



Tercer Semestre

# Anatomía y fisiología II

Sistema nervioso

**Unidad 1**

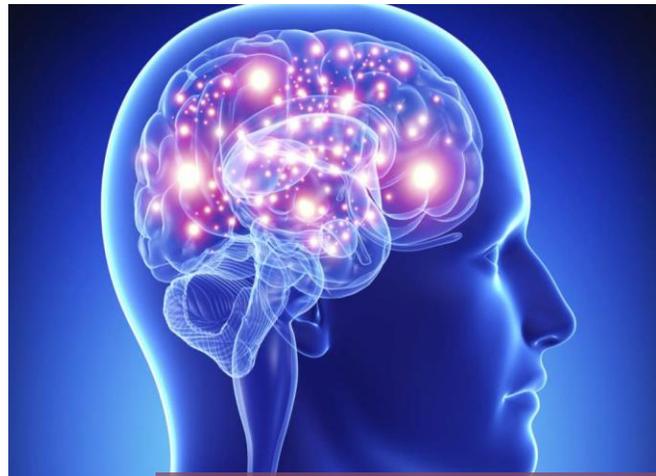
Programa desarrollado



División de Ciencias de la Salud, Biológicas y Ambientales



# Sistema nervioso



Sistema Nervioso. [Guía médica, 2015](#)



## Índice

Presentación .....	4
Competencia específica .....	6
Logros .....	6
1. Sistema Nervioso .....	7
1.1 Sistema Nervioso Central.....	8
1.1.1 Encéfalo.....	10
1.1.2 Cerebro.....	11
1.1.3 Bulbo raquídeo .....	22
1.1.4 Cerebelo .....	23
1.1.5 Médula Espinal .....	24
1.2 Sistema Nervioso Periférico .....	29
1.2.1 Sistema Nervioso Autónomo o Vegetativo .....	30
1.2.1.1 Sistema nervioso simpático (toracolumbar).....	30
1.2.1.2. Sistema Nervioso Parasimpático (cráneo sacro).....	32
1.2.2 Pares Craneales.....	33
1.3 Órganos de los Sentidos .....	38
1.3.1 La visión .....	40
1.3.2 El tacto.....	45
1.3.3 El oído .....	47
1.3.4 El olfato.....	50
1.3.5 El gusto.....	53
1.4 Fisiología del Sistema Nervioso .....	55
1.4.1 Neurotransmisores .....	56
1.4.2 Centro del control del hambre y saciedad .....	59
Cierre de la unidad .....	63
Para saber más .....	65
Actividades .....	67
Fuentes de consulta .....	68



## Presentación

La asignatura de *Anatomía y Fisiología II* se compone de cuatro unidades en la que se estudiarán el Sistema Nervioso, el Sistema Genitourinario, el Sistema Endócrino y el Sistema Digestivo.

En esta primera unidad, abordaremos al Sistema Nervioso que reviste de gran complejidad dentro del organismo; se considera como la base de la personalidad, experiencia consciente y comportamiento humano, dado que permite responder a los estímulos externos por medio de los sentidos.

El sistema nervioso es uno de los sistemas encargados de mantener la coordinación interna y con ello la homeostasis, a través de impulsos eléctricos y químicos transmitiendo mensajes con rapidez de una célula a otra.

Tomando en consideración lo anterior, en la unidad se revisará el Sistema Nervioso que por su complejidad se ha dividido para su estudio la anatomía y fisiología del Sistema Nervioso Central y Sistema Nervioso Periférico, los órganos de los sentidos visión, tacto, oído, olfato y gusto. Así como el centro que regula el hambre y la saciedad y el papel de los neurotransmisores.



La Unidad 1 se llama Sistema Nervioso y está organizada de la siguiente manera, como lo muestra la Figura 1:

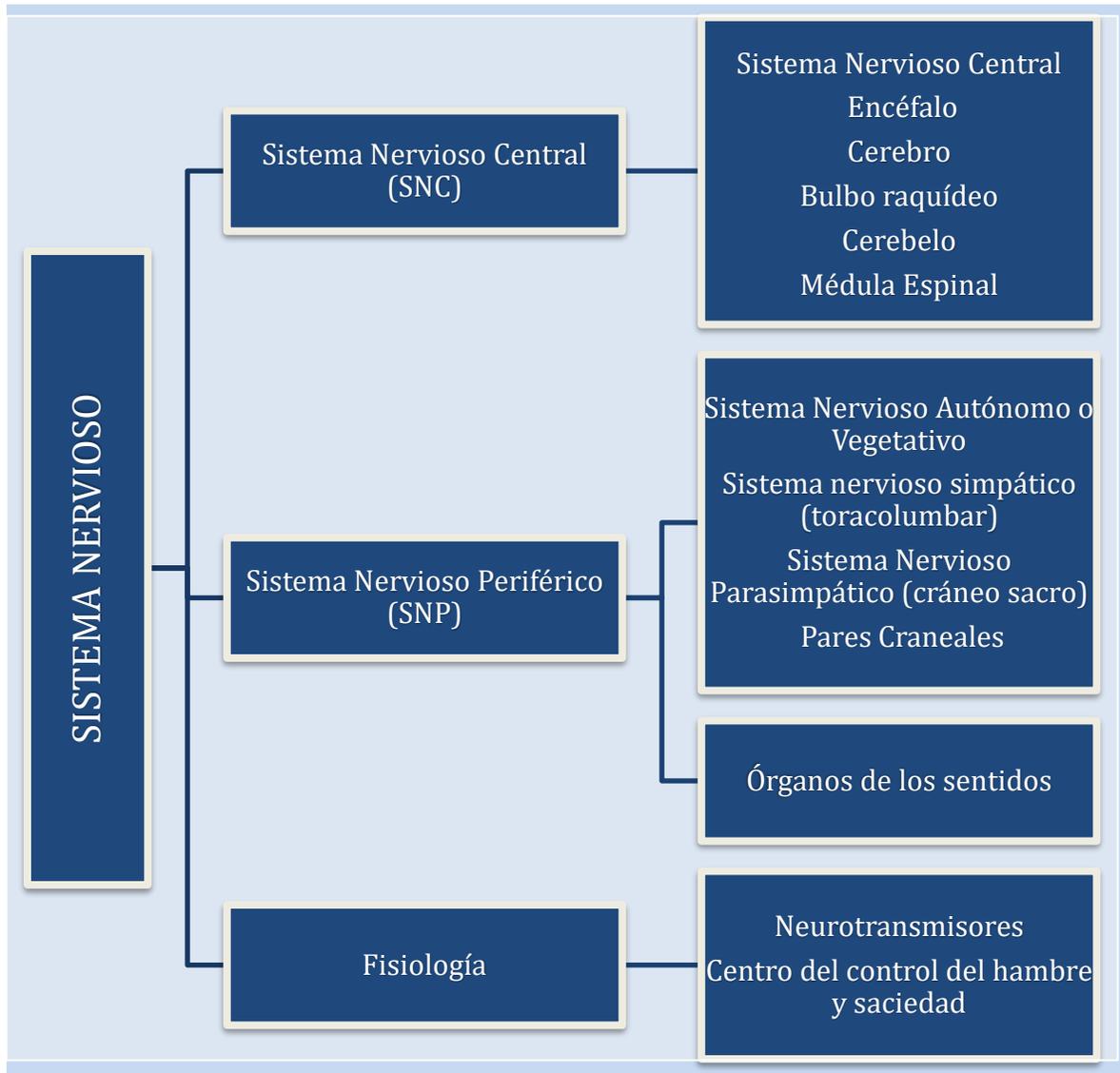


Figura 1. Estructura de la unidad 1



## Competencia específica

Describe la anatomía y fisiología del sistema nervioso para reconocer sus características y funciones en condiciones de normalidad y su relación con el área de la nutrición mediante representaciones y modelos anatómicos

## Logros

Identifica las estructuras y funciones del sistema nervioso.

Describe los órganos sensoriales.

Analiza la influencia de los neurotransmisores en la alimentación.

Asocia el hipotálamo y el control del hambre y saciedad.



## 1. Sistema Nervioso

El Sistema Nervioso (SN), coordina todas las funciones del cuerpo humano: Percibe los estímulos del medio interno y externo para reaccionar en consecuencia, recibe información procedente de los sentidos y la integra para que el cuerpo responda; además controla funciones como el habla, la memoria y las emociones.

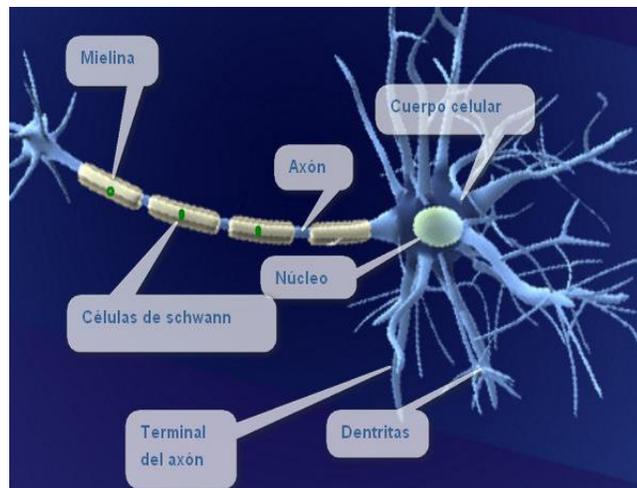
Para su estudio el SN, se divide en Sistema Nervioso Central (SNC) y en Sistema Nervioso Periférico (SNP). El SNC se encarga de las funciones voluntarias y el SNP de las involuntarias.

El SNC se conforma por encéfalo que se localiza dentro del cráneo y la médula espinal que va dentro de la columna vertebral. El SNP recorre el cuerpo a través de los nervios, que salen del encéfalo y la médula recibiendo y transmitiendo los estímulos al sistema nervioso central. Se ocupa de interpretar esos estímulos y responder ante ellos, imparte órdenes a los músculos y a las glándulas para que cumplan con sus funciones de acuerdo a las necesidades del cuerpo.

Por otro lado, las células que componen el sistema nervioso se llaman **neuronas** y son varios miles de millones que se encuentran entrelazadas y complejamente ligadas en forma de núcleos, que procesan cierto tipo de información que las hace cada vez más eficiente en una espiral dialéctica interminable.

Estas células son muy delicadas ya que no pueden reproducirse, por lo que se dice que es el mismo número de neuronas que nacimos que con aquellas que alguna vez moriremos, sin embargo ante esta premisa el mismo organismo se ha encargado de prestar seguridad y proveer el beneficio de la protección, en virtud de que están protegidas por el cráneo y la columna vertebral.

La neurona al igual que todas las células, tiene un núcleo el cual se localiza en el cuerpo o soma que tiene una forma parecida a una estrella, unas terminaciones llamadas dendritas, una parte alargada llamada axón formado por células de schwann cubiertas de una sustancia llamada mielina. Las prolongaciones que se encuentran en el cuerpo o soma de las neuronas son las dendritas (Fig. 2).





Pasa ahora a revisar cada uno de los elementos anatómicos que componen el sistema nervioso central y comprender su fisiología.

## 1.1 Sistema Nervioso Central

El Sistema Nervioso Central (SNC) es el responsable de la integración, procesamiento y coordinación de los impulsos sensitivos entrantes y motores salientes. Además de llevar funciones superiores como las emociones, inteligencia, memoria y aprendizaje.

El Sistema Nervioso Central está formado por el **encéfalo** y la **médula espinal** (Fig. 3).



Figura 3. Sistema nervioso central. UnADM

### Meninges

El SNC se encuentra protegido por tres membranas llamadas meninges: duramadre, aracnoides y piamadre.

La meninge más externa es la **duramadre** en virtud de su dureza, su función consiste en proteger al tejido nervioso subyacente, y a los nervios craneales, formando una vaina que cubre a cada uno durante una corta distancia en su paso por los forámenes del cráneo, también protege a las raíces nerviosas espinales, consta de dos capas, una perióstica o externa que se adosa a los huesos del cráneo y una interna meníngea.

La **aracnoides** es una membrana más delgada que cubre laxamente al encéfalo. La más interna de las meninges es la **piamadre**, es una membrana vascular que reviste estrechamente al encéfalo y la médula espinal, además de sostenerlos (Fig. 4).

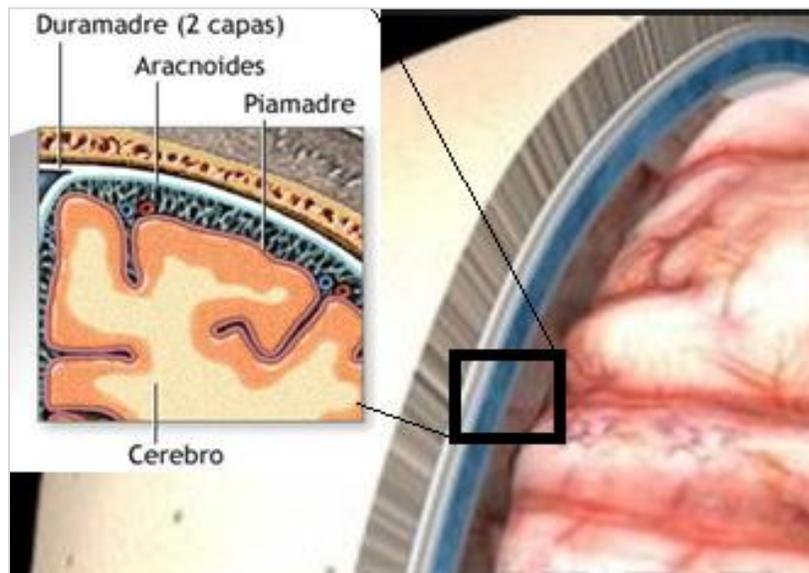


Figura 4. Anatomía de las meninges en el cerebro. UnADM

El espacio entre la aracnoides y la piamadre es el espacio subaracnoideo, mientras que el espacio entre a aracnoides y la duramadre se denomina espacio subdural ambas contienen líquido cefalorraquídeo. Este líquido también se encuentra en los **ventrículos** del encéfalo, pues se produce en los plexos coroideos y en las células endimarias que los revisten.

### Ventrículos

**Anatomía:** En el interior del encéfalo existe un sistema de cuatro cavidades conocidas como **ventrículos**, por las cuales circula el líquido cefalorraquídeo.

Dos ventrículos laterales que forman un arco con cada hemisferio cerebral, se comunican a través de los forámenes interventriculares (de Monro) con el tercer ventrículo localizado inferior al cuerpo calloso, mismo que se encuentra conectado con el cuarto ventrículo por el angosto acueducto cerebral (acueducto de Silvio), ubicado entre la protuberancia y el cerebelo. El cuarto ventrículo se continúa a través del bulbo con el estrecho conducto central de la médula espinal y a través de tres forámenes ubicados en su techo con el espacio subaracnoideo (Fig. 5).

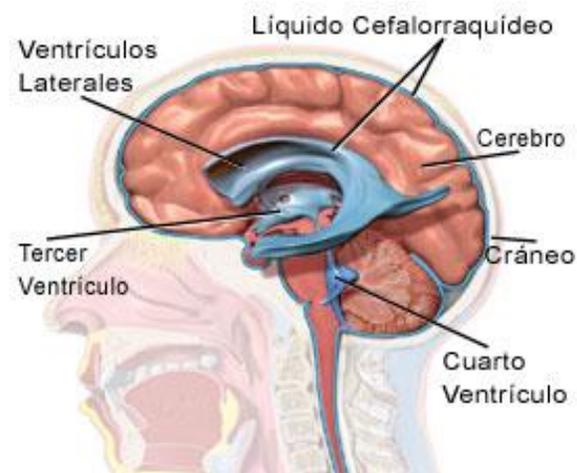


Figura 5. Ventrículos cerebrales. [Anatomía, 2015](#)

**Fisiología:** Los ventrículos cumplen con la función de albergar al líquido cefalorraquídeo. El líquido cefalorraquídeo es un líquido



claro e incoloro, *n* cantidad de 500 ml al día, pero por su reabsorción se mantiene constante una cantidad de 100 a 160 ml en los ventrículos, este fluye a través de los ventrículos debido a la presión intracraneal, al movimiento de los cilios ependimarios y la pulsación rítmica del encéfalo con cada latido.

El líquido cefalorraquídeo cumple así con tres principales funciones:

- a) **Liviandad:** Debido a su densidad similar con el encéfalo, este no se hunde ni flota, lo que lleva a que su peso de 1500 gramos se traduzca en un peso de solo 50 gramos.
- b) **Protección:** Evita que el encéfalo se golpee contra el cráneo, siempre y cuando el golpe no sea de una gran intensidad.
- c) **Estabilidad química:** Elimina restos del metabolismo del tejido nerviosos, manteniendo la homeostasis.

Continuando con la descripción de la estructura del sistema nervioso central, a continuación se inicia con el estudio de la anatomía y fisiología del encéfalo.

### 1.1.1 Encéfalo

El encéfalo es una de las dos partes que conforma el sistema nervioso central que está protegido por el cráneo.

El encéfalo es uno de los órganos más grandes del adulto. Está formado por miles de millones de neuronas y muchas más células de la glía o neuroglia. El tentorio, permite dividir a este en dos porciones: a) **Infratentorial** que incluye al bulbo raquídeo, protuberancia, cerebelo y pedúnculos cerebrosos; y b) **Supratentorial** con los pedúnculos cerebrales y el cerebro.

Tomando en cuenta el origen embriológico, el encéfalo se divide en:

- **Romboencéfalo:** Corresponde al bulbo raquídeo, protuberancia y cerebelo.
- **Mesencéfalo:** Incluye los tubérculos cuadrigéminos, pedúnculo cerebral y acueducto del mesencéfalo.
- **Prosencéfalo:** Incluye al diencefalo (tálamo, hipotálamo, región subtalámica y epítalamo) y telencefalo (corteza cerebral, cuerpo estriado y sustancia blanca).



Está formado por el **cerebro** (diencéfalo y hemisferios cerebrales), el **cerebelo** y el **tronco del encéfalo**, éste último también llamado tronco cerebral o tallo encefálico.

## 1.1.2 Cerebro

### Anatomía del cerebro

El **cerebro** tiene forma ovoidea, una cara superior convexa en relación con la bóveda del cráneo, y una cara más o menos plana e inferior llamada base del cerebro que descansa en las fosas frontal y esfenoidal por delante, y por atrás descansa sobre la tienda del cerebelo que la separa de éste órgano.

El cerebro se aloja en la cavidad craneal. Mide 17 cm en sentido anteroposterior, 14 cm en sentido transversal y 12 cm en sentido vertical, dimensiones que pueden variar en la mujer en aproximadamente medio centímetro. Pesa aproximadamente 1200 g en el hombre y 1100 g en la mujer.

**El cerebro propiamente dicho se compone de dos hemisferios, el derecho y el izquierdo (Fig. 6).**

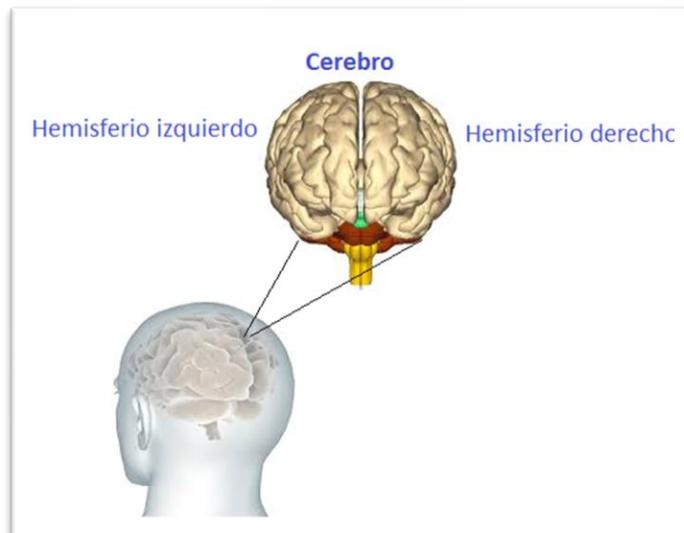


Figura 6. Conformación del cerebro. UnADM

En seguida se describen los hemisferios que conforman el cerebro.

### Hemisferios cerebrales

#### Anatomía

Los dos hemisferios están conectados por haces de fibras nerviosas, siendo el más prominente el cuerpo caloso, formado por unos 200 millones de fibras, y están separados por la fisura longitudinal cerebral hacia la cual se proyecta la hoz del cerebro.

Cada hemisferio cerebral (izquierdo y derecho) se extiende desde el hueso frontal hasta el hueso occipital, por encima de las fosas craneales anterior y media.



Los hemisferios cerebrales coordinan e integran la mayor parte de la información sensorial y son las áreas que determinan los procesos mentales superiores. En cada hemisferio se encuentra la corteza cerebral, que consta de una capa externa de unos 2-4 mm (sustancia gris por contener los cuerpos celulares de las neuronas) debajo de la cual hay fibras (sustancia blanca, por contener las prolongaciones de las neuronas) que conectan varias partes entre sí. La sustancia gris puede considerarse como los circuitos microprocesadores del cerebro, y la blanca como el cableado.

Para aumentar al máximo el área de la corteza cerebral, la superficie de cada hemisferio, forma pliegues o circunvoluciones, separados entre sí en surcos o fisuras (Fig. 7).

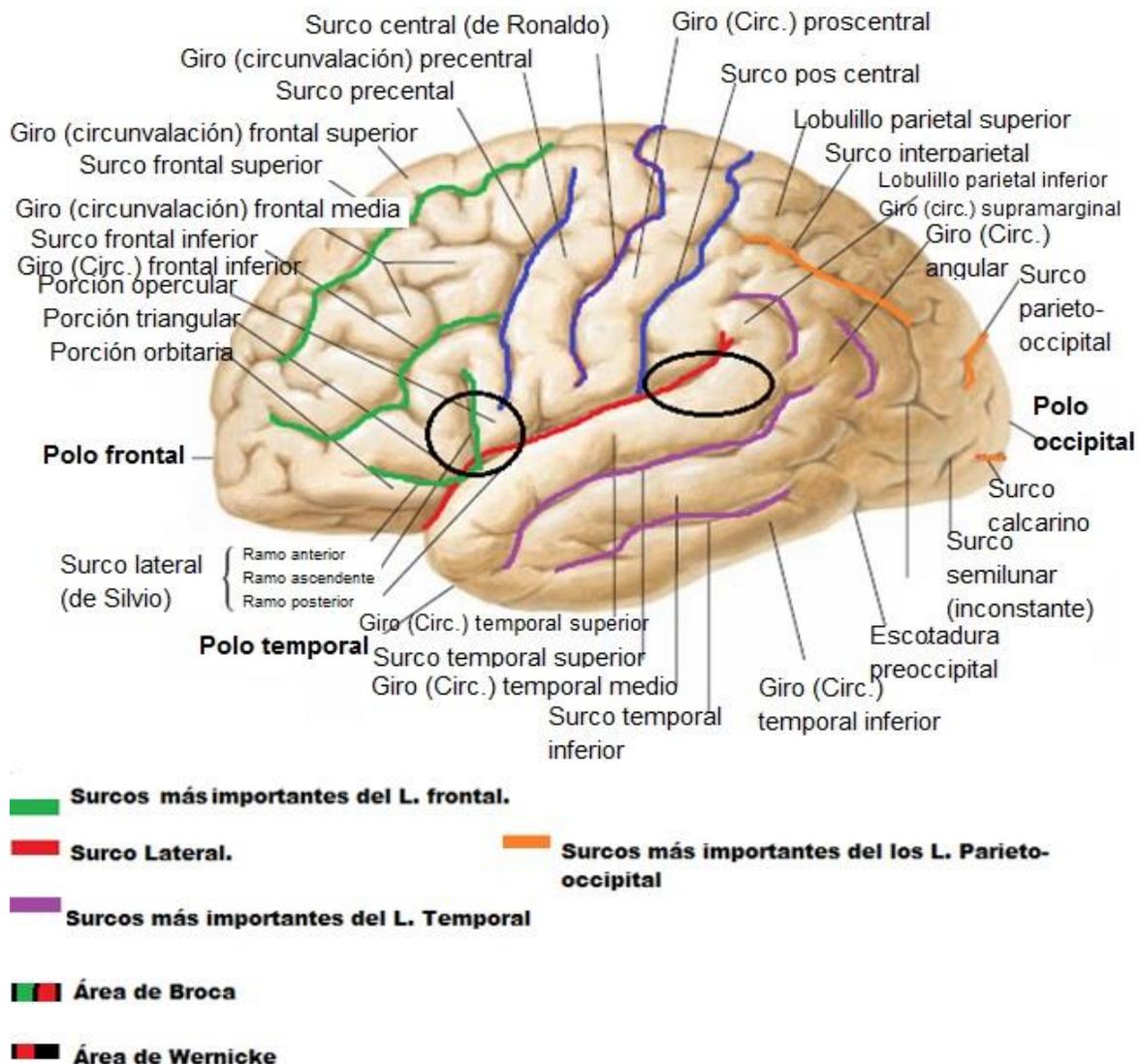


Figura 7. Ubicación de surcos en el cerebro. [Frank H. Netter, MD, 2011](#)



## Fisiología

Se pueden enlistar varias funciones que comprende cada hemisferio, entre las más destacadas se encuentran.

Hemisferio izquierdo	Hemisferio derecho
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad lingüística</li> <li>• Capacidad de análisis,</li> <li>• capacidad de hacer razonamientos lógicos, abstracciones,</li> <li>• Resolver problemas numéricos,</li> <li>• Aprender información teórica,</li> <li>• Hacer deducciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Expresión no verbal.</li> <li>• Percepción u orientación espacial,</li> <li>• La conducta emocional (facultad para expresar y captar emociones)</li> <li>• Intuición,</li> <li>• Recuerdos</li> <li>• Creatividad e imaginación</li> </ul>

Tabla 1. Funciones de los hemisferios cerebrales. UnADM

Por otro lado, con la ayuda de dos surcos, el lateral y el central, podemos dividir cada hemisferio (derecho e izquierdo) en cuatro lóbulos (Fig. 8 y Fig. 9).

Los lóbulos llevan los nombres de los huesos del cráneo, debajo de los cuales se ubican los siguientes:

### Lóbulo frontal

**Anatomía:** Tiene forma de pirámide triangular con vértice redondeado (polo frontal) y cuyos bordes corresponden a la parte anterior de los bordes del hemisferio. Se encuentra anterior al surco central.

**Fisiología:** Aquí se encuentra el área que controla el movimiento (corteza somatomotora primaria), relacionada con la iniciación y coordinación de los movimientos complejos (corteza premotora) y la personalidad.

### Lóbulo parietal

**Anatomía:** Constituye la parte superior y media de cada hemisferio y corresponde casi totalmente a la cara externa. Se encuentra posterior al surco central.

**Fisiología:** Se localiza el área que corresponde a las sensaciones de la superficie de la piel (corteza somatosensorial), identificación de objetos, comprensión de relaciones espaciales e interpretación del dolor.



### Lóbulo temporal

**Anatomía:** Se sitúa en la parte inferior y media de cada hemisferio y presenta dos caras, una externa y otra inferior. Se encuentra por debajo del surco lateral.

**Fisiología:** Aquí se halla la audición (corteza auditiva) y la comprensión del lenguaje, memoria, habla y sentido del olfato.

### Lóbulo occipital

**Anatomía:** Se sitúa en la parte posterior de cada hemisferio. Tiene forma de pirámide triangular con vértice posterior que corresponde al polo occipital. La cara externa es convexa, la inferior es plana (tienda del cerebelo), y la interna también plana limita la cisura interhemisférica. Una línea imaginaria trazada desde el surco parietooccipital hacia abajo, separa al lóbulo parietal del lóbulo occipital.

**Fisiología:** En éste lóbulo residen las funciones de visión y percepción visual (corteza visual).

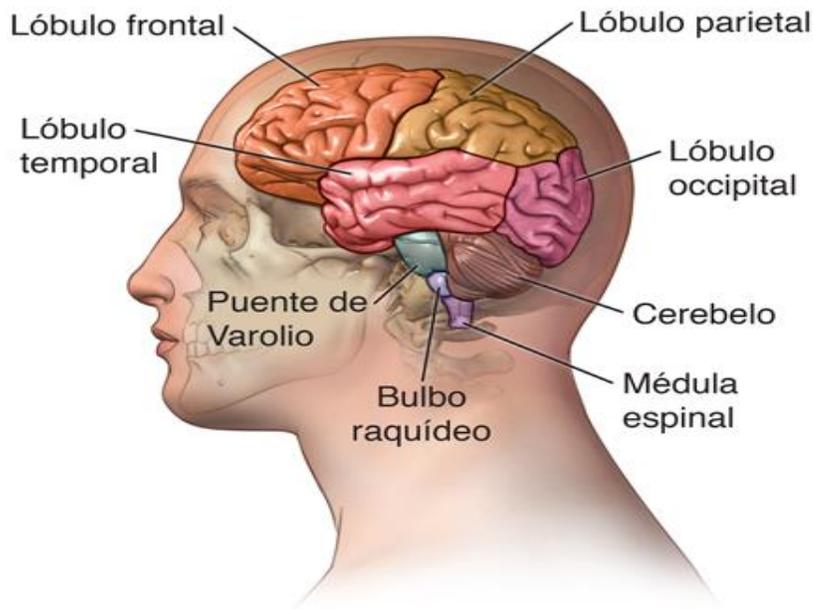


Figura 8. Ubicación de los lóbulos. University Health Care, 2013

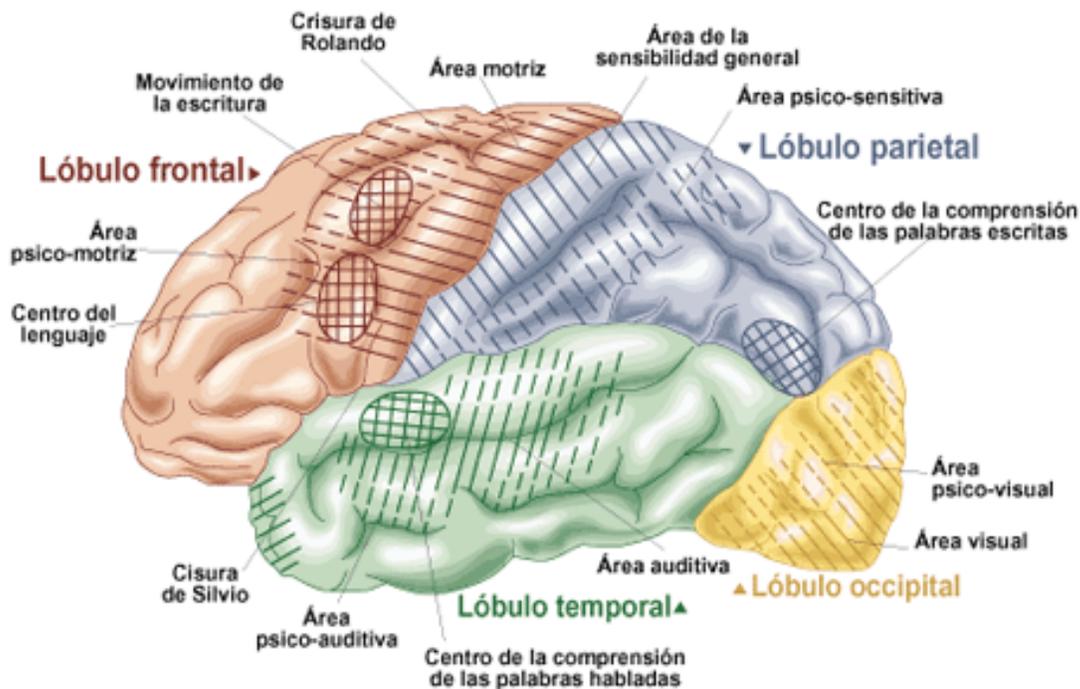


Figura 9. Fisiología de los lóbulos. [Anatomía, 2015](#)

Dentro de cada hemisferio hay un centro de sustancia blanca que contiene varias masas grandes de sustancia gris, los núcleos o ganglios basales, la corona radiada es un conjunto de fibras nerviosas en forma de abanico, que atraviesa la sustancia blanca hacia la corteza cerebral y desde ésta se dirige hacia el tronco encefálico (Fig. 10). La corona radiada converge sobre los núcleos basales y pasa entre ellos como cápsula interna.

También se encuentra el núcleo caudado y el núcleo con forma de lente de lado lateral de la cápsula interna, éste último llamado núcleo lenticular.

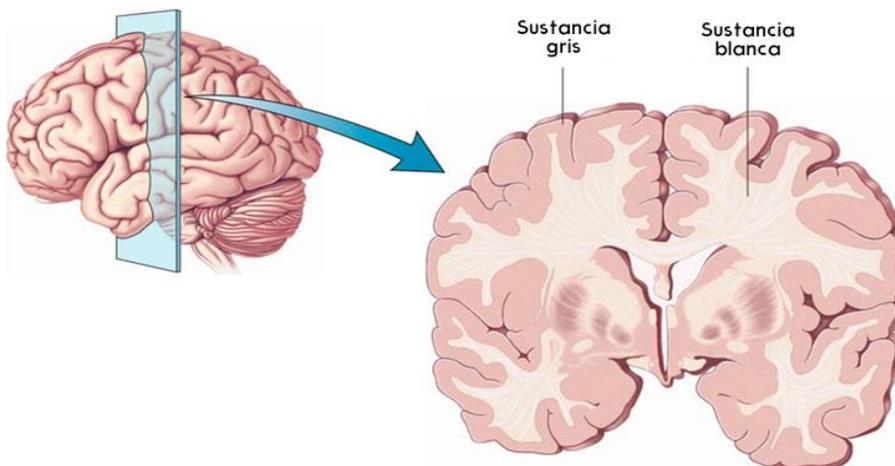


Figura 10. Sustancia gris y blanca. [Gerard J.& Tortora, 2013](#)



### Fisiología del cerebro

Las funciones del **cerebro** incluyen: el inicio y la coordinación de los movimientos, la temperatura, el tacto, la vista, el oído, el sentido común, el razonamiento, la resolución de problemas, las emociones y el aprendizaje, pues el cerebro en conjunto con la médula espinal son los centros principales donde ocurren la correlación y la integración de la información nerviosa .

Una vez que estudiamos la anatomía y fisiología de los hemisferios y lóbulos cerebrales, así como del cerebro, a continuación revisaremos la parte más profunda del cerebro anterior que comprende las estructuras del *diencéfalo*.

### Diencéfalo

El forma la parte central del cerebro anterior, consiste en el tercer ventrículo y las estructuras que forman sus límites. Por atrás, se extiende hasta donde el tercer ventrículo se continúa con el acueducto cerebral y por delante hasta los forámenes interventriculares. El diencéfalo es una estructura de la línea media, con mitades derecha e izquierda simétricas. Las subdivisiones del encéfalo se hacen por conveniencia anatómica y fisiológicamente las fibras nerviosas cruzan libremente los límites (Fig. 11).

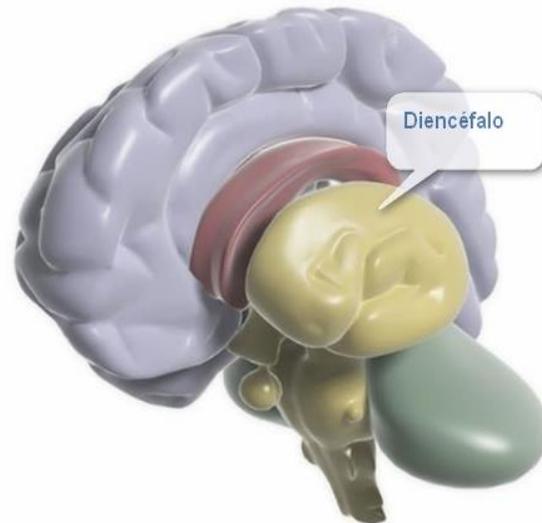


Figura 11. Diencéfalo. [Framepool AG, 2016](#)

El diencéfalo está casi completamente rodeado por los hemisferios cerebrales, pues la superficie anterior es la única área expuesta a la superficie del encéfalo intacto. La superficie anterior está formada por las estructuras hipotalámicas, de adelante hacia atrás por el quiasma óptico, el tracto óptico a cada lado, el infundíbulo, el túber cinereum, y los tubérculos mamilares.

La superficie superior del diencéfalo está oculta por el fórnix que se une al tubérculo mamilar. La verdadera pared superior del diencéfalo está formada por el techo del tercer ventrículo.

La superficie lateral del diencéfalo está limitada por la capsula interna de sustancia blanca que conecta la corteza cerebral con el tronco encefálico y la médula espinal (Fig. 12).



La pared medial está formada por la superficie medial del tálamo y en su parte inferior por el hipotálamo.

El diencéfalo está formado por el **tálamo**, el **subtálamo**, el **hipotálamo**, **epitálamo** y la **hipófisis anterior**, cada uno se describe a continuación.

### Tálamo

Anatomía: Los tálamos son dos masas grises voluminosas de forma ovoidea, con la extremidad anterior más estrecha. Se comparan con una nuez por su forma y tamaño. Ambos se aproximan a la línea media, donde quedan separados por un intervalo muy estrecho. El tálamo constituye la mayor parte de las paredes del tercer ventrículo. Consta de 23 núcleos divididos en cinco grupos: anterior, posterior, medial, lateral y ventral.

Fisiología: Funciona como centro integrador de todas las entradas sensoriales (salvo las olfativas). Los núcleos talámicos procesan la información y retransmiten una parte a la corteza cerebral. También como centro de transmisión de esta información sensorial a los hemisferios cerebrales y participa en la integración de la información motora que va a la médula espinal. Interviene en la memoria y emociones en conjunto con el sistema límbico. En conjunto, los órganos sensoriales, el tálamo y la corteza sensorial forman el **sistema sensorial**.

### Subtálamo

Anatomía: Se encuentra debajo del tálamo, por lo que se sitúa entre el tálamo y el tegmento (el tegmento es una zona del cerebro situada en el tronco cerebral) del mesencéfalo, se relaciona en sentido cráneo medial con el hipotálamo. Aquí se encuentran los núcleos rojos y la sustancia negra. El núcleo subtalámico tiene forma de lente biconvexa.

Fisiología: Participa en el control de la **actividad muscular**. También contiene tractos importantes que se dirigen desde el tegmento hasta los núcleos talámicos.

### Epitálamo

Anatomía: Comprende las formaciones diencefálicas situadas en la parte posterior-superior del tercer ventrículo: la glándula pineal, la comisura blanca posterior, el pedúnculo o estría habenuar y el trígono de la habénula (retransmisor del sistema límbico al mesencéfalo). La glándula pineal tiene forma cónica, vuelta hacia la cavidad ventricular y cuyo vértice se dirige hacia atrás, descansa en el surco que separa los tubérculos cuadrigéminos anteriores, es de color gris rosado y mide 7 mm de longitud.



**Fisiología:** Se cree que el núcleo habenuar es un centro para la integración de las vías aferentes **olfatorias, viscerales y somáticas**. La glándula pineal se reconoce como una glándula endócrina que influye en las actividades de la hipófisis. También tiene acciones inhibitorias, pues inhiben directamente la **producción de hormonas** o bien indirectamente la secreción de factores liberadores por el hipotálamo. La glándula pineal es más activa en la oscuridad. Libera melatonina que se dirige hacia la hipófisis e inhibe la liberación de la hormona gonadotrófica. La glándula pineal tiene un papel importante en la regulación de la función reproductiva.

### Hipotálamo

**Anatomía:** Es la región de la base del cerebro que forma el piso del ventrículo medio y que está comprendida entre el quiasma óptico por delante y el borde superior del puente por detrás, a los lados por el rombo que forman adelante las cintas ópticas y atrás el borde interno de los pedúnculos cerebrales. Contiene a la hipófisis que se une a este por medio de un tallo o infundíbulo entre el quiasma óptico y los cuerpos mamilares.

**Fisiología:** El hipotálamo es un centro integrador formado por un conjunto de núcleos implicados en muchas regulaciones homeostáticas, como por ejemplo el **hambre**.

También es un centro para la neurosecreción; sus células sintetizan hormonas que actúan sobre la hipófisis anterior y otras. Controla la temperatura y la secreción de hormonas para la regulación del crecimiento, reproducción y metabolismo; sueño y ritmos circadianos; memoria; ingesta de comida y agua; comportamiento emocional y respuesta sexual.

Fisiológicamente es difícil que exista alguna actividad corporal que no esté influida por el hipotálamo.

### Hipófisis anterior

**Anatomía:** Es un cuerpo ovoideo aplanado de arriba abajo, de eje mayor transversal, alojado en la fosa pituitaria. Mide centímetro y medio en el diámetro transversal y tiene 6mm de espesor en el diámetro anteroposterior. Consta de dos lóbulos, uno anterior, grande y con forma de media luna cuya concavidad posterior abarca al lóbulo posterior; el lóbulo posterior es de naturaleza nerviosa y se une por medio del tallo pituitario al hipotálamo, mediante un gran número de fibras nerviosas.

**Fisiología:** La principal función de la hipófisis es **endócrina**, ya que secreta hormonas que mantienen la homeóstasis.

A continuación en la Figura 12 se observan las estructuras del diencefalo anteriormente revisadas.

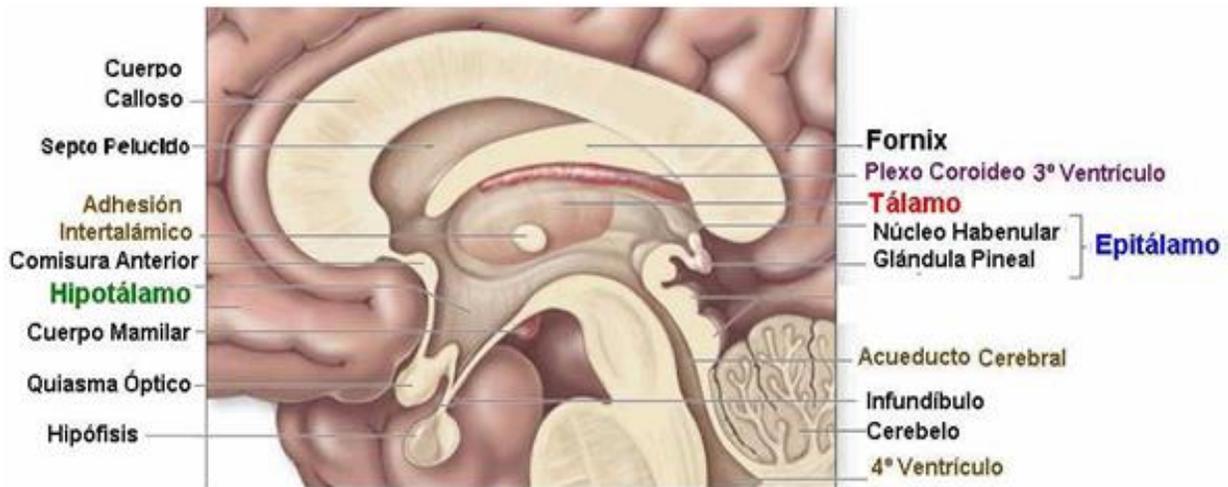


Figura 12. [Diencefalo y sus relaciones.](#)

Hemos revisado las estructuras que conforman la parte más profunda del **cerebro anterior**. Todas las estructuras nerviosas, fisiológicamente están relacionadas entre sí, pues el flujo de información viaja a través de las mismas de forma ascendente o descendente.

A continuación se describe la anatomía de otro componente del encéfalo como es el tallo encefálico que se halla entre el diencefalo y la médula espinal.

### Anatomía del tallo encefálico

En seguida se presenta el **tallo encefálico** anatómicamente como otra de las estructuras del encéfalo, está formado por el mesencéfalo, la protuberancia o puente y la médula oblonga o bulbo raquídeo (Fig. 13).

Ocupa la fosa craneal posterior del cráneo, tiene forma de tallo y conecta con la médula espinal (Snell, 2007). En relación con la calidad de estructuras y de centros reguladores que se hallan en el tallo encefálico es importante separarlo por niveles, el tallo es la continuación de una gran cantidad de fibras provenientes del encéfalo, sin embargo es un punto de partida para otros mecanismos de control nervioso de diferentes niveles anatómicos y núcleos. Tiene además una región llamada formación reticular, que concierne. También contiene los importantes núcleos de los nervios craneales III a XII.



Figura 13. Estructura del tallo encefálico.  
[Wikimedia Commons, 2016](#)

Las funciones de esta área tienen influencia en el movimiento de los ojos y de la boca, transmisión de los mensajes sensoriales (calor, dolor, ruidos estridentes, entre otros.), el



hambre, la respiración, la consciencia, la función cardíaca, temperatura corporal, movimientos musculares involuntarios, estornudos, tos, vómitos y deglución.

### **Mesencéfalo**

Anatomía: El mesencéfalo mide aproximadamente 2 cm de longitud y conecta la protuberancia y el cerebelo con el Prosencéfalo. También se llama cerebro medio y lo cruza el acueducto de Silvio. Contiene fascículos de sustancia blanca y núcleos de sustancia gris. Tiene cuatro abultamientos denominados tubérculos cuadrigéminos.

Los pedúnculos cerebrales son dos fascículos de la parte anterior; contienen axones de neuronas cortico espinales, cortico pontinas y cortico bulbares.

Fisiología: En el techo del mesencéfalo se encuentran cuatro prominencias redondeadas llamadas tubérculos cuadrigéminos. Los dos anteriores o superiores regulan movimientos de ojos, cabeza y cuello en respuesta a estímulos visuales; los dos posteriores o inferiores regulan movimientos de la cabeza relacionados a estímulos auditivos.

Entre los núcleos están la sustancia negra derecha e izquierda que regulan la actividad muscular subconsciente; los núcleos rojos derecho e izquierdo que coordinan los movimientos musculares. También tiene núcleos relacionados con los pares craneales III (motor ocular común) y IV (patético).

### **Puente de Varolio o Protuberancia anular**

Anatomía: Mide 2.5 cm de longitud, y se sitúa directamente arriba del bulbo y por delante del cerebelo. Debe su nombre al aspecto que presenta sobre la superficie anterior, que es el de un puente que conecta los hemisferios cerebelosos derecho e izquierdo. Igual que el bulbo, consta de núcleos de sustancia gris y fascículos de sustancia blanca.

Fisiología: Los núcleos más importantes son:

- Centro neumotáxico y centro apnéusico, que junto con el centro respiratorio del bulbo, participan en el control de la respiración.
- Núcleos relacionados con los pares craneales V (trigémino), VI (motor ocular externo), VII (facial) y VIII (auditivo).

En las siguientes figura 14 y 15, se muestra la cara anterior y posterior del tallo o tronco encefálico y estructuras que lo componen.

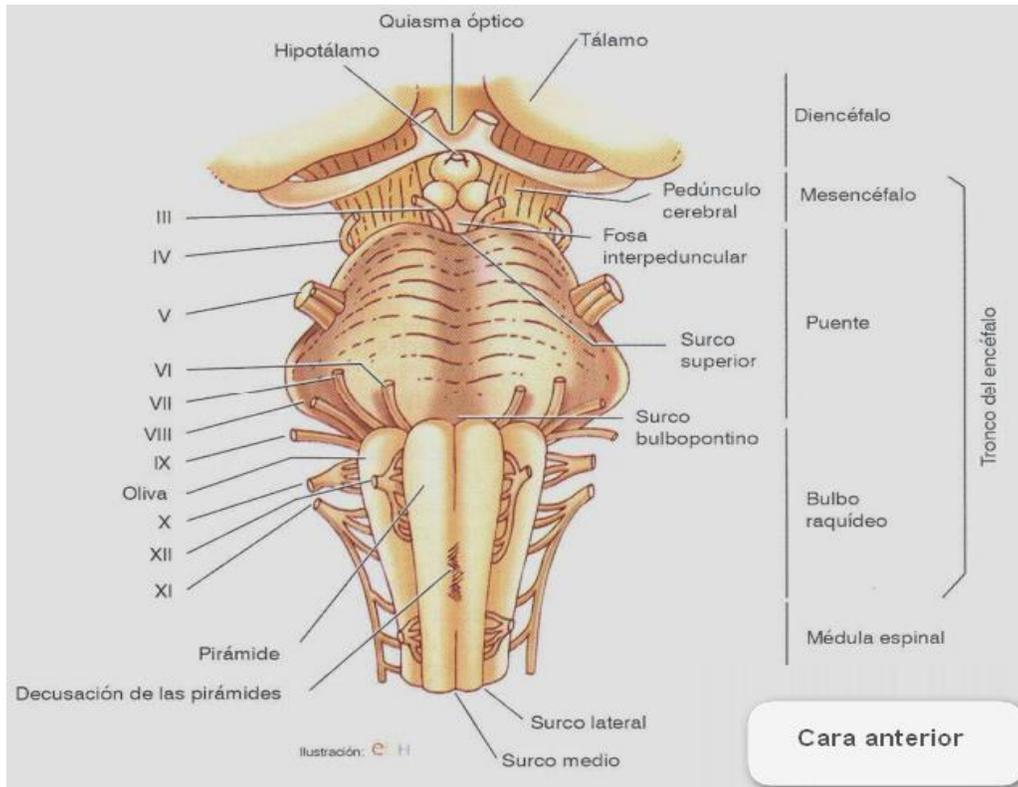


Figura 14. Cara anterior del tallo encefálico. [Universidad de Murcia, \(s.f.\)](#).

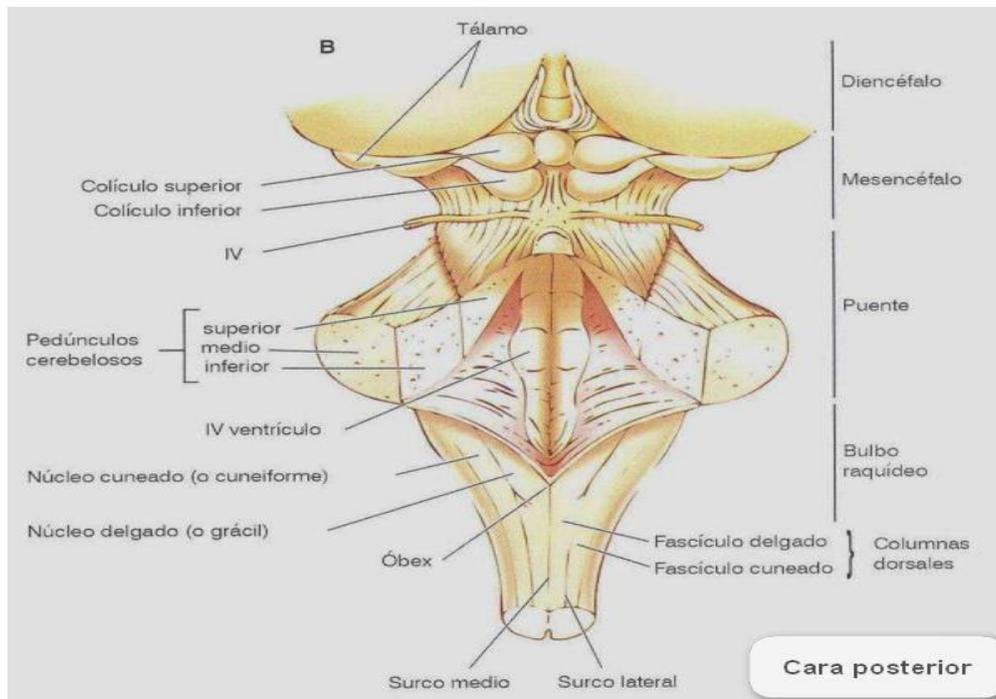


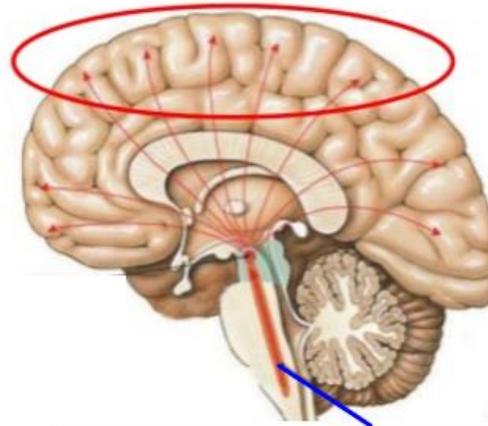
Figura 15. Cara posterior del tallo encefálico. [Universidad de Murcia, \(s.f.\)](#).



### Formación reticular

**Anatomía:** Es una red de materia gris que corre vertical a lo largo del tallo encefálico. Está situada en el segmento, por fuera y por detrás del núcleo rojo. Esta formación se extiende también hasta la médula y el diencefalo (Fig. 16).

**Fisiología:** Sus funciones son motoras (participa en la regulación del tono muscular) y sensoriales (mantiene la conciencia y el despertar mediante impulsos que llegan de los oídos, ojos y piel). Incluye centros cardíaco y vasomotor del bulbo raquídeo. Es ruta para señales de dolor de la parte inferior del cuerpo. Interviene en los estados de conciencia como es la vigilia y el sueño. El sistema de activación reticular interviene en la habitación donde el encéfalo ignora estímulos repetitivos y se sensibiliza a otros de manera específica.



Formación reticular, tiene funciones motoras y sensoriales

Figura 16. Formación reticular. [Snell, 2015](#)

### 1.1.3 Bulbo raquídeo

**Anatomía:** Se inicia en el agujero occipital y se extiende hasta el surco horizontal que lo separa del Puente de Varolio. Mide aproximadamente 3 cm. Tiene forma de cono con su extremidad ancha dirigida hacia el lado superior. A cada lado de la fisura media anterior, hay un engrosamiento denominado pirámide.

**Fisiología:** En el bulbo se localizan los fascículos ascendentes (sensoriales) y descendentes (motores) que comunican la médula espinal con el encéfalo; tiene numerosos núcleos (que son masas de sustancia gris consistentes en cuerpos neuronales) que regulan diversas funciones vitales. El bulbo está organizado en varias regiones:

- En la **cara anterior** se encuentran dos prominencias externas, que son las pirámides formadas por los fascículos motores que pasan del cerebro a la médula espinal; justo en la unión del bulbo con la médula, la mayoría de los axones de estas pirámides se entrecruzan, lo que se denomina decusación de las pirámides. Por lo tanto, las neuronas de la corteza cerebral del hemisferio izquierdo regulan los músculos de la mitad derecha del cuerpo y viceversa.



- **Lateralmente** a estas pirámides se halla una protuberancia oval llamada oliva. Desde aquí se transmiten impulsos al cerebelo, relacionados con sensaciones de tacto y vibraciones esto se debe a los núcleos de Goll derecho e izquierdo, y el cuneiforme o también llamado haz de Burdach.
- En el bulbo se hallan el **centro cardiovascular**, que rige la fuerza y frecuencia del latido cardíaco; el centro respiratorio que regula el ritmo de la respiración; y los centros de los reflejos del vómito, tos y estornudos.
- También tiene núcleos relacionados con los pares craneales VIII (auditivo), IX (glossofaríngeo), X (vago), XI (espinales) y XII (hipogloso).

Por otro lado, el tallo encefálico y el cerebelo están íntimamente relacionados, de hecho, el puente actúa como una conexión entre los hemisferios del **cerebelo**, por lo que a continuación revisaremos la anatomía y fisiología de éste último.

### 1.1.4 Cerebelo

#### Anatomía

El **cerebelo** (infratentorial o la parte posterior del encéfalo) está situado en la parte posterior de la cavidad craneal.

El cerebelo con el puente de Varolio forma en conjunto el metencéfalo. El cerebelo se encuentra en la fosa craneana posterior, por debajo del lóbulo occipital, del cual está separado por la tienda del cerebelo. Su superficie anterior forma el techo del IV ventrículo. (Fig. 17).



Figura17. Ubicación del cerebelo.

A través de los pedúnculos cerebelosos mantiene una unión con el mesencéfalo, el puente y el bulbo raquídeo. Tiene una forma más o menos ovoide y presenta un estrechamiento en su porción media. Consiste en dos hemisferios cerebelosos unidos por un vermis mediano estrecho.

#### Fisiología

Su función consiste en coordinar los movimientos musculares voluntarios y en mantener la postura, la estabilidad y el equilibrio.



El cerebelo es un sitio de control propioceptivo (consciencia de la posición en que están situadas las articulaciones sin necesidad de usar la vista) el movimiento y el equilibrio; recibe entradas sensoriales del oído interno y de los canales semicirculares para la recepción de información de audición y equilibrio; también de la corteza y propioceptivas.

Una vez concluida la revisión del sistema nervioso central a nivel del encéfalo, a continuación se revisa a la **médula espinal**, que forma parte del sistema nervioso central, y que se encuentra en el interior de la columna vertebral.

### 1.1.5 Médula Espinal

#### Anatomía

La médula espinal es la parte del sistema nervioso contenida dentro del canal vertebral. En el ser humano adulto, se extiende desde la base del cráneo hasta la segunda vértebra lumbar. Por debajo de esta zona se empieza a reducir hasta formar una especie de cordón llamado *filum terminal*, *delgado y fibroso* que contiene poca materia nerviosa. Por encima del foramen magnum, en la base del cráneo, se continúa con el bulbo raquídeo. Igual que el encéfalo, la médula está encerrada en una funda triple de membranas, las meninges: la duramadre, la membrana aracnoides y la piamadre (Fig.18).

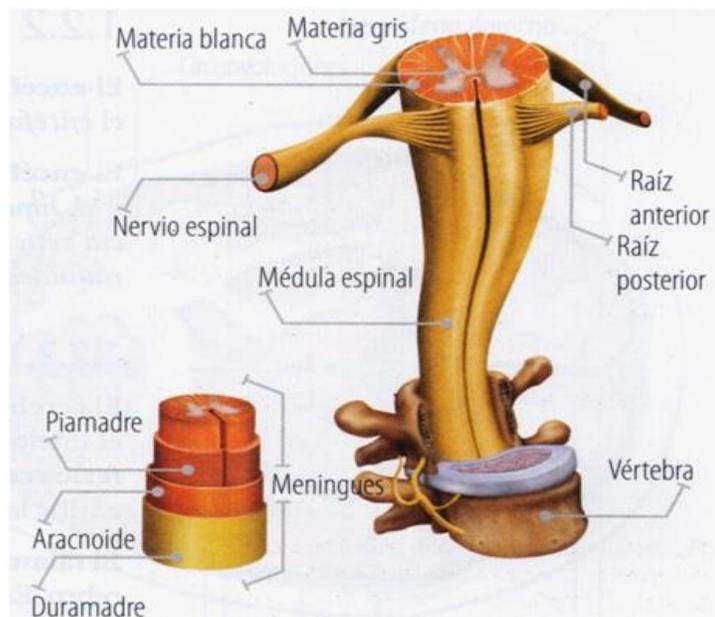


Figura 18. Composición de la médula espinal. [Institución Cleaver. \(s.f.\)](#).

La médula espinal está dividida de forma parcial en dos mitades laterales por un surco medio hacia la parte dorsal y por una hendidura ventral hacia la parte anterior; de cada lado de la médula surgen **31 pares de nervios espinales**, cada uno de los cuales tiene una raíz anterior (motora) y otra posterior (sensitiva).

La siguiente figura 19 sintetiza la división de los nervios espinales:

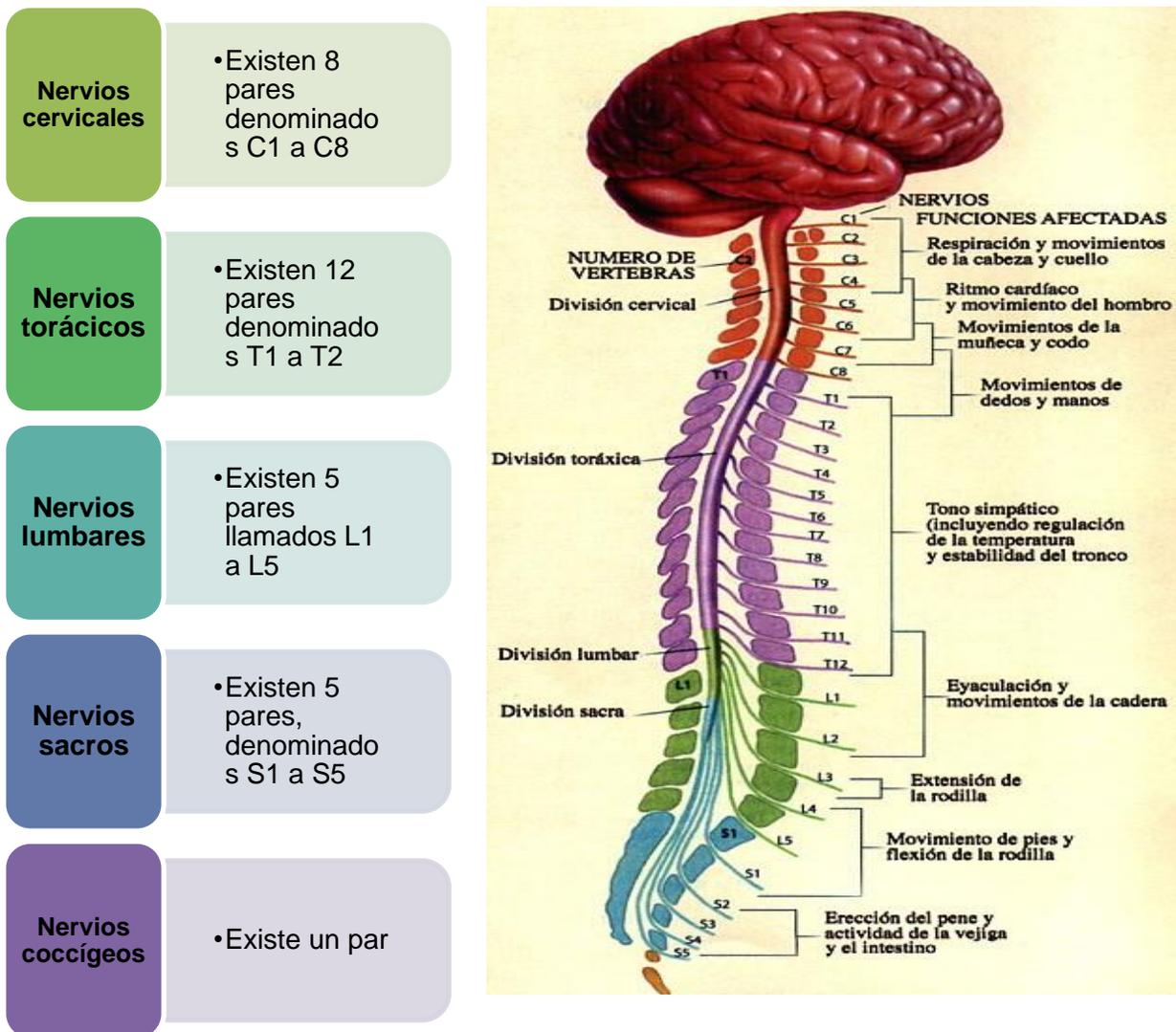


Figura 19. División de nervios espinales, UnADM/[Revista Creces, 2000](#)

La médula espinal es de color blanco, más o menos cilíndrica y tiene una longitud aproximada de 45 cm. Tiene una cierta flexibilidad, pudiendo estirarse cuando se flexiona la columna vertebral. Está constituida por sustancia gris que, a diferencia del cerebro se dispone internamente, y de sustancia blanca constituida por haces de fibras mielínicas de recorrido fundamentalmente longitudinal.

La médula espinal consta tanto de material gris como de materia blanca. La materia gris forma un área con forma de "H" dentro de la materia blanca. La materia gris está formada en su mayor parte de cuerpo de células nerviosas y de axones no mielinizadas de neuronas motoras y sensitivas, mismas que forman las vías sensitivas y motoras de la médula espinal. La columna transversal de la "H" está compuesta por la comisura gris. En el centro de la comisura gris encontramos un pequeño espacio llamado el conducto central, o también



conocido como **conducto ependimario**. Este corre a lo largo de la médula espinal y es continuo con el cuarto ventrículo del bulbo raquídeo, soportando la cantidad de líquido cefalorraquídeo suficiente para nutrición, lubricación y protección de la mencionada médula. La comisura blanca anterior se localiza anterior a la comisura gris y se conecta con la materia blanca de las porciones izquierda y derecha de la médula.

Las porciones superiores de la H se dividen después en regiones las más cercanas a parte frontal de la médula se llaman “Astras” grises anteriores, mientras las “Astras” grises posteriores son las regiones que están más cerca de la parte posterior de la médula.

Astras grises laterales son las regiones entre las astas grises posteriores y anteriores se encuentran en los segmentos torácicos lumbares superiores y sacros de la médula, por lo que no se encuentran a todo lo largo de la médula espinal.

Observa la siguiente figura 20 se ilustra el segmento de la médula que muestra la materia gris en forma de alas de mariposa (o “H”) y la zona envolvente de materia blanca, que contiene los cuerpos de las células neuronales y también las células gliales (como astrocitos y microglías), al igual que vasos sanguíneos. La materia blanca también contiene astrocitos y vasos sanguíneos, pero fundamentalmente está constituida por los axones (que llevan las señales nerviosas) que viajan por la médula hacia arriba y hacia abajo. Finalmente contiene también oligodendrocitos (células que envuelven los axones con la sustancia aislante, mielina). Los ases axonales que ascienden por la médula, como el cordón rojo, convierten los mensajes recibidos de cualquier parte del cuerpo; los ases descendentes, como el cordón azul, lleva las órdenes motoras a los músculos. (Revista Creces, 2000).

Esto último se significa que la columna de fibras nerviosas que corren a lo largo de la médula, está formada por distintos fascículos de fibras mielinizadas que corren dentro de la médula, formando largas vías ascendentes constituidas por axones sensitivos que conducen impulsos que entran en la médula espinal y viajan en sentido superior dirigiéndose hacia arriba hasta el cerebro. Las largas vías descendentes están formadas de axones motores que conducen impulsos desde el cerebro hacia abajo hasta la médula espinal, donde hacen sinapsis con otras neuronas cuyos axones salen y pasan a los músculos y glándulas.

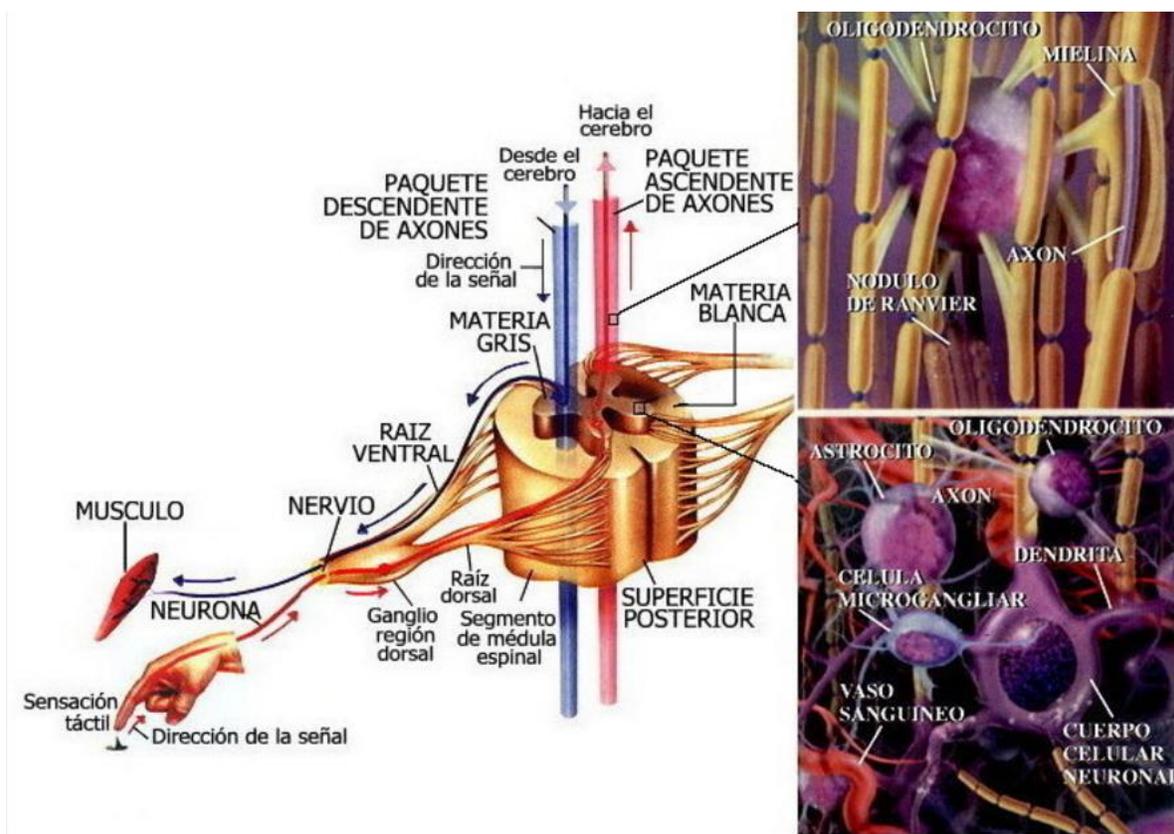


Figura 20. Segmento de la médula espinal. [Revista Creces, 2000](#)

## Fisiología

Transmite los impulsos ascendentes hacia el cerebro y los impulsos descendentes desde el cerebro hacia el resto del cuerpo. Transmite la información que le llega desde los nervios periféricos procedentes de distintas regiones corporales, hasta los centros superiores. El propio cerebro actúa sobre la médula enviando impulsos hacia los músculos, los vasos sanguíneos y las glándulas a través de los nervios que salen de ella, bien en respuesta a un estímulo recibido, o bien en respuesta a señales procedentes de centros superiores del sistema nervioso central.

En la figura 21, se ilustra cómo es que la transmisión de la información viaja desde la periferia hacia el sistema nervioso central. Las vías ascendentes llevan información sensitiva y hacen sinapsis con interneuronas, que atraviesan la médula ascendiendo hacia la corteza cerebral. La corteza cerebral interpreta la información y, a partir de este proceso, se envían impulsos de respuestas que bajan por vías descendentes hacia la médula. Allí las interneuronas hacen nuevamente sinapsis con fibras motoras o eferentes que conducen la respuesta hacia los músculos, provocando su contracción. (Revista Creces, 2000). De esta manera las **vías ascendentes** son sensitivas y las **vías descendentes** son motoras.

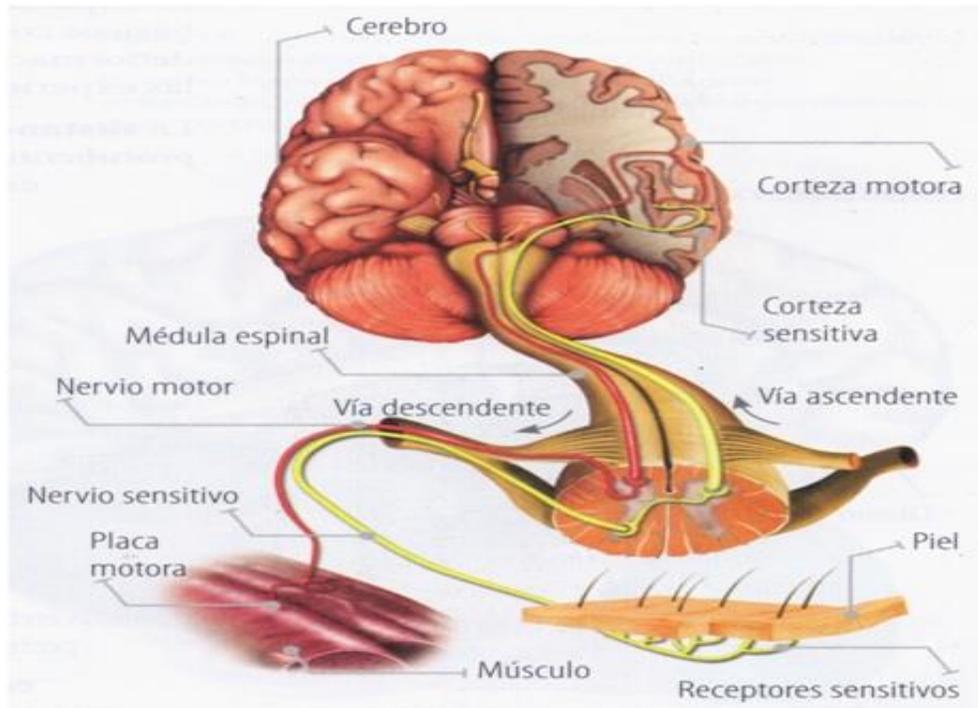


Figura 21. Transmisión de información sensitiva y motora. [Institución Cleaver, \(s.f.\)](#).

La médula espinal cumple cuatro principales funciones:

- **Conducción:** A través de las fibras nerviosas, conecta las diferentes secciones de la médula con el encéfalo, llevando información sensitiva al encéfalo y de regreso a la orden motora.
- **Integración neural:** Las neuronas medulares integran la información de diversas fuentes, la integra y producen una respuesta apropiada.
- **Locomoción:** Coordina la orden neuronal a los músculos para su contracción repetida y permitir los movimientos alternos en las extremidades.
- **Reflejos:** A través de la integración con los nervios periféricos y el encéfalo como acciones involuntarias ante diferentes estímulos.

En la médula existen tractos ascendentes y descendentes cortos que se originan y terminan dentro de la médula espinal. La función de éstas vías es interconectar neuronas de diferentes niveles segmentarios y son importantes en los reflejos espinales intersegmentarios.

Un reflejo es una respuesta involuntaria a un estímulo que depende de la integridad del **arco reflejo**. En su forma más simple, un arco reflejo consiste en un órgano receptor, una



neurona aferente, una neurona eefectora y un órgano eefector. Los arcos reflejos son importantes en el mantenimiento del tono muscular, que es la base de la postura corporal y también intervienen en las respuestas rápidas durante la exposición a algún peligro.

Habiendo comprendido la integración del sistema nervioso a nivel espinal y encefálico, comencemos a revisar la periferia del sistema nervioso central su parte eferente en el sistema nervioso periférico, así como la autonomía con la que este puede despeñarse en el sistema nervioso autónomo.

## 1.2 Sistema Nervioso Periférico

El sistema nervioso periférico se encarga de recibir y regular los estímulos del medioambiente que actúan sobre el organismo, está formado por todos los nervios del cuerpo (pares craneales y nervios periféricos o raquídeos) y los ganglios.

Los **nervios** están constituidos por fibras nerviosas (prolongaciones de las neuronas) que se encuentran reunidas en haces, rodeados exteriormente por tejido conjuntivo. De acuerdo con las fibras nerviosas que los forman, se clasifican en:

- **Sensitivos:** Con fibras aferentes que llevan la información del exterior a los centros nerviosos (médula y encéfalo);
- **Motores:** Con fibras eferentes que conducen las respuestas elaboradas en los centros nerviosos hasta los músculos o las glándulas;
- **Mixto:** Con fibras aferentes y eferentes formados por fibras sensitivas y motoras. Según el lugar de origen, los nervios se clasifican en craneales y raquídeos.

Los **ganglios** nerviosos son pequeños nódulos formados por neuronas, neuroglia y células nerviosas, localizados en el trayecto de los nervios.

Los **ganglios** por su ubicación son centrales o periféricos. Los **ganglios centrales** son engrosamientos de cordones nerviosos, de color grisáceo y en forma de huso. Están en comunicación con el sistema nervioso central mediante ramas comunicantes (fibras nerviosas) que salen de ellos.

Los **ganglios periféricos** se encuentran en el trayecto de las fibras nerviosas que se van ramificando, que salen de los ganglios centrales y que siguen su trayecto hasta las vísceras, vasos sanguíneos, etc. Enlazándose con otras fibras nerviosas para formar los siguientes plexos: plexo cardiaco, plexo celíaco, plexo lumboaórtico, plexo hipogástrico.

El Sistema Nervioso Periférico se divide para su estudio en:



1. **Sistema Nervioso Somático** Es el que se encarga de la inervación sensitiva y motora de todas las regiones del cuerpo. Es decir del movimiento corporal voluntario. Está formado por neuronas sensitivas que llevan información que proviene del exterior a través de los sentidos.
2. **Sistema Nervioso Autónomo o Vegetativo.** Es la parte del sistema nervioso que no está sometido por voluntad, se encarga de regular estados y procesos vitales como el ritmo cardiaco, la presión arterial, la temperatura, la respiración, la micción y la digestión.

### 1.2.1 Sistema Nervioso Autónomo o Vegetativo

El sistema nervioso autónomo es el encargado de controlar glándulas y al musculo liso y cardiaco, por ello se le denomina a veces como sistema motor visceral, debido a que sus principal destino son las vísceras de la cavidad torácica y abdominal, seguido de estructuras de la pared corporal como los vasos sanguíneos, glándulas sudoríparas y músculos piloerectores. Con esto regula el ambiente interno del cuerpo y controla la actividad de los sistemas digestivo, cardiovascular, excretor y endocrino.

A su vez el **sistema vegetativo (autónomo)** se divide en dos subsistemas (sistema simpático y parasimpático), que aunque poseen anatomía y función diferente, comparten la inervación al mismo órgano, con momentos de cooperación recíproca:

El sistema simpático adapta al cuerpo a situaciones de actividad física en muchas ocasiones por estrés, al aumentar el estado de alerta, el ritmo cardiaco, la presión arterial, la ventilación, la concentración de glucosa en sangre y el flujo sanguíneo hacia la musculatura cardiaca y estriada.

El sistema parasimpático, tiene un efecto tranquilizante, con reducción en el gasto de energía, llevando a un estado de reposo. Está constituido por **dos grupos de células nerviosas paravertebrales**, que su trayecto va desde el atlas (primera vértebra cervical) hasta la última vértebra sacra.

#### 1.2.1.1 Sistema nervioso simpático (toracolumbar)

##### Anatomía

Se origina a nivel de la primera vértebra torácica (T1) y la segunda vértebra lumbar (L2) por lo que se le conoce como toracolumbar.



Tiene fibras preganglionares en las astas laterales y regiones cercanas a la materia gris de la medula, llegando así a la cadena de ganglios nerviosos paravertebrales. Por lo tanto, en este sistema las fibras pre-ganglionares son cortas, mientras que las pos-ganglionares que contactan con los órganos son largas.

Usa noradrenalina como neurotransmisor principal (aunque hay otros), y lo constituye una cadena de ganglios. Está implicado en actividades que requieren gasto de energía. Es llamado sistema adrenérgico o noradrenérgico.

### **Fisiología**

El simpático es especialmente importante durante situaciones de emergencia y se asocia con la respuesta de emergencia, de lucha o huida, situaciones de estrés etc. Por ejemplo inhibe el tracto digestivo, pero dilata las pupilas, acelera la frecuencia cardiaca, y respiratoria. Los efectos de la estimulación simpática tienen una duración y una distribución mayores que los efectos de la estimulación parasimpática.

El sistema simpático está relacionado con procesos que requieren un gasto de energía. Cuando el organismo está en reposo o en homeostasis este sistema se acciona en medida suficiente para contrarrestar los efectos del otro sistema parasimpático para que el organismo realice sus funciones normales que requieren energía.

Emociones como el estrés, activan al sistema nervioso simpático. Originadas en el cerebro, las proyecciones de este sistema irradian desde la médula espinal y conectan casi todos los órganos, vasos sanguíneos y glándulas sudoríparas del cuerpo. El simpático se activa durante lo que el cerebro considera una emergencia.

Su activación aumenta la vigilancia, la motivación y la activación general. Al activarse el sistema nervioso simpático, el hipotálamo desencadena la activación de las glándulas suprarrenales, en particular la médula que libera catecolaminas: adrenalina y noradrenalina. Cuando esto sucede, el sistema nervioso parasimpático se inhibe. El simpático media las funciones vegetativas que promueven el crecimiento y almacenamiento de energía.

La respuesta al estrés, tiene como componente principal el sistema neuroendócrino, en específico el eje hipotálamo-hipófisis-adrenal. El evento estresor, ya sea que implique un esfuerzo físico, un desafío psicológico o una combinación de ambos, genera un aumento en la liberación por parte del hipotálamo de factor de liberación de corticotropina y arginina vasopresina (AVP) en el sistema hipotálamo-hipofisiario de circulación. Esto estimula a la hipófisis a que libere corticotrofina a la circulación general. La corticotrofina actúa sobre la corteza de las glándulas suprarrenales induciendo la síntesis y liberación de glucocorticoides, en particular cortisol.



El sistema nervioso simpático es esencial en situaciones de estrés o que ponen en peligro la vida. Estas funciones son antagónicas con las del **sistema nervioso parasimpático**, que es el que nos permite vivir en estado de relajación. En seguida se revisará con el sistema nervioso parasimpático.

### 1.2.1.2. Sistema Nervioso Parasimpático (cráneo sacro)

#### Anatomía

El Sistema Nervioso Periférico se origina en los nervios craneales del tallo cerebral y de los segmentos de la segunda a la cuarta vértebras sacras (S2 y S4) por lo que se denomina cráneo sacro.

Tiene largas fibras preganglionares que termina en ganglios terminales en el órgano destinatario, mientras que sus fibras posganglionares son cortas. Lo forman los ganglios aislados y usa la acetilcolina. Está encargado de almacenar y conservar la energía. Es llamado también sistema colinérgico. Está formado por pares craneales incluyendo el nervio vago y fibras originadas de niveles sacros de la médula espinal.

#### Fisiología

El sistema parasimpático está relacionado con todas las respuestas internas asociadas con un estado de relajación, por ejemplo provoca que las pupilas se contraigan, facilita la digestión de los alimentos y disminuye la frecuencia cardiaca, estimula la secreción de glándulas exocrinas, etc.

A continuación se hace un comparativo entre el sistema parasimpático y simpático (Fig. 22).

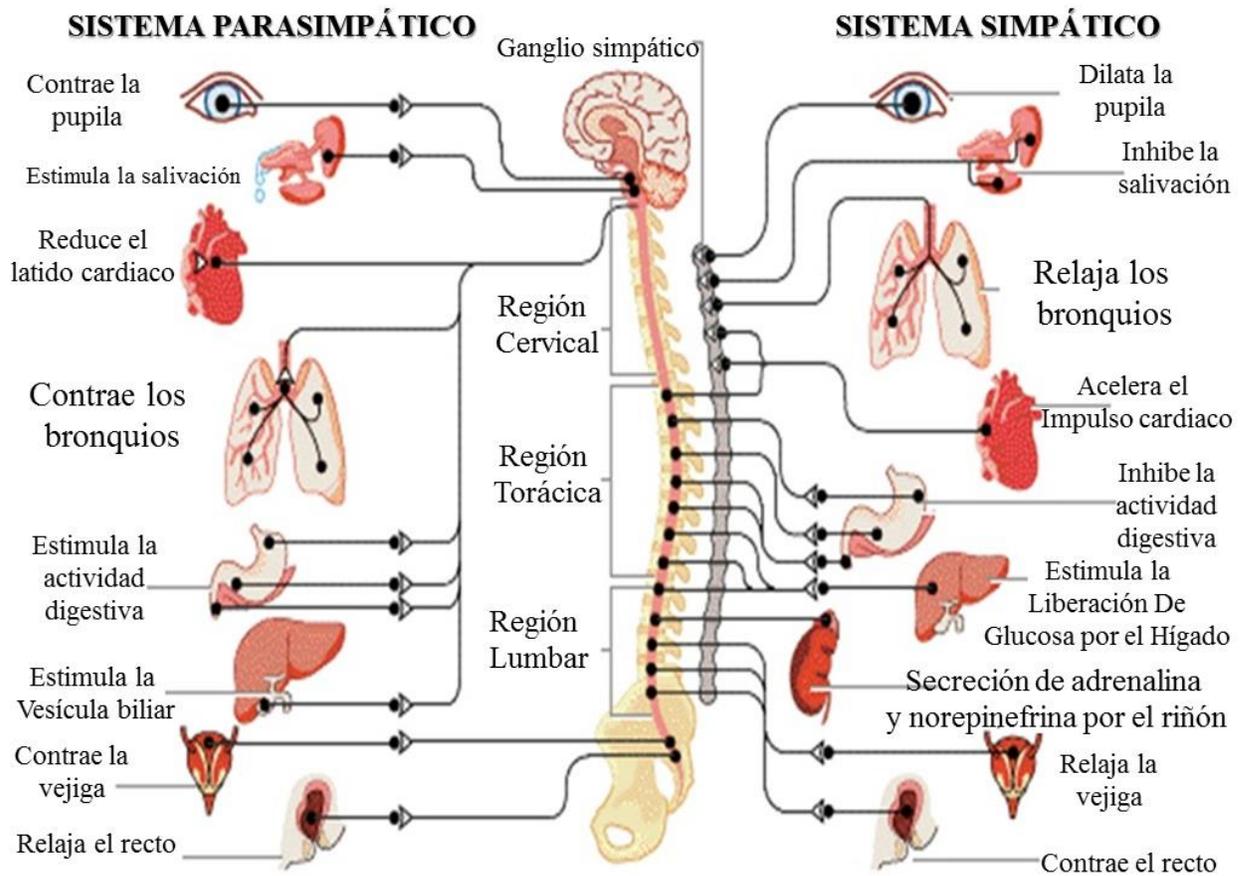


Figura 22. Funciones sistema parasimpático y simpático. [Román Y., 2012](#)

Revisa ahora un apartado especial en cuanto a los pares craneales y su comunicación entre el cuerpo y el encéfalo para situaciones específicas.

### 1.2.2 Pares Craneales

Aunque la mayor parte de la comunicación del encéfalo con el cuerpo baja a través de la médula espinal, los pares craneales, son nervios que están íntimamente en comunicación con el encéfalo.

Los pares craneales ejercen cierto control sobre órganos y sistemas definidos y para salir del sistema nervioso central, atraviesan los orificios de la base del cráneo con la finalidad de inervar a distancia diferentes estructuras, además de la cabeza y el cuello, por ejemplo, si nos referimos al nervio gástrico o vago su área de inervación incluye vísceras situadas en el mediastino y en la cavidad abdominal.



De acuerdo a su punto de emergencia en la superficie del encéfalo, se distinguen doce pares de nervios.

Desde el punto de vista fisiológico, los pares craneales pueden ser divididos en tres grandes grupos o categorías (Fig.23).

- Nervios sensitivos o sensoriales (olfatorio, óptico y auditivo).
- Nervios motores (motor ocular común, patético ó troclear, motor ocular externo, espinal e hipogloso mayor).
- Nervios mixtos (trigémino, facial, glossofaríngeo y neumogástrico).

Para cada nervio de esta clasificación se debe considerar un **origen real** y un **origen aparente**, al que definimos como el sitio de emergencia del nervio en la superficie de la masa encefálica. El origen real o verdadero es el sitio que da origen a las fibras nerviosas que constituyen el nervio propiamente dicho.

En el caso de los **nervios sensitivos** o aferentes, su origen real corresponde a las células nerviosas periféricas, que pueden agruparse formando ganglios anexos a los troncos nerviosos, o estar situados en los órganos sensitivos, por ejemplo las fosas nasales, ojos u oídos. Los **nervios motores** o eferentes, se inician en grupos neuronales situados en el interior del encéfalo, que constituyen su núcleo de origen. Los **nervios mixtos** poseen dos raíces una motora y otra sensitiva, cada una de las cuales poseen su propio origen real.

Algunos pares craneales poseen fibras vegetativas pertenecientes al sistema nervioso parasimpático, este es el caso de los nervios: ocular común, facial, glossofaríngeo y neumogástrico. Estos nervios, además de su origen sensitivo o motor, poseen un núcleo central donde se originan sus fibras vegetativas.

En seguida se muestra la anatomía y la función de los pares craneales en el tronco encefálico.

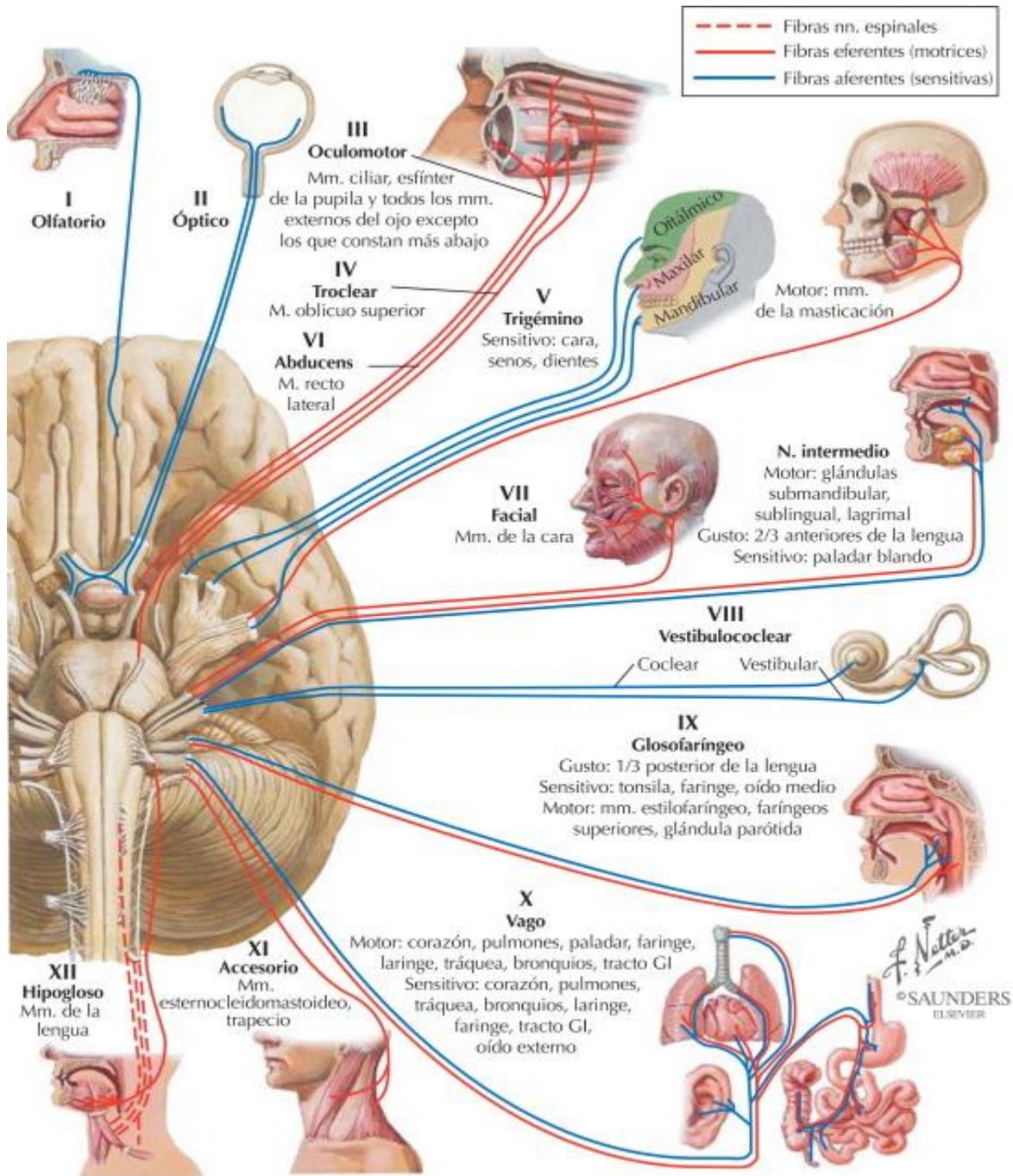


Figura 23. Función de los pares craneales. [Logopedia mercedes mesa, 2016](https://logopedia.com/mercedes-mesa/)

Para ilustrar más este tema de pares craneales, se presenta el siguiente video, que relaciona la ubicación de los pares craneales con los órganos de los sentidos (esto último se abordará en temas posteriores de esta unidad).



González, M. (2009). *Trayecto de los 12 Pares Craneales* [Video] Disponible en:  
<https://www.youtube.com/watch?v=g8FByDeLITM>

Hasta aquí has revisado cómo el sistema nervioso periférico por medio de nervios controla las funciones tanto voluntarias como involuntarias, es hora de revisar cómo se reciben los estímulos que provienen del medio externo para ser analizados, integrados e interpretados por el sistema nervioso para así dar una respuesta a los mismos. A continuación se presenta los miotomas y dermatomas.

### **Dermatomas y miotomas**

Un dermatoma es el área de la piel inervada por una raíz o nervio dorsal de la médula espinal. Los nervios cutáneos son los que llegan a la piel, recogiendo la **sensibilidad** de ésta.

En la siguiente figura 24 se observan los dermatomas.

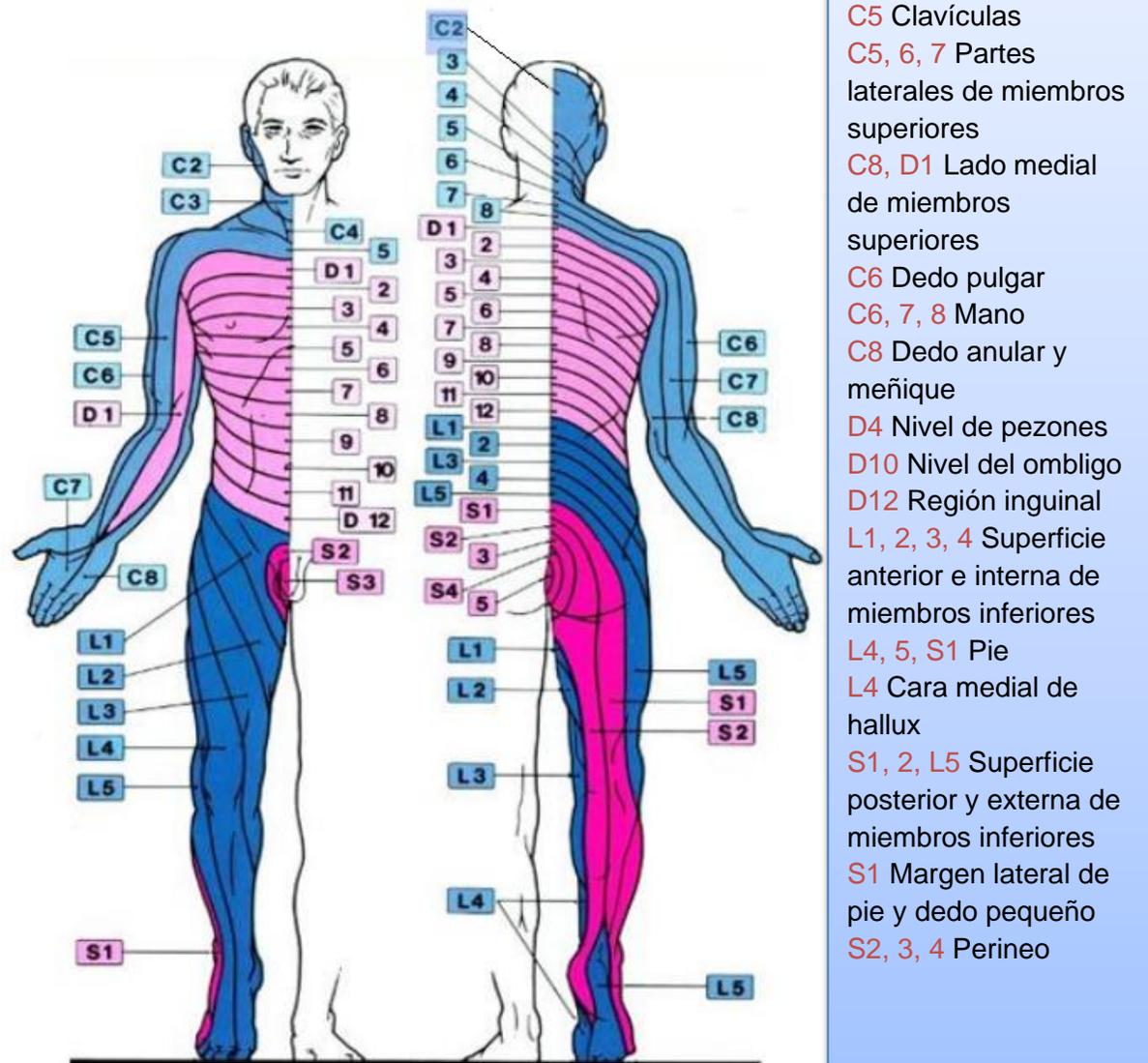


Figura 24. Dermatomas [Hca. es](http://Hca.es) (s.f.)

Mientras que los dermatomas se pueden identificar la sensación en la piel, los **miotomas** son evaluables separando los movimientos de los distintos grupos musculares, inervados por raíces distintas (Tabla 2).



Segmento	Músculos inervados.
C1- C4	Músculos del cuello
C3- C5	Diafragma
C5- C6	Deltoides, bíceps braquial.
C7- C8	Tríceps braquial, músculos anteriores del brazo.
C8- T1	Flexores largos de dedos y muñeca, intrínsecos de mano
T2- T12	Axiales, intervertebrales, intercostales, abdominales.
L1- L2	Flexores del muslo
L2- L4	Cuádriceps
L4- S1	Extensores del pie y el primer orjejo
L5- S1	Músculos glúteos.
S1- S2	Flexores plantares, intrínsecos del pie.

Tabla 2. Miotomas. Rojas, 2010

Hasta el momento se ha concluido la revisión de la anatomía y fisiología del sistema nervioso central, no obstante los órganos de los sentidos forman parte de las funciones del sistema nervioso central.

### 1.3 Órganos de los Sentidos

Los órganos sensoriales en seres humanos y otros animales son órganos especializados que reciben estímulos del exterior y transmiten el impulso a través de las vías nerviosas hasta el sistema nervioso central, donde se procesa y se genera una respuesta.

Los receptores sensoriales son transductores ya que funcionan como una especie de “diccionario” traduciendo distintos tipos de energía (fotones, sustancias químicas, estímulos mecánicos) en el lenguaje del sistema nervioso.

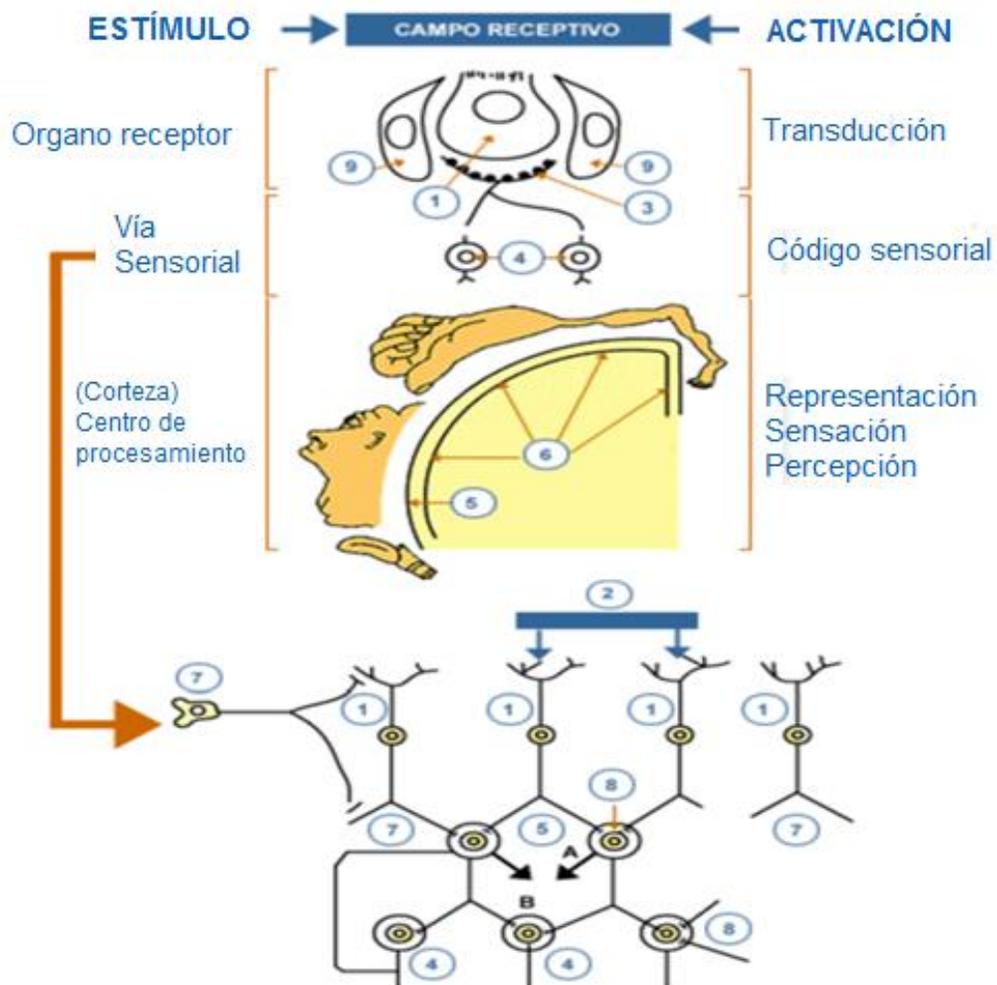
Los receptores se pueden clasificar por el tipo de estímulos ante los cuales muestran un menor umbral (estímulo adecuado). Sobre la base de esta respuesta selectiva ante el estímulo adecuado, los receptores somáticos se clasifican en:

- **Quimiorreceptores:** Cuando la fuente de información son las sustancias químicas. Ejemplo: gusto y olfato.
- **Mecanorreceptores:** Cuando la fuente de información proviene de tipo mecánico. Ejemplo: contacto, no contacto, vibraciones, texturas. Existen mecanorreceptores especializados, por ejemplo, los estatorreceptores que informan sobre la posición del equilibrio, y los fonorreceptores, que perciben las ondas sonoras.



- **Termorreceptores:** Son los que perciben el frío o el calor.
- **Fotorreceptores:** Se especializan en recibir la energía electromagnética (luz)
- **Propiorreceptores:** Perciben posición y movimiento del cuerpo u sus segmentos, están en músculos y tendones.

En la siguiente figura 25, se muestra de manera general el proceso de las células receptoras en los receptores sensoriales.



(1)Neurona sensorial, (2) Campo receptor, (3) Neuronas de primer orden (4) Neuronas de segundo orden (5), Corteza cerebral (6) Homúnculo somato-sensorial en la corteza cerebral, (7) Divergencia (un axón se ramifica e inerva varias otras neuronas), (8) Convergencia (varios axones de diferente origen inervan la misma neurona), (9) Células accesorias en el órgano receptor.

Figura 25. Receptores sensoriales. [Fisiología humana, 2014](#)



Para profundizar sobre el estudio de los cinco sentidos, a continuación se presenta cada uno.

### 1.3.1 La visión

#### Anatomía

El ojo, llamado globo ocular, es una estructura esférica de aproximadamente 2.5 cm de diámetro. Son dos, y se alojan en las órbitas del cráneo. Sólo una sexta parte del globo ocular se halla en contacto con el medio externo; la otra parte está protegida en el interior de la órbita.

El **globo ocular** está formado por tres capas: la túnica externa o esclerótica, la túnica media o úvea y la túnica interna o retina.

La **esclerótica** es un tejido fibroso, de color blanquecino, es la cubierta superficial del globo ocular. Hacia delante se limita por la córnea, que es una túnica transparente que cubre al iris, estructura que posee pigmento y da color a los ojos. Su curvatura ayuda a enfocar la luz sobre la retina. La esclerótica da forma al globo ocular, lo hace más rígido y protege su interior.

La **capa vascular o úvea**, es la capa media, consta de coroides, cuerpos ciliares e iris. La coroides es muy vascularizada y es la porción posterior de la capa vascular, tapiza la mayor parte de la cara posterior de la esclerótica. Sus vasos sanguíneos irrigan la cara posterior de la retina. La coroides también contiene melanocitos que producen el pigmento melanina. En la porción anterior de la capa vascular, la coroides se continúa con el cuerpo ciliar, desde la ora serrata hasta detrás de la unión de la esclerótica y la córnea. El cuerpo ciliar está constituido por los procesos ciliares y el músculo ciliar.

El **iris**, tiene forma de rosquilla aplanada, está suspendido entre la córnea y el cristalino y se adhiere por sus bordes externos a los procesos ciliares.

La **pupila** es el orificio que se halla en el centro del iris, es de color negro porque lo que se observa es la parte posterior del ojo.

La **retina** es la tercera y más interna de las capas del globo ocular, la retina, tapiza las tres cuartas partes posteriores del globo ocular y presenta el comienzo de la vía óptica. Se constituye por una capa pigmentaria y una capa nerviosa. La capa pigmentaria posee melanina. La capa nerviosa posee células fotorreceptoras (conos y bastones), células bipolares y células ganglionares, cuyos axones dan origen al nervio óptico, y se origina en la papila óptica, que da lugar al “punto ciego”, pues es una zona que carece de fotorreceptores.



Los **conos y bastones** son células especializadas que comienzan el proceso de la visión. Cada retina tiene alrededor de 6 millones de conos y 120 millones de bastones. Los conos nos permiten distinguir colores, y ver bajo condiciones de luz, mientras que los bastones nos permiten ver con luz tenue.

La **mácula lútea** se encuentra en el centro de la cara posterior de la retina, en el eje visual del ojo. La fovea central se encuentra en el centro de la mácula.

El **crystalino**, se encuentra detrás de la pupila y el iris, dentro de la cavidad del globo ocular, es transparente y carece de vasos sanguíneos. Está rodeado de una cápsula de tejido conectivo claro y mantiene su posición gracias a las fibras zonulares circulares, que se unen a los procesos ciliares.

El cristalino divide el interior del globo ocular en dos cavidades la cámara anterior y cámara posterior o vítrea. La cámara anterior se encuentra entre la córnea y el iris y posee humor acuoso, un líquido claro que llena su interior. La cámara posterior, se encuentra entre el cristalino y la retina, y ahí se encuentra el cuerpo vítreo, una sustancia gelatinosa.

En la siguiente figura 26 podemos ver la estructura interna del globo ocular.

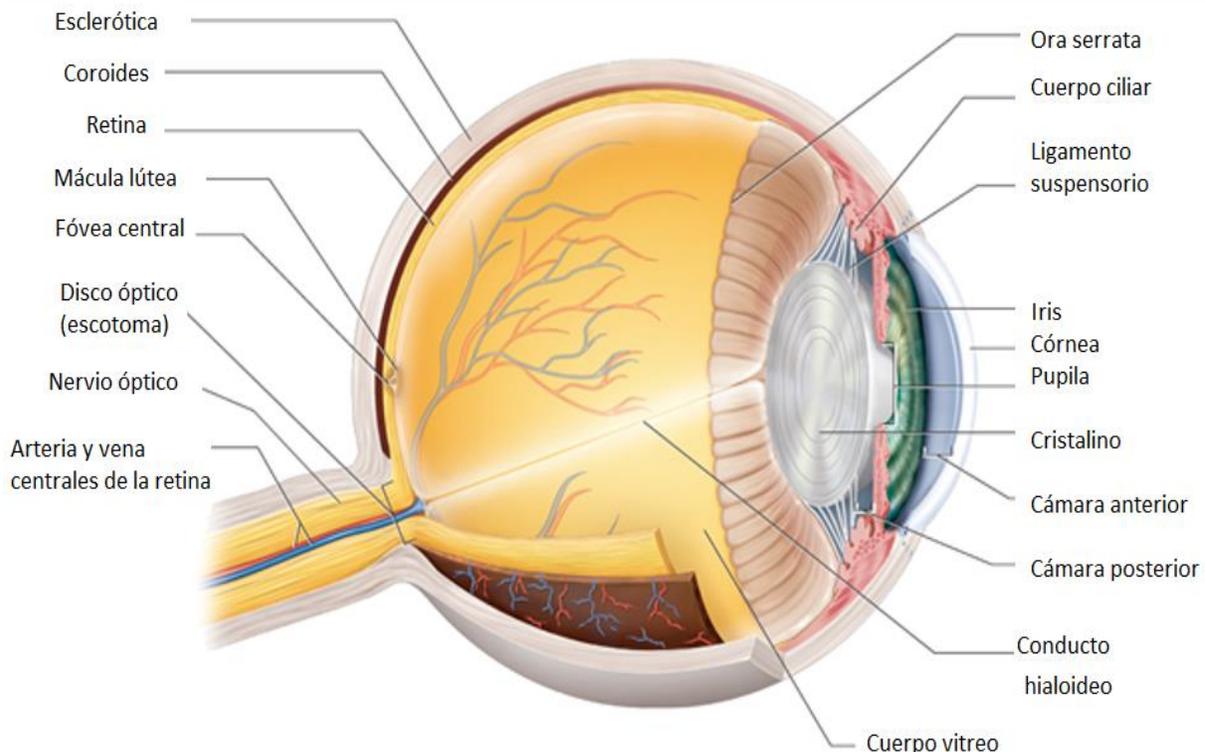


Figura 26. Estructura interna del globo ocular. Kenneth S. 2012



Como parte de las estructuras de protección del ojo (Fig. 27), se encuentran los **párpados superior e inferior** que ocluyen los ojos durante el sueño y los protegen de la luz excesiva y de cuerpos extraños, además esparcen una secreción lubricante sobre los globos oculares. El párpado superior es más móvil, y contiene en su interior al músculo elevador del párpado superior.

Las **pestañas** se proyectan desde los bordes de cada párpado y las cejas, se arquean transversalmente sobre los párpados, ayudan a proteger al globo ocular de cuerpos extraños, la transpiración y los rayos directos del sol.

La **conjuntiva** es una delgada membrana mucosa de protección, se encuentra recubriendo la parte interna de los párpados (conjuntiva palpebral) y desde los párpados hasta la superficie del globo ocular (conjuntiva bulbar), no cubre la córnea.

Las **glándulas lagrimales** tienen forma similar a la de una almendra, secretan lágrimas, que drenan a través de 6 a 12 conductillos lagrimales excretores, los cuales vacían el líquido sobre la superficie de la conjuntiva del párpado superior.

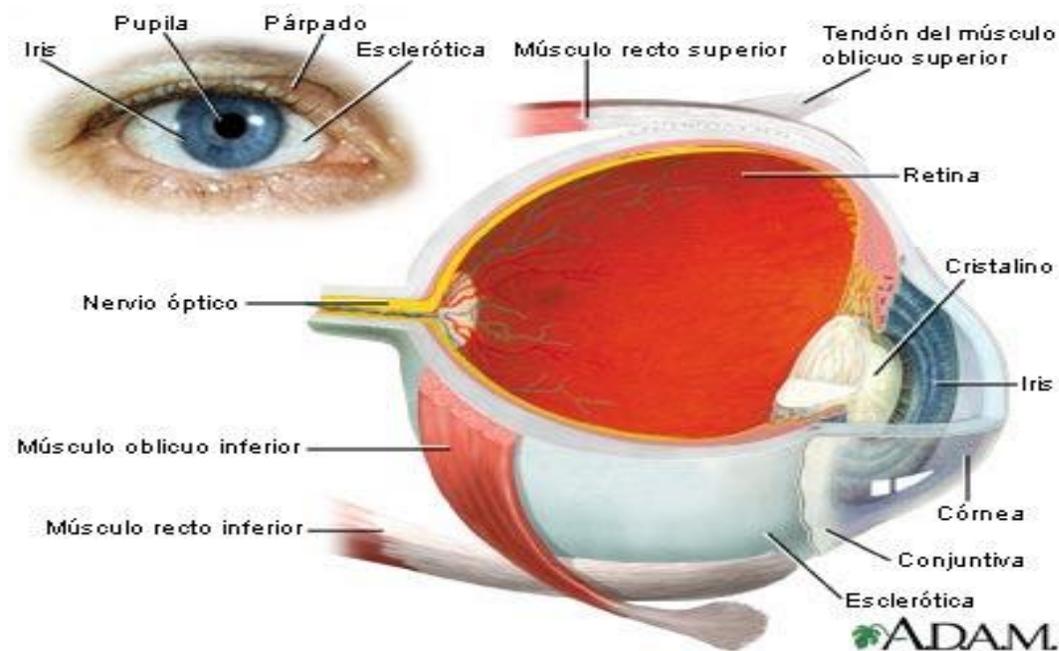


Figura 27. Globo ocular, parte externa. [MedlinPlus. 2016](#)

### Fisiología

A medida que los rayos de luz ingresan en el ojo, sufren una refracción en las caras anterior y posterior de la córnea, luego en el cristalino de manera que quedan enfocados sobre la retina. Las imágenes enfocadas en la retina son invertidas. Alrededor del 75% del total de la refracción de la luz se produce en la córnea.



La constricción de la pupila (miosis) es el estrechamiento del diámetro del orificio a través del cual la luz entra en el ojo por la contracción de los músculos ciliares del iris. Este reflejo autónomo ocurre simultáneamente con la acomodación (capacidad del cristalino para enfocar objetos cercanos) e impide que los rayos luminosos entren en el ojo a través de la periferia del cristalino. Los rayos de luz que entran por la periferia no podrían ser dirigidos para que se enfocaran en la retina y darían lugar a una visión borrosa. La pupila también se contrae por la luz brillante.

El cristalino aporta el 25% restante del poder de enfoque y también cambia el foco para ver objetos cercanos o distantes. El cristalino debe desviar los rayos paralelos lo justo y necesario para que queden exactamente enfocados en la fovea central, donde la visión es más aguda.

Una vez que los estímulos luminosos son captados por la retina, son enviadas a través de los nervios ópticos hacia la corteza cerebral del lóbulo occipital, donde finalmente son decodificados por el cerebro, obteniendo así la percepción de las imágenes del entorno que nos rodea.

Los conos y bastones reciben este nombre por su aspecto, y reciben el estímulo luminoso en la retina. La absorción de la luz actúa como iniciador de los fenómenos que llevan a la producción de un potencial receptor. El único tipo de fotorreceptor presente en los bastones es la rodopsina. Existen tres tipos de distintos fotorreceptores de los conos en la retina, uno en cada uno de los tres tipos de conos.

Por otro lado, la visión cromática es resultado de la activación diferencial de distintos fotorreceptores de los conos por los diferentes colores de la luz.

Cuando se sale de un ambiente oscuro hacia la luz del día, se produce una adaptación a la luz: El sistema visual se ajusta en segundos al ambiente más iluminado por la disminución de su sensibilidad. Por otro lado, cuando se ingresa a un ambiente oscuro, el sistema visual experimenta una adaptación a la oscuridad.

Las señales visuales en la retina se procesan en las sinapsis entre varios tipos de neuronas (células horizontales, células bipolares y células amacrinas). Luego, los axones de las células ganglionares de la retina que constituyen el nervio óptico (II par craneal), abandonan el globo ocular y permiten la salida de la información visual desde la retina hacia el cerebro.

Los axones dentro del nervio óptico pasan a través del quiasma óptico, el punto en el que se cruzan los nervios ópticos. Algunos axones pasan al lado opuesto, otros no. Después de atravesar el quiasma óptico, los axones que ahora forman parte del tracto óptico, entran en el cerebro y arriban al cuerpo geniculado lateral del tálamo donde hacen sinapsis con





Por otro lado, el estudio de la piel, es otro de los órganos de los sentidos que percibe la materia y estímulos: frío, calor, dolor, presión, etc., da lugar al sentido del tacto.

### 1.3.2 El tacto

El **tacto**, es otro de los cinco sentidos de los seres humanos y de otros animales. A través del tacto, el cuerpo percibe el contacto con las distintas sustancias, objetos, etc. Los seres humanos presentan terminaciones nerviosas especializadas en la piel, que se llaman receptores del tacto. Estos receptores se encuentran en la epidermis (capa más externa de la piel) y transportan las sensaciones hacia el cerebro a través de las fibras nerviosas. Hay sectores de la piel que poseen mayor sensibilidad ya que el número de receptores varía en toda la piel.

#### Anatomía

La **piel** es una parte muy importante del organismo que protege y cubre la superficie del cuerpo. Contiene órganos especiales que suelen agruparse para detectar las distintas sensaciones como la temperatura y dolor.

La piel posee tres capas: la **epidermis**, que es la que interviene principalmente en la función del tacto ya que es la más externa. La **dermis**, que es la capa del medio y la **hipodermis**, que es la capa más profunda.

#### Fisiología

Los receptores del tacto están constituidos por los corpúsculos táctiles, que se subdividen en las siguientes:

- **Corpúsculos de Vater-Paccini:** Se ubican en la zona profunda de la piel, sobre todo en los dedos de las manos y de los pies. En general son poco abundantes. Detectan presiones y deformaciones de la piel y sus estímulos duran poco.
- **Terminaciones nerviosas libres:** Están en casi todo el cuerpo y se especializan en sentir el dolor.
- **Terminaciones nerviosas de los pelos: sensibles al tacto.** La mayoría de los pelos son de este tipo.
- **Corpúsculo de Meissner:** Se encuentran en las papilas dérmicas, abundantes en los extremos de los dedos, los labios, la lengua, etc. Se ubican en la zona superficial de la piel y se especializan por el tacto fino.



- **Corpúsculos de Krause:** presentes en la superficie de la dermis y son sensibles al frío, se ubican en especial en la lengua y en los órganos sexuales.
- **Corpúsculo de Ruffini:** Son poco numerosos, alargados y profundos, son sensibles al calor.

Los receptores anteriormente descritos se observan en la siguiente figura 29.

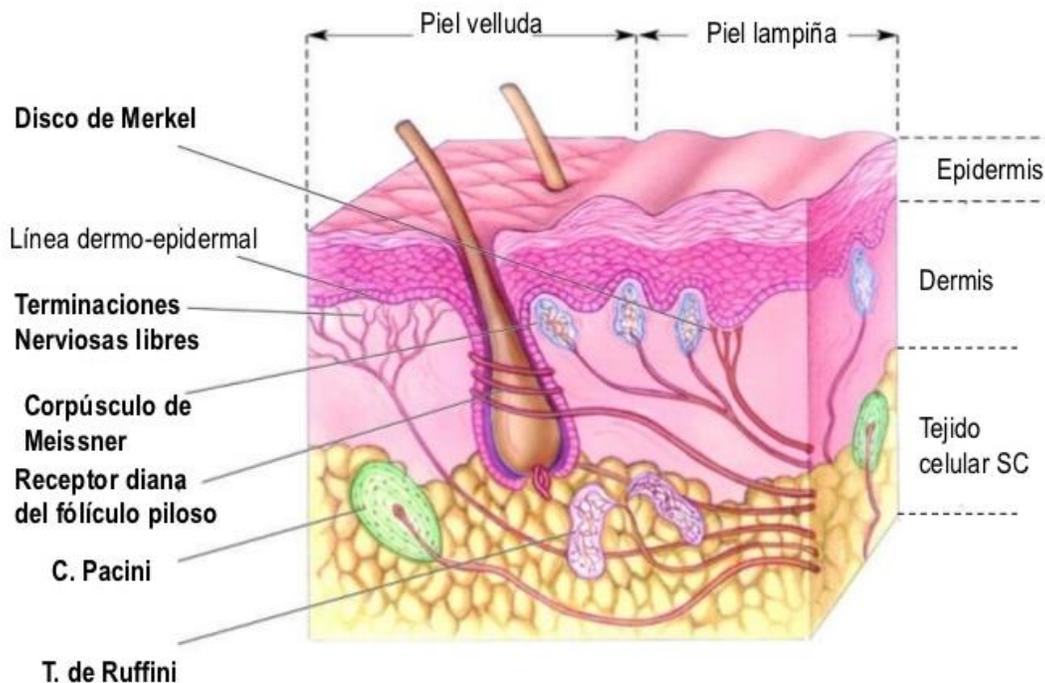


Figura 28. Mecanorreceptores de la piel. [Fisiología sensorial, 2009](#)

Una vez revisado el sentido del tacto, su composición y función, es momento de revisar la audición, a través del **oído** cuya función es percibir vibraciones.



### 1.3.3 El oído

#### Anatomía

El oído, es un órgano par de compleja estructura que permite el registro de las vibraciones del aire que se constituyen en ondas sonoras. Se distinguen 3 partes: el oído externo, oído medio y oído interno.

**Oído externo.** La parte externa está formada por el pabellón de la oreja y la interna por el conducto auditivo externo. El pabellón de la oreja se localiza en las partes laterales de la cabeza. El conducto auditivo externo se extiende desde la concha del pabellón auricular hasta la membrana del tímpano, mide 2.5 cm de longitud y es ligeramente curvo de concavidad anterior; está cubierto de piel en la que hay pelos y glándulas ceruminosas, que secretan cerumen, material pastoso y amarillento. (Fig. 30).

El **oído medio** es una cavidad pequeña, situada en el espesor del hueso temporal, tienen forma de tambor y presenta por lo tanto seis paredes:

- a) *Pared externa*, formada por la membrana del tímpano;
- b) *Pared interna*, formada por una lámina ósea llamada promontorio, que presenta una pequeña ventana encima, llamada ventana oval y por debajo del promontorio otra ventana llamada ventana redonda;
- c) *Pared superior*, no existe ningún elemento anatómico importante;
- d) *Pared posterior*, aquí se encuentran pequeñas perforaciones que ponen en contacto el oído medio y la apófisis mastoides;
- e) *Pared anterior* donde se abre el orificio de la trompa de Eustaquio, largo conducto musculomembranoso que comunica el oído medio con la rinofaringe; la trompa de Eustaquio mide aproximadamente 3 a 4 centímetros de largo y 3 milímetros de diámetro, es ósea, cerca de la caja y cartilaginosa, después;
- f) *Pared inferior*, tampoco tiene elemento anatómico relevante. Hay una cadena de huesecillos que están colocados transversalmente desde la membrana del tímpano hasta la ventana oval: el martillo, yunque, lenticular y estribo.

El **oído interno**, llamado también laberinto, se compone de una serie de cavidades, colocadas en el espesor del peñasco del temporal, estas cavidades, en conjunto reciben el nombre de laberinto óseo, en cuyo interior se encuentra el laberinto membranoso. Ambas cavidades reciben el nombre de vestíbulo, caracol y conductos semicirculares.

El vestíbulo: es la cavidad central del laberinto óseo, se localiza entre el caracol y los conductos semicirculares.



El caracol o cóclea ocupa la parte anterior del laberinto óseo. Tiene forma de concha de un caracol arrollado en espiral que describe dos vueltas y media alrededor de su eje central llamado modiolo o columnela.

Los conductos semicirculares son tres cavidades tubulares situadas por encima y por detrás del vestíbulo, son tres, uno superior, otro posterior y otro externo; se abren en el vestíbulo por cinco orificios, pues los conductos, semicircular superior y posterior, antes de su terminación se reúnen y así tienen, para los dos, un solo orificio. Cada conducto semicircular posee en su unión con el vestíbulo una dilatación en forma de ampolla, llamada dilatación ampollar.

Las estructuras descritas del oído externo, medio e interno se visualizan en la siguiente figura 29.

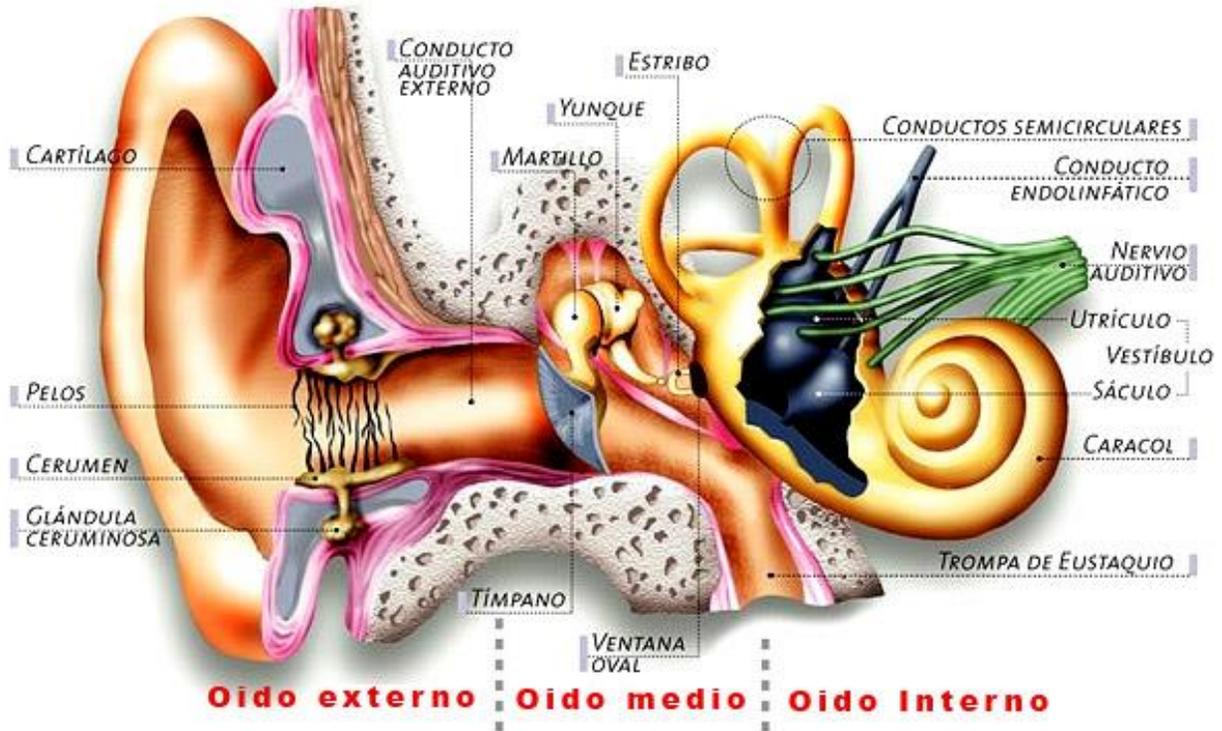


Figura 30. Estructura del oído. Colegio Glenn Doman, 2011

### Fisiología

Al llegar la onda sonora a la membrana del tímpano, ésta vibra de acuerdo a la intensidad de la onda sonora y en completa armonía y sincronización con el músculo del martillo que tira del mango de éste hacia adentro arrastrando a la membrana que hace aumentar su convexidad; por esto el martillo merece ser considerado como el músculo acomodador, ya que adapta a la membrana del tímpano a los diversos sonidos.



La agudeza auditiva es la capacidad que tiene el sentido del oído de percibir vibraciones que tengan una intensidad, tono y timbre adecuados. La disminución de ella, puede ser apreciada si el ruido audible por la mayoría de las personas no se puede percibir adecuadamente.

En la figura 31, muestra el proceso del funcionamiento de la audición natural:



**1. El sonido entra en el conducto auditivo.** Las ondas sonoras se desplazan a través del conducto auditivo y alcanzan el tímpano.

**2. El tímpano y los huesos auditivos vibran**  
Estas ondas sonoras hacen vibrar el tímpano y los tres huesos (huesecillos) del oído medio.

**3. El líquido se mueve a través del oído interno**  
Las vibraciones se transmiten a través del líquido del oído interno en forma de espiral y hacen moverse las minúsculas células ciliadas de la cóclea. Las células ciliadas detectan el movimiento y lo convierten en señales químicas para el nervio auditivo.

**4. Los nervios auditivos los comunican al cerebro**  
El nervio auditivo envía la información al cerebro mediante impulsos eléctricos, que son interpretados allí como sonido.

Figura 31. La audición. [Baha, 2014](#)

Los ruidos demasiado agudos o fuertes pueden producir ruptura de la membrana del tímpano o por lo menos, producir sordera momentánea que puede durar unos minutos a horas. La intensidad del ruido se marca en decibelios o décima parte de un bel. Esta unidad de sensación auditiva se ha creado en honor a Bell y se define como la menor intensidad de sonido a que puede oírse un tono de sonido determinado. La escala de mínima a máxima percepción se divide en 130 decibelios.

Las vibraciones son captadas por el oído, cuya función no sólo es escuchar, sino también lograr el equilibrio postural. Sobre el sentido del equilibrio, se puede nombrar el equilibrio estático al que se refiere al mantenimiento de la posición del cuerpo (principalmente la cabeza) en relación con la fuerza de gravedad; y el equilibrio dinámico, que es el mantenimiento de la posición del cuerpo (principalmente la cabeza) en respuesta a movimientos repentinos como girar, acelerar y frenar. El conjunto de órganos receptores del equilibrio se denomina aparato vestibular, constituido por el sáculo, utrículo y los conductos semicirculares. Dado que estas estructuras se encuentran en el oído medio, se



pueden padecer enfermedades que lo afecten y cursen con incapacidad de mantenerse de pie, tambalear o caer.

A continuación se revisará al sentido del **olfato**, cuyo órgano receptor es la nariz, al captar sustancias químicas.

### 1.3.4 El olfato

#### Anatomía

Este sentido es mucho más sensible que el del gusto, y las estructuras olfativas suelen deteriorarse con la edad.

La nariz está equipada con nervios olfatorios, es el principal órgano del olfato. Los nervios olfatorios son también importantes a la hora de diferenciar el gusto de las sustancias que se encuentran en la boca, es decir, muchas sensaciones que se perciben como sensaciones gustativas, tienen su origen, en realidad, en el sentido del olfato.

Las sensaciones olfatorias son difíciles de describir y clasificar. La captación de olores es el primer paso de un proceso que continúa con la transmisión del impulso a través del nervio olfatorio y acaba con la percepción del olor en el cerebro.

El interior de la nariz se puede dividir por el septum nasal en dos cavidades que se extienden desde las narinas en la parte anterior, hasta las coanas, en la parte posterior, continuándose allí con la nasofaringe. Cada lado a su vez se puede dividir en vestíbulo nasal (anterior) y cavidad nasal propiamente (posterior).

El vestíbulo nasal es la porción más anterior, se limita lateralmente por el ala de la nariz y medialmente por la porción más anterior del septum. Está recubierto por epidermis que contiene pelos (vibrisas) y glándulas sebáceas. La cavidad nasal posee paredes laterales mediales, techo y piso.

La pared medial, formada por el septum, es vertical, y la pared lateral se inclina hacia el medial posteriormente. De este modo, el piso de la cavidad nasal es más ancho que el techo. En el techo de la cavidad nasal, el cornete superior y la porción más superior del septum se encuentran las células nerviosas del epitelio olfatorio.

Desde allí las fibras nerviosas pasan a través de la placa cribiforme al bulbo olfatorio. La región olfativa de la nariz es la responsable del sentido del olfato; la membrana mucosa es muy gruesa y de coloración amarilla. Este órgano forma parte del sentido del olfato, del aparato respiratorio y vocal.



## Fisiología

Este sentido permite percibir los olores. El aparato olfatorio consta de células receptoras (neuronas bipolares), células de sostén (sustentaculares) y células madre basales. Cada neurona sensorial bipolar tiene una dendrita que se proyecta hacia la cavidad nasal, donde termina en una protuberancia que contiene cilios. Es la membrana plasmática que cubre los cilios la que contiene las proteínas receptoras que se unen a moléculas odorantes.

El procesamiento de la información olfatoria comienza en el bulbo olfatorio, las neuronas bipolares hacen sinapsis con neuronas ubicadas en estructuras esféricas llamadas glomérulos. Las neuronas secundarias conocidas como células con penacho y células mitrales transmiten impulsos desde el bulbo olfatorio hacia la corteza olfatoria en los lóbulos temporales mediales.

El olfato no tiene un esquema de clasificación satisfactorio. Quizás esta dificultad se deba a que no somos capaces de abstraer los términos para definir un olor, más bien los olores se refieren a cosas, objetos (afrutado, acaramelado, lavanda), o a la condición que nos informa (quemado o podrido). En el olfato, la escala básica va desde lo agradable a lo desagradable, que tiene más que ver con el comportamiento de aceptación o de evitación –subjetivo o aprendido- que con una clasificación científica válida.

Los seis olores básicos o primarios son: picante, fragante, pútrido, etéreo, resinoso y quemado.

Los olores son tan sutiles, subjetivos y de multitud de experiencias aromáticas que son difíciles de clasificar y de describir de una forma ordenada y sistemática que haga honor a una verdad objetiva y científica.

El olfato, al igual que el gusto, son sentidos que son estimulados por sustancias químicas, en este caso, sustancias volátiles, solubles en agua y en lípidos. Los estímulos químicos que activan el olfato son sustancias orgánicas compuestas de elementos químicos, es una cualidad que comparte con el gusto a diferencia del tacto, oído y vista. El sentido del olfato sirve para recibir esa información de las sustancias químicas que transmiten determinados productos químicos a largas o cortas distancias, y que, a su vez, se volatilizan para que sea posible su precepción.

En el nervio olfativo cada axón sensorial transporta información relacionada con sólo una de alrededor de 350 proteínas receptoras olfatorias, pero el cerebro puede percibir tantos como los 10 000 olores diferentes estimados y lo hace integrando de algún modo la información que proviene de muchas aferencias de receptores diferentes, y después interpretar el patrón como una huella dactilar característica de un olor particular.



En la siguiente figura 31 se observan las neuronas olfatorias y su unión en los glomérulos con las neuronas secundarias.

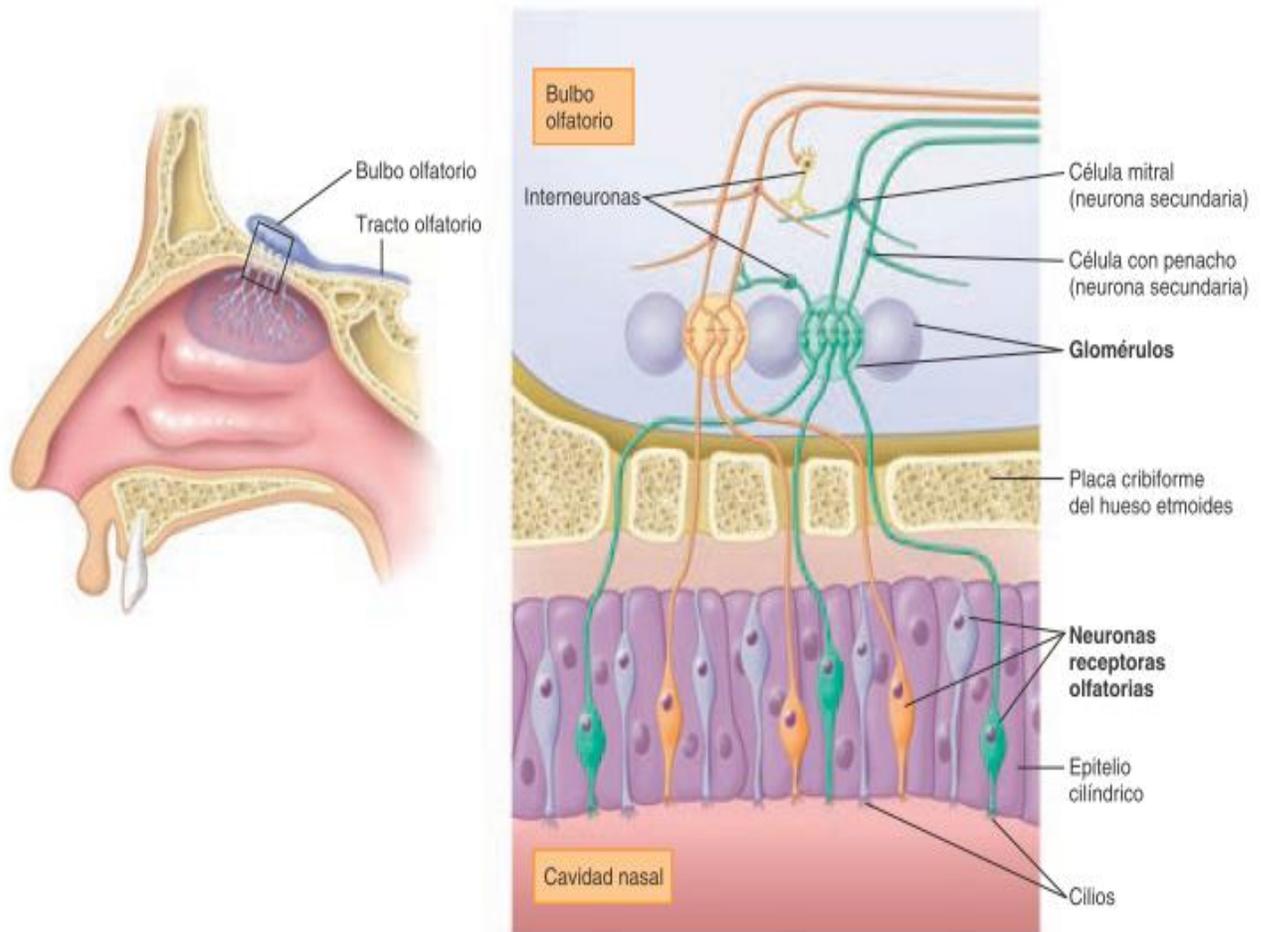


Figura 31. Sentido del olfato. Stuart, 2011.

Hasta este momento has revisado como es que la nariz recibe estