

El sistema nervioso se presenta en nuestro cuerpo como una red de comunicación muy compleja que dirige nuestras funciones vitales al controlar cada órgano y cada sistema corporal. Es el encargado de mantener el equilibrio interno del cuerpo, y nos permite relacionarnos con el medio ambiente que nos rodea.

CÉLULAS QUE COMPONEN EL SISTEMA NERVIOSO

El sistema nervioso está formado básicamente por dos tipos de células: **las neuronas** (fig. 1) y **las neuroglías** (fig. 2). Las primeras son consideradas la unidad estructural y funcional del sistema nervioso; están especializadas en recibir, conducir y transmitir señales electroquímicas llamadas **impulsos nerviosos**. Las segundas son células de soporte de las neuronas, que facilitan su función.

Las neuronas: Una neurona típica está formada por un **cuerpo o soma**, **dendritas** y un **axón**.

- **Cuerpo o soma.** Es la parte de la neurona en que se encuentran los organelos celulares como el núcleo, mitocondrias, aparato de Golgi y lisosomas. Es decir, que está encargado de regular y coordinar los procesos celulares de la neurona como síntesis de proteínas y producción de ATP.
- **Dendritas.** Son prolongaciones cortas del citoplasma, altamente ramificadas. Se especializan en la recepción y conducción de impulsos nerviosos hacia el soma.
- **Axón.** Es una prolongación única, que nace desde una región del soma llamada **cono axónico**. La función del axón es conducir impulsos nerviosos desde el soma neuronal hacia otras neuronas, músculos o glándulas. Los axones de las neuronas del sistema nervioso periférico pueden estar rodeados por neuroglías llamadas **células de Schwann**. Estas células secretan una cubierta lipídica, denominada **vaina de mielina**, que envuelve el axón y cuya función es aumentar la velocidad de transmisión del impulso nervioso. La vaina que rodea el axón no es continua, sino que deja lugares sin envolver, llamados **nodos de Ranvier**.

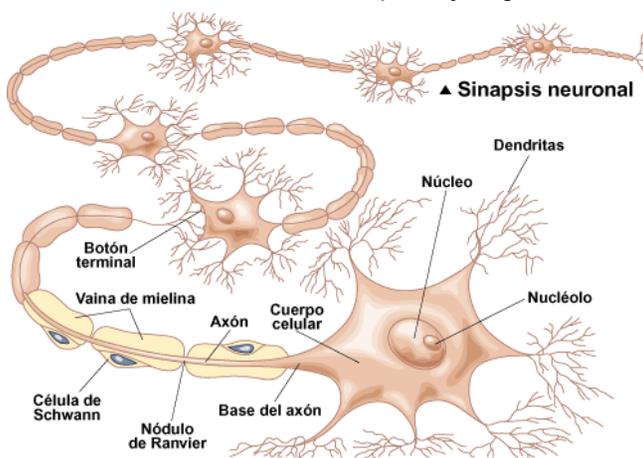


Fig. 1. Estructura de una neurona

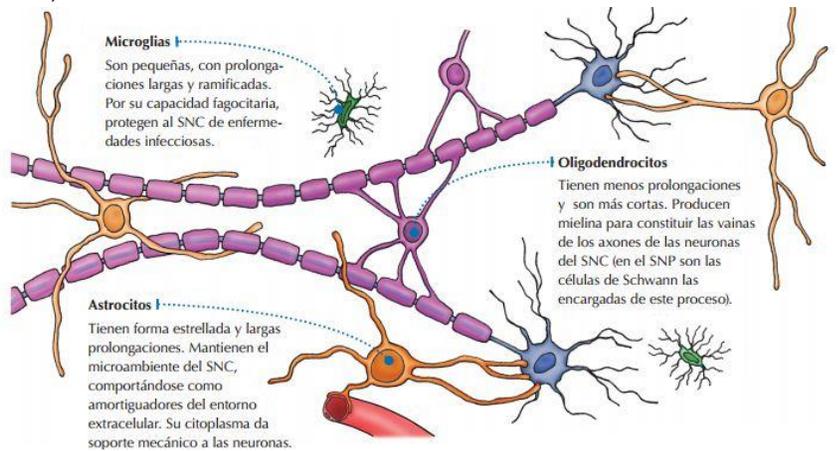


Fig. 2. Tipos de neuroglías

Clasificación de las neuronas

Las neuronas se clasifican de acuerdo con dos criterios: al número de prolongaciones que tienen y a la función que desempeñan.

