

## PASO 2 NERVIOSO: Cerebro y cerebelo

### Cerebelo

Es una estructura que está recostada dorsalmente al bulbo y el puente; está alojado en la fosa craneana posterior, está constituido por una parte central denominada vermis y dos porciones laterales, voluminosas, denominadas hemisferios cerebelosos.

A diferencia de los segmentos mencionados previamente, el cerebelo posee una corteza de sustancia gris donde están alojados los cuerpos neuronianos que establecerán conexiones con los núcleos centrales del cerebelo (dentados y accesorios). Esta estructura jugará un papel muy importante en la mantención del equilibrio, control de los movimientos voluntarios y mantención del tono muscular.

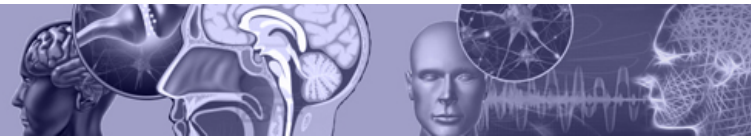
[Ver Fig. 1](#)

### Cerebro

Es la porción más voluminosa del encéfalo y, por lo tanto, del sistema nervioso.

Dado que la cantidad de neuronas que aquí se alojan es extraordinariamente grande (alrededor de 14 mil millones), la capa superficial de sustancia gris, llamada corteza cerebral, se pliega notablemente formando surcos muy profundos denominados cisuras, las que son muy constantes.

Entre ellas se distinguen las siguientes; cisura interhemisférica, cisura central (de Rolando), cisura lateral (de Silvio), cisura parietooccipital y cisura calcarina.



La corteza cerebral, presenta también, surcos más superficiales y giros o circunvoluciones, éstas últimas son los pliegues que quedan comprendidos entre dos surcos. De esta manera aumenta considerablemente el área en el cual puedan alojarse las neuronas.

El cerebro está constituido por dos hemisferios, cada hemisferio cerebral posee tres caras: una superolateral, una medial y una inferior:

1. **La cara superolateral**, es amplia y convexa; está protegida por la bóveda craneal.
2. **La cara medial es plana**, enfrenta al plano sagital medio, y está separada de su homóloga por la cisura interhemisférica, en la cual se aloja la hoz del cerebro.
3. **La cara inferior o base**, tiene dos niveles.

**El tercio anterior** se apoya en el suelo de la fosa craneal anterior.

**El tercio medio** descansa en el suelo de la fosa craneal media.

**El tercio posterior** está al mismo nivel que el tercio medio, y se apoya sobre el cerebelo, separado por la tienda del cerebelo.

El grueso y redondeado extremo anterior del hemisferio es el polo frontal.

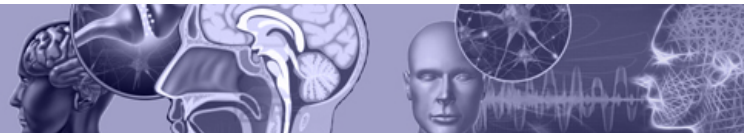
El extremo posterior, más puntiagudo, es el polo occipital.

El extremo lateral redondeado de la cara inferior, ocupa el extremo anterior de la fosa craneal media, y constituye el polo temporal.

[Ver Fig. 2](#)

La superficie exterior del hemisferio cerebral, consiste en una delgada capa de sustancia gris llamada corteza, tiene en promedio unos 2,5 mm. de grosor y está formada principalmente por cuerpos celulares cuyos cilindroejes, cursan en la subyacente sustancia blanca.

[Ver Fig. 3](#)



## Cisuras y giros cerebrales

- **Cisura lateral o de Silvio**, surco profundo que delimita al lóbulo temporal y se dirige hacia atrás por encima de éste, separándolo de los lóbulos frontal y parietal.

Si se separaran sus labios se verá en la profundidad una porción de corteza "**hundida**", el lóbulo de la ínsula.

La corteza del lóbulo frontal adyacente a esta cisura representa el área del lenguaje hablado y la zona del lóbulo temporal vecina a la cisura corresponde a la corteza auditiva.

