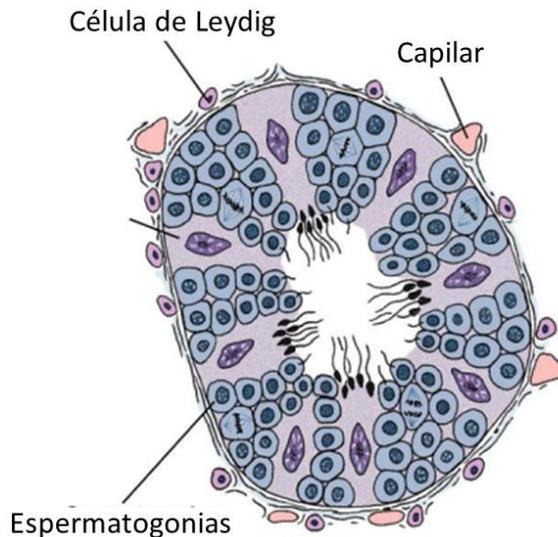
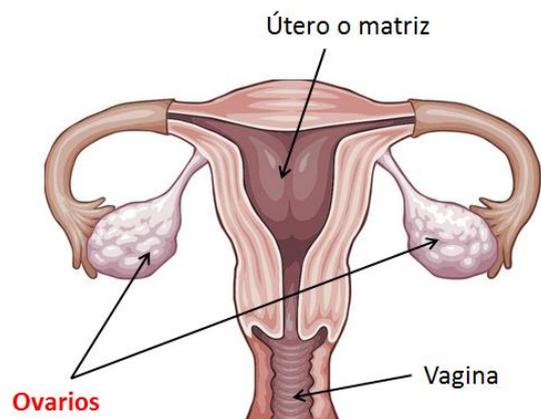


Figura.- Localización de las células de Leydig en los tubos seminíferos.

■ **Ovarios.** Situados en la cavidad abdominal, producen varias hormonas:

- **Estrógenos**, como el **estradiol**: mantiene los caracteres sexuales secundarios y son los responsables del mantenimiento del ciclo menstrual.
- **Progesterona**: se segrega durante la segunda mitad del ciclo menstrual, y si el óvulo es fecundado facilita su implantación en el útero.



■ **Hormonas tisulares.** Algunas hormonas se forman en diferentes tejidos del cuerpo. Es el caso de la **gastrina**, segregada en el estómago como respuesta a los alimentos ricos en proteínas; la **secretina**, segregada por la pared del intestino delgado para estimular la secreción pancreática, la **colecistoquinina**, segregada por el intestino delgado para estimular la contracción de la vesícula biliar o la **eritropoyetina**, segregada por el riñón para estimular la formación de glóbulos rojos.