De acuerdo con el número de prolongaciones, (fig. 3) las neuronas pueden ser unipolares, bipolares o multipolares.

- Las **neuronas unipolares** son aquellas que poseen una sola prolongación que hace las veces de dendrita y de axón. La mayoría de neuronas encargadas de percibir estímulos son de este tipo.
- Las **neuronas bipolares** tienen una dendrita y un axón y se encuentran en algunas partes de los órganos de los sentidos como la retina de los ojos, el oído interno y los nervios olfativos.
- Las **neuronas multipolares** poseen muchas dendritas cortas y un axón largo. Son la mayoría de las neuronas del sistema nervioso central y también las que se encargan de conducir la comunicación a los músculos.

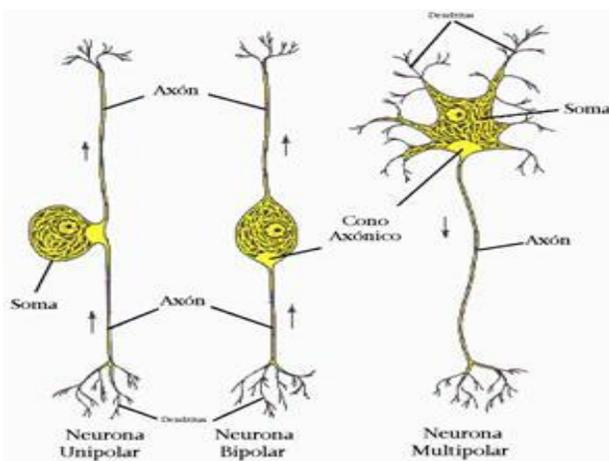


Fig. 3 Clases de neuronas según sus prolongaciones

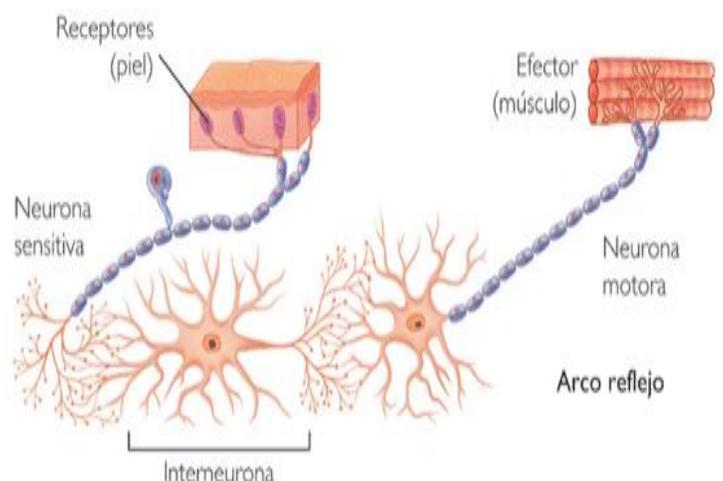


Fig. 4 Clases de neuronas según su función

Según sus funciones, las neuronas se clasifican en tres tipos (fig. 4):

- ❖ Las **sensitivas o aferentes**, llevan la información desde los receptores hasta el sistema nervioso central.
- ❖ Las **interneuronas**, situadas dentro del sistema nervioso central, conectan las neuronas sensitivas con las motoras.
- ❖ Las **motoras o eferentes**, llevan los mensajes nerviosos a los efectores.

LA SINAPSIS

La sinapsis es la unión entre dos neuronas, es decir, permite el paso del impulso nervioso de una célula a otra.

En la sinapsis participan dos neuronas: la **presináptica**, que conduce el impulso nervioso hacia la sinapsis, y la **postsináptica**, que recibe el impulso nervioso desde la sinapsis y lo conduce a otra neurona. La sinapsis puede ser eléctrica o química (fig. 5).