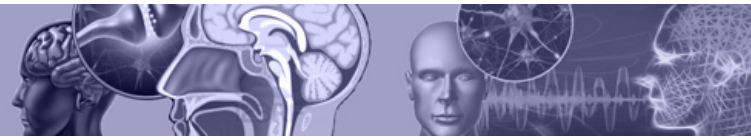
- **Cisura central o de Rolando**, comienza muy cerca del punto medio del borde superior del cerebro y luego desciende oblicuamente hacia delante atravesando la cara superoexterna, hasta poco antes de llegar a la cisura lateral, separa el lóbulo frontal de parietal.

Su importancia reside en el hecho de que el giro situado delante de ella, denominado giro frontal ascendente, precentral o prerrolándica, es la zona de representación motora primaria, y la que queda detrás de ella, el giro parietal ascendente, postcentral o postrolándica, es la zona de representación sensitiva primaria.

Ver Fig. 4

Surco caloso marginal hendidura prominente en la cara interna, que se dirige de delante a atrás y paralela al cuerpo caloso, separada de éste por el giro del cuerpo caloso o giro cingulado; área cortical del sistema límbico y zona de representación emocional.

- **Cisura calcarina**, comienza como un surco corto y profundo en la cara medial, casi detrás del extremo posterior del cuerpo caloso, y se dirige hacia atrás, como una espuela, por la superficie interna del hemisferio. Los lados de esta cisura delimitan el área visual primaria.
- **Cisura parieto occipital**, se ubica en la cara medial del hemisferio cerebral, cerca del polo occipital, y desciende hacia la cisura calcarina. Este surco separa lóbulo parietal de occipital.



## Sustancia blanca de los hemisferios cerebrales

Las fibras nerviosas que forman la sustancia blanca del hemisferio cerebral se clasifican como:

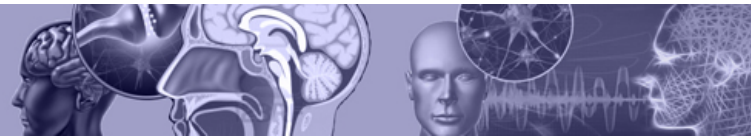
- Fibras de asociación.
- Fibras comisurales.
- Fibras de proyección.
- **Las fibras de asociación**, corresponden a axones que comunican neuronas de un área cortical con otra del mismo hemisferio.
- **Las fibras comisurales**, corresponden a axones que cruzan la línea media entre un hemisferio y otro, formando una gruesa y compacta estructura denominada cuerpo caloso.
- **Las fibras de proyección**, corresponden a axones que parten de la corteza a centros inferiores; las fibras de proyección parten de distintas zonas corticales y convergen hacia la cápsula interna. Esta lámina de sustancia blanca separa los núcleos basales del complejo talámico.

## Corteza cerebral

Como su nombre lo indica es la capa superficial del cerebro, está constituida por innumerables células nerviosas tanto neuronas como glía. Es la estructura que nos permite tener conciencia de los eventos que suceden en el organismo, y del mismo modo, permite poder actuar sobre ellos modificándolos, si ello es posible, a voluntad.

Básicamente está constituida por diversos tipos de neuronas que se organizan en estratos, que de la superficie a la profundidad; la forman 6 capas.

Estas células se interconectan entre sí y también lo hacen con otras regiones del sistema nervioso central, ya sea recibiendo información y procesándola o, ya sea enviando información hacia centros inferiores (tronco encefálico o médula espinal).



En general se sabe que son las capas más superficiales las que reciben la información, mientras que las capas más profundas, envían información a otras regiones subcorticales.

### Núcleos basales

Estos son un conjunto de estructuras formadas por sustancia gris, que a pesar de tener el mismo origen embriológico que la corteza, se localizan en el centro del cerebro. Estas estructuras (núcleos caudado y lenticular) juegan un rol muy importante en la actividad motora del individuo.

Entre los núcleos caudado y lenticular se distinguen haces de fibras que servirán tanto para llevar información hacia corteza, como para proyectar información de ella hacia centros inferiores, de estos haces el más importante es la cápsula interna.

En el interior de los hemisferios cerebrales rodeando los núcleos basales existen dos cavidades (una para cada hemisferio) llenas de líquido céfalo raquídeo, son los ventrículos laterales, los cuales están comunicados medialmente con el ventrículo medio o III ventrículo cuyas paredes laterales las forman el tálamo e hipotálamo.

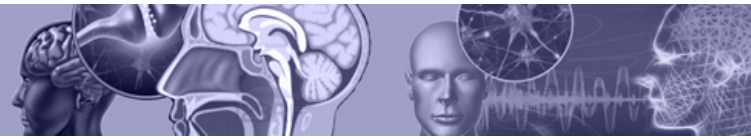
[Ver Fig. 5](#)

### Tálamo e Hipotálamo

Estos son dos masas de sustancia gris que al igual que los núcleos basales están en el centro del cerebro, pero cuyo origen embriológico es distinto al de éstos, y por lo tanto, al de la corteza cerebral.

1. **El tálamo**, es una masa grande de sustancia gris localizada en la cara media y posterior de cada hemisferio.

Es un centro de relevo para todos los tipos de impulsos sensitivos (excepto los impulsos olfatorios) que viajan desde los receptores sensitivos periféricos hacia las áreas sensitivas de la corteza cerebral.



También sirve de integración de impulsos sensitivos. Por ejemplo, el reconocimiento de estímulos como dolor, variación de la temperatura, o tacto, es el resultado de integraciones talámicas.

2. **El hipotálamo**, es un centro que actúa como coordinador de toda la actividad del organismo que no depende de nuestra voluntad. Además en él se verifican importantes interrelaciones entre el sistema nervioso y el sistema endocrino. Está situado debajo del tálamo, tiene que ver con el control de las descargas del sistema nervioso autónomo que acompañan a la conducta y expresión emocional.

Entre las funciones hipotalámicas se incluyen: la regulación de la función renal, control de la temperatura, regulación de la ingesta de alimentos, así como el metabolismo en general.

También controla la secreción de la hipófisis anterior y la reproducción, así como las reacciones a los estados emocionales.

El tálamo y el hipotálamo forman, al acercarse en la línea media, una cavidad estrechada lateralmente y alargada en sentido antero posterior.

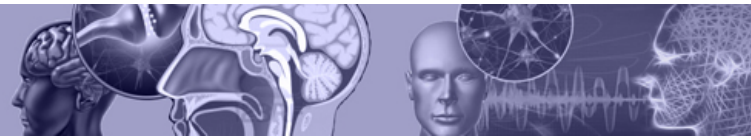
Esta cavidad es el III ventrículo, el cual contiene líquido céfalo raquídeo y está comunicado a su vez, con los ventrículos laterales hacia lateral y con el IV ventrículo hacia caudal, a través del acueducto cerebral.

### **Meninges encefálicas**

La piamadre, es un tejido conectivo delicado, que recubre al encéfalo y se adosa a sus superficies.

La piamadre sigue cada elevación superficial y se hunde con todas las cisuras y los surcos de los hemisferios cerebrales y cerebelosos, tronco encefálico y médula espinal.

La aracnoides, es una membrana de tejido conectivo parecido a gasa, que está por fuera de la piamadre, la cual rodea el sistema nervioso central como un manguito laxo. Cubre las cisuras, los surcos y las elevaciones irregulares superficiales.



La aracnoides está unida laxamente a la piamadre por medio de trabéculas de tejido aracnoideo; sin ponerse en contacto las dos membranas, ya que el líquido céfalo raquídeo escurre entre ellas para formar un amortiguador líquido alrededor del sistema nervioso central.

La duramadre, es una membrana colágena resistente por fuera de la aracnoides, estas membranas están unidas por lo tanto no existe el espacio subdural.

De las tres cubiertas, sólo la duramadre es una membrana de consistencia considerable, forma un saco fibroso denso que protege y encierra a todo el sistema nervioso central.

En el cráneo, la hoja parietal de la duramadre, forma el periosteo interno de los huesos craneales. En el agujero occipital, la hoja visceral de la duramadre craneal, se continúa como duramadre raquídea.

La duramadre craneal por medio de extensiones llamadas prolongaciones o tabiques de la duramadre, forma divisiones y compartimientos entre porciones del encéfalo. Estas prolongaciones sostienen al encéfalo en posición, sujetan algunas de sus porciones y proporcionan conductos para la sangre venosa.

Estos conductos venosos, denominados senos venosos de la duramadre, reciben a las venas cerebrales y forman una red confluyente que drena en la vena yugular interna.

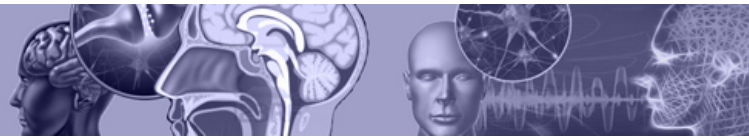
### Principales vías del Sistema Nervioso

**Arco reflejo:** Es el mecanismo funcional más simple del sistema nervioso. Consiste en una respuesta rápida de una parte del organismo, como consecuencia de la estimulación de algún lugar del cuerpo.

En este fenómeno no hay participación de la voluntad, en otras palabras, del cerebro.

El mínimo de estructuras que se necesitan para que haya un arco reflejo son cinco:

- 1) Receptores que se pueden localizar en la piel (exteroceptores), en los músculos y en las articulaciones (propioceptores), o en las vísceras (interoceptores).



- 2) Una neurona sensitiva o aferente, cuyo soma se ubica en un ganglio.
- 3) Una sinapsis ubicada en la médula espinal.
- 4) Una neurona motora o eferente ubicada en sistema nervioso central.
- 5) Un órgano efector como por ejemplo el músculo estriado.

Un ejemplo de una respuesta refleja es la acción de retirar automáticamente la mano cuando se toca un objeto caliente.

En los reflejos espinales la neurona aferente incorpora la señal nerviosa a la médula por las raíces posteriores o dorsales del nervio espinal.

La sinapsis se establece en las astas posteriores de la sustancia gris de la médula.

Una neurona eferente que está localizada en el asta anterior (reflejo somático) recibe esta señal y la envía a través de una raíz ventral a un nervio raquídeo para terminar en un efector.

### **Reflejos de significación clínica**

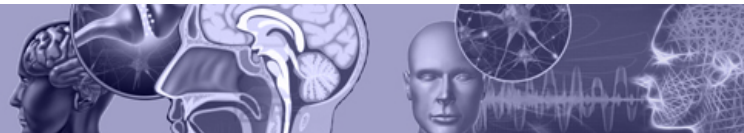
Para el diagnóstico de algunas enfermedades nerviosas, se utilizan dos tipos principales de reflejos, los superficiales y los profundos. Un reflejo superficial es el reflejo flexor plantar.

En éste, cuando se desliza un objeto romo en la planta del pie, se induce una flexión plantar de los dedos del pie.

Cuando existe una lesión de los tractos corticoespinales, la respuesta normal antes descrita es substituida por una extensión (flexión dorsal) de los dedos del pie, junto con una abducción de ellos en forma de abanico. Este se llama, reflejo de Babinski.

Un ejemplo de reflejo profundo, es el conocido reflejo patelar. En este reflejo se obtiene una extensión de la pierna cuando se percute el tendón rotuliano al estar colgando la pierna.





## Sistema nervioso autónomo

Cuando nos referimos a este sistema, no queremos significar que sea una estructura aparte del sistema nervioso ya mencionado, sino más bien, constituye una parte de éste, y su función es manejar toda la actividad del organismo que escapa a nuestro control voluntario.

Este sistema está constituido por dos componentes: el simpático y el parasimpático.

Estos componentes tienen representación tanto en el sistema nervioso central, como en el sistema nervioso periférico, actuando en general como antagonistas.

Los centros nerviosos en los cuales están ubicadas las neuronas simpáticas del sistema nervioso autónomo, están localizados en la médula espinal, segmento torácico, en las astas laterales.

Los centros nerviosos en los cuales están ubicadas las neuronas parasimpáticas del sistema nervioso autónomo, están localizados en el tronco del encéfalo (parasimpático craneano) y en la médula espinal, segmento sacro (parasimpático sacro).

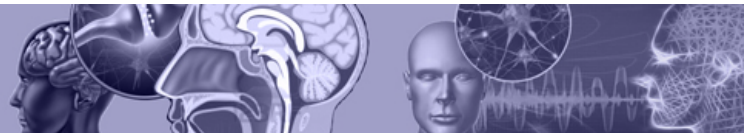
En el sistema nervioso periférico, existen numerosos ganglios y fibras que pertenecen al sistema autónomo.

Los ganglios simpáticos, se localizan al lado de la columna vertebral.

En contraste, los ganglios parasimpáticos se encuentran cerca o en el espesor de las paredes de los efectores viscerales.

Desde estos centros las fibras nerviosas que van a inervar los órganos correspondientes, viajan formando nervios propios del sistema nervioso autónomo (Ej.: X nervio craneal o nervio vago) o se integran a otros nervios del sistema nervioso (nervios espinales).

En el sistema nervioso periférico, además existen fibras nerviosas tanto simpáticas como parasimpáticas, existen también ganglios del sistema nervioso autónomo que presentan la



particularidad, además, de poseer neuronas, realizar sinapsis entre las neuronas pre y post ganglionares.

En el Sistema Nervioso Central, la división simpática se encuentra en los segmentos torácicos (astas laterales) de la médula espinal. Su función es preparar al organismo para la "**lucha**" o "**huida**", por lo tanto, ejerce una acción masiva que compromete a todo el cuerpo. Esta acción se ve reforzada por la liberación de adrenalina por la glándula suprarrenal.

En el Sistema Nervioso Central, la división parasimpática se localiza en el tronco encefálico, comprometiendo a los nervios craneales oculomotor (III), facial (VII), glosofaríngeo (IX), vago (X) y a los segmentos sacros de la médula espinal. Su función es mantener al organismo en estado de reposo o de conservación de energía, por ello es muy importante en la función digestiva.

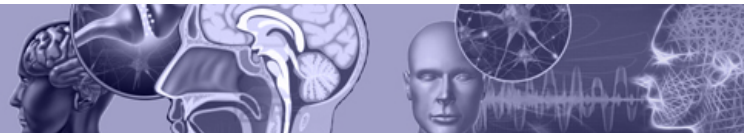
En forma general se puede decir que estos dos componentes actúan en forma antagónica intervando ambos cada una de las vísceras del organismo.

## Vías aferentes o sensitivas

### Vía para el dolor y temperatura

**La primera neurona** de la vía, es una neurona sensitiva unipolar localizada en un ganglio espinal. Las aferencias llegan a la neurona sensitiva a través de la prolongación periférica de dicha neurona, luego son transmitidas por la prolongación central (axón) a través de la raíz posterior hacia la médula espinal, antes de entrar a las astas posteriores los axones ascienden varios segmentos formando el haz pósterolateral, para luego penetrar en la sustancia gelatinosa (cabeza de astas posteriores) y sinaptar allí, con la segunda neurona de la vía.

**La segunda neurona**, envía su axón hacia el lado opuesto decusándose en la comisura blanca anterior y constituyendo luego el haz espinotalámico lateral, el cual asciende por el cordón lateral de la médula, por el bulbo, el puente y el mesencéfalo, hasta alcanzar el tálamo; en esta estructura se produce la segunda sinapsis con la tercera neurona de la vía, la cual proyecta su axón a través de la cápsula interna hacia la corteza de la circunvolución postcentral (postrolándica).



Cuando la información llega a la corteza, se tiene plena conciencia de dolor, frío o calor, en la región de donde partió el estímulo.

### **Fascículo gracilis y cuneatus**

Estas vías llevan información aferente del tacto discriminativo, sentido de la vibración y sensibilidad articular y muscular (propiocepción) consciente, hacia los centros nerviosos superiores.

El fascículo gracilis, está presente en toda la médula espinal, lleva información proveniente del miembro inferior y el abdomen, mientras que el fascículo cuneatus, sólo se encuentra superior al sexto segmento torácico. Este lleva información proveniente del miembro superior, el tórax y el cuello.

La información llega por el asta posterior luego de pasar por el ganglio de la raíz dorsal (sin hacer sinapsis allí) y hace sinapsis, con una neurona de la sustancia gelatinosa del asta posterior.

Luego las fibras suben ipsilateralmente (por el mismo lado), hasta llegar a los núcleos gracilis y cuneatus del bulbo espinal.

Allí hacen sinapsis con neuronas, que luego de formar la decusación sensitiva, pasarán por el puente, luego por el mesencéfalo, por los pedúnculos cerebrales hasta llegar al tálamo, donde harán sinapsis nuevamente con neuronas que mandarán axones que irán por la capsula interna, por la corona radiada hasta llegar a la corteza somestésica, ubicada en el giro postcentral (postrolándica).

Una vez llegada allí la información el cerebro recién tiene conciencia de la información proveniente de esta vía.

### **Fascículo espinotalámico lateral y anterior**

El fascículo espinotalámico lateral, es el encargado de llevar información de termoalgecia (dolor y temperatura), mientras que el espinotalámico anterior, lleva información del tacto grueso (no discriminativo) y sobre la presión.



Ambos están presentes a lo largo de toda la médula espinal.

[Ver Fig. 6](#)

La información llega por el asta posterior luego del pasar por el ganglio de la raíz dorsal (sin hacer sinapsis allí) y hace sinapsis con una neurona de la sustancia gelatinosa del asta posterior.

Luego, las fibras decusan por la comisura blanca anterior y suben por contralateral (por lado contrario), pasando por el bulbo espinal, puente y mesencéfalo como lemnisco espinal, hasta llegar al tálamo, donde hace sinapsis, con una tercera neurona.

Esta envía sus axones que pasan por la capsula interna, por la corona radiada hasta llegar al área a la corteza somestésica, ubicada en el giro postcentral (postrolándica).

Una vez llegada allí la información el cerebro recién tiene conciencia de la información proveniente de esta vía.

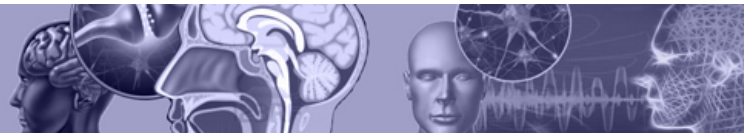
### Vía eferente o motora

**Vía cortico espinal o piramidal:** Esta vía permite el inicio de los movimientos voluntarios que un individuo puede realizar. Se inicia en la corteza cerebral motora primaria ubicada en el giro precentral (prerolándica).

Las neuronas de allí, envían sus axones a través de la cápsula interna, transcurriendo luego por el pedúnculo cerebral, puente y bulbo (haz piramidal); en el extremo caudal del bulbo el 90% de los axones se decusan hacia el lado opuesto, para luego descender en el cordón lateral como haces córtico espinales laterales o cruzados.

El 10 % de los axones que no se decusaron, descienden por los cordones anteriores, como haces corticoespinales anteriores o directos.

Al llegar a la motoneurona inferior (asta anterior), los axones sinaptan con ella, desde allí el impulso sigue por la raíz anterior, nervio espinal para luego terminar en el músculo estriado.



De este modo se inicia el movimiento voluntario correspondiente.

Es necesario considerar que en la coordinación y calidad del movimiento intervienen muchas otras estructuras como los núcleos basales, del tronco encefálico y el cerebelo, que permiten realizar movimientos precisos, armónicos y coordinados.

[Ver Fig. 7](#)

### **Vías extrapiramidales**

Existen otras vías distintas a la cortico espinal involucradas en el movimiento muscular, que a medida que el ser humano ha ido evolucionando, han perdido la importancia que solían tener. Un ejemplo de esta, es la vía rubroespinal, tectoespinal, reticuloespinal, etc.

Hoy en día en el ser humano, estas vías tienen una función complementaria, pero no menos importante, a la vía corticoespinal.