- ✓ **Eléctrica.** Debido a la proximidad de las neuronas el impulso nervioso pasa en forma de iones, es decir, de corriente eléctrica, a través de un canal proteico llamado **conexión**. La conducción del impulso eléctrico es bidireccional, es decir, se propaga en ambas direcciones.
- ✓ **Química.** La comunicación entre neuronas se cumple a través de **neurotransmisores**, es decir, sustancias químicas liberadas por la neurona presináptica que actúan sobre una neurona postsináptica alterando su actividad eléctrica. Uno de los neurotransmisores más importantes es la **acetilcolina**

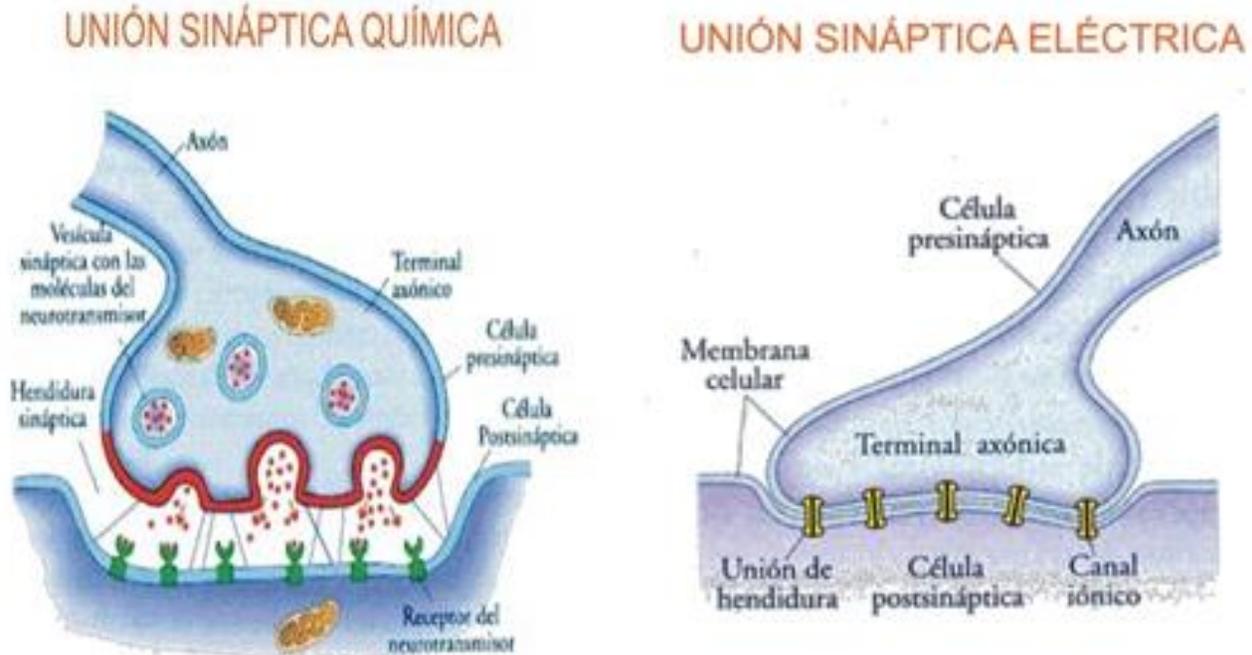


Fig. 5 Esquema de la sinapsis entre dos neuronas. A) sinapsis química. B) sinapsis eléctrica

EL IMPULSO NERVIOSO

El impulso nervioso es la capacidad que poseen las neuronas de producir una respuesta sobre la base de un estímulo. El estímulo puede ser químico, eléctrico o mecánico.

Cuando la neurona está en reposo, la superficie interna de su membrana, en relación con la externa, está cargada negativamente. Esto se debe a la alta concentración de iones K^+ en el interior y a la alta concentración de iones Ca^{++} y Na^+ en el exterior. Esta diferencia de cargas determina que la neurona esté polarizada eléctricamente y se conoce como **potencial de reposo**. Este estado se mantiene gracias a una maquinaria proteica llamada **bomba Na-K** (fig. 4), que se encarga de bombear tres iones de Na^+ al exterior y dos iones de K^+ al interior de la neurona con gasto de 1 ATP. Si se produce el estímulo, la permeabilidad de la membrana con respecto al sodio cambia. Por tanto, el flujo de éstos al interior de la célula aumenta fuertemente, invirtiendo momentáneamente la carga eléctrica del interior de la membrana. Este proceso, llamado **despolarización**, da lugar al impulso nervioso. El estímulo que produce esta variación en la concentración de iones se llama **potencial de acción**. El flujo de iones de sodio produce una onda que se propaga a lo largo del axón hasta llegar a las terminaciones sinápticas. El cambio eléctrico de la neurona ocurre en milésimas de segundo. Para reponer el potencial de reposo se requiere el cierre de canales para el sodio y la apertura de canales para el potasio. (fig. 6)

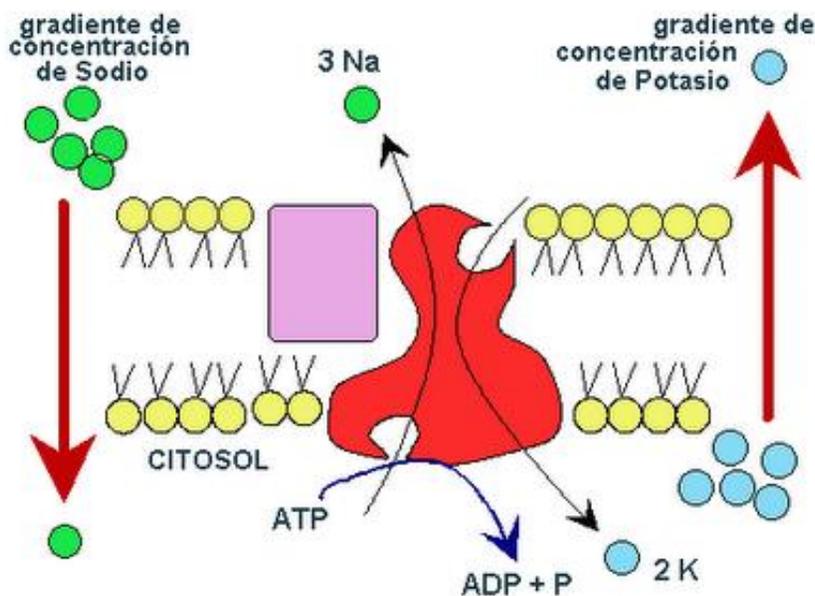


Fig. 6 Representación de la bomba sodio- potasio. Este dispositivo de membrana es el responsable de mantener las neuronas en estado de reposo

Propagación del impulso nervioso

El mecanismo de propagación del impulso nervioso a lo largo del axón puede ser por **conducción no saltatoria**, característico de neuronas amielinizadas donde el movimiento de iones viaja a lo largo del axón siguiendo un proceso de despolarización y repolarización; o por **conducción saltatoria**, que se presenta en los axones recubiertos de mielina de forma que el impulso va de nódulo a nódulo. La velocidad de este tipo de conducción es 50 veces más rápida que la de la conducción no saltatoria.

ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA DEL SISTEMA NERVIOSO

En el hombre el sistema nervioso desempeña tres funciones de vital importancia:

- ❖ Ayuda a conservar la **homeóstasis**.
- ❖ Produce movimiento en músculos voluntarios e involuntarios.
- ❖ Es sede de funciones más complejas, como el razonamiento y la memoria.

El sistema nervioso comprende: el sistema nervioso central (S.N.C.), constituido por el encéfalo y la médula espinal; y el sistema nervioso periférico, constituido por nervios.

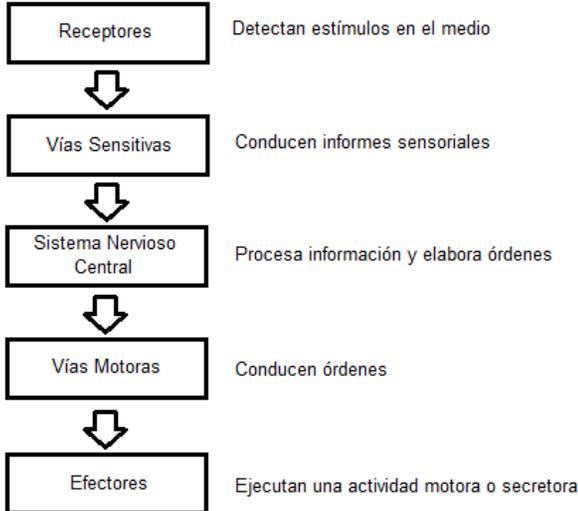


Fig. 7. Esquema de la coordinación nerviosa

EL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL

Veamos con más detalle los componentes del sistema nervioso central.

El encéfalo está encerrado y protegido por la caja craneana y por el **líquido cefalorraquídeo**, cuya función es amortiguar golpes, transportar algunas sustancias y participar en el intercambio de nutrientes en el cerebro. La médula espinal está protegida por las vértebras.

El encéfalo

El encéfalo es el órgano de control y funcionamiento del cuerpo (fig. 8). Está formado, entre otros, por el bulbo raquídeo, el cerebelo, el hipotálamo, el tálamo, el sistema límbico y el cerebro.

- El **bulbo raquídeo**. Mide aproximadamente 2,5 cm de longitud y es la porción inferior del tronco encefálico que se continúa con la médula espinal. Está formado por **sustancia blanca** (fibras nerviosas que permiten la comunicación médula-cerebro) en el exterior, y **sustancia gris** (somatos neuronales, dendritas y axones mielinizados) en el interior. El bulbo raquídeo participa en el control involuntario de funciones vitales como el latido cardiaco, la respiración, la dilatación y contracción de los vasos sanguíneos, y en reflejos vegetativos de protección como tos, vómito, hipo, etc.
- El **cerebelo**. Se ubica en la región posterior e inferior del encéfalo. Está formado por dos masas laterales de tejido llamados **hemisferios cerebelosos**. El cerebelo cumple tres funciones principales:
 - ✓ Controla la ejecución de movimientos finos y coordinados como correr y escribir, y los movimientos de la boca que permiten hablar.
 - ✓ Mantiene la tonicidad muscular y la postura corporal.
 - ✓ Recibe la información proveniente del aparato vestibular ubicado en el oído medio, manteniendo el equilibrio.

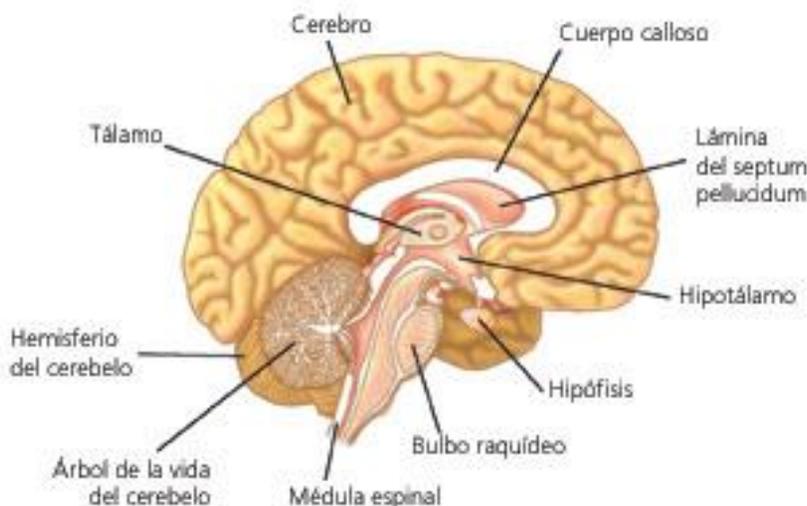


Fig. 8. Estructura del encéfalo

- **El hipotálamo.** Se ubica debajo del tálamo. Se encarga de las funciones que permiten preservar el equilibrio interno del organismo. Entre estas se incluyen: controlar el funcionamiento de la hipófisis, regular el balance hídrico y la temperatura corporal, y controlar el comportamiento sexual y afectivo.
- **El tálamo.** Está ubicado en el interior del cerebro, bajo el cuerpo calloso. Mide aproximadamente 3 cm de longitud y está formado por dos masas de sustancia gris, cubiertas parcialmente por una delgada capa de sustancia blanca. Por él pasan todas las vías sensitivas (excepto las olfativas) que van a la corteza cerebral. Participa en la asociación de sentimientos y de movimientos relacionados con las emociones.
- **Sistema límbico.** Está formado por un conjunto de estructuras cerebrales interconectadas que se ubican en el centro del cerebro y que incluyen, entre otros, el **hipocampo** y los **núcleos anteriores del tálamo**. Se encarga del control de las conductas instintivas.
- **El cerebro.** El cerebro está dividido en dos hemisferios: **el hemisferio izquierdo** y el **derecho**. Estos se conectan por el **cuerpo calloso**. Estos hemisferios a su vez están divididos en áreas menores llamadas **lóbulos**: frontal, temporal, parietal y occipital. En cada lóbulo se identifican áreas específicas relacionadas con funciones corporales y se clasifican en tres grupos:
 - ✓ **Áreas sensoriales primarias.** Reciben la información originada en los distintos receptores. En ellas se producen las sensaciones.
 - ✓ **Áreas motoras.** Están formadas por el área motora primaria y el área premotora. La primera controla los movimientos musculares voluntarios, la segunda se conecta con el cerebelo y con el área motora primaria para regular la contracción regulada de varios músculos simultáneamente, permitiendo respuestas más complejas.
 - ✓ **Áreas de asociación.** Son regiones de la corteza cerebral que integran la información sensorial con la motora. Sus funciones se relacionan con el razonamiento, el aprendizaje y el lenguaje.

LA MÉDULA ESPINAL

La médula espinal corre a lo largo de la columna vertebral y conecta el encéfalo con el resto del cuerpo. La médula consta de **sustancia blanca** y **sustancia gris** (fig. 9). La sustancia blanca tiene la función conductora mientras que la sustancia gris es centro de movimientos reflejos.

La médula espinal controla los **actos reflejos** que son respuestas rápidas e involuntarias a estímulos, y constituyen el mecanismo más importante que tiene el sistema nervioso para responder a situaciones de peligro. Para que las respuestas puedan ser rápidas, los actos reflejos están controlados por un pequeño número de neuronas.

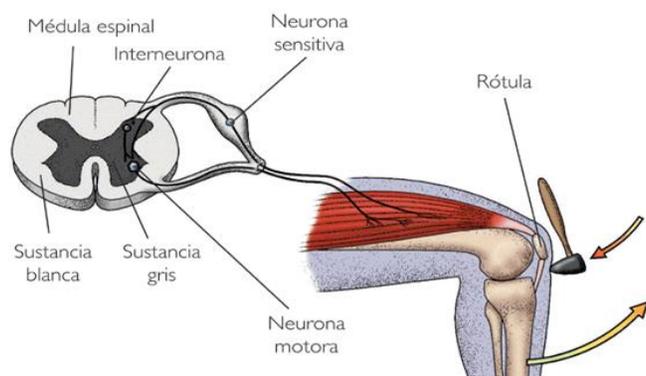


Fig. 9 Esquema del arco reflejo. El arco reflejo es una estructura funcional formada por la agrupación de dos o más neuronas. El arco reflejo más simple lo forman un receptor, una neurona motora y un efector. Los arcos reflejos permiten la realización de los actos reflejos.

EL SISTEMA NERVIOSO PERIFÉRICO

Está constituido por haces o paquetes de axones, llamados **nervios**. Los nervios pueden ser sensitivos, motores o mixtos.

- Los **nervios sensitivos** recogen la información de lo que sucede en el cuerpo, para llevarla al sistema nervioso central.
- Los **nervios motores** llevan la respuesta que da el sistema nervioso central a los órganos efectores.
- Los **nervios mixtos** transmiten ambos tipos de información.

SISTEMA NERVIOSO VOLUNTARIO O SOMÁTICO

Está formado por nervios que conectan la médula espinal y el encéfalo con los tejidos de todo el cuerpo. Regulan las respuestas motoras voluntarias, es decir, lo que decidimos hacer conscientemente.

- **Nervios craneales.** Son 12 pares de nervios que nacen en diferentes partes del cerebro. En este grupo encontramos nervios sensitivos, motores y mixtos.
- **Nervios espinales o raquídeos.** Son en total 31 pares de nervios que se derivan de distintas partes de la médula espinal y se distribuyen principalmente en los brazos, piernas y tronco. Todos son mixtos.

SISTEMA NERVIOSO AUTÓNOMO O VEGETATIVO

Está constituido por nervios sensoriales y motores que conectan el sistema nervioso central con diversos órganos internos como el intestino. Producen respuestas **involuntarias**, que regulan las actividades internas del organismo, tales como los latidos del corazón, el funcionamiento del sistema digestivo y del sistema respiratorio.

El sistema nervioso autónomo comprende dos divisiones con función antagonista.

- ✓ **El sistema nervioso simpático**
Está constituido por dos cordones nerviosos situados paralelamente a la columna vertebral. Comunica la médula espinal con las vísceras. A lo largo de cada cordón se encuentran unos cuerpos neuronales dispuestos en pares que se conocen como los **ganglios simpáticos**. Este sistema permite responder adecuadamente a las situaciones de alerta o emergencia. Por ejemplo: dilata las pupilas, aumenta la frecuencia cardíaca y la presión arterial asegurando una mejor irrigación de los órganos vitales, etc.
- ✓ **El sistema nervioso parasimpático**
Está constituido por fibras nerviosas originadas en el encéfalo y en la región pélvica de la médula espinal. A diferencia del sistema nervioso simpático, tiene un efecto recuperador: normaliza el medio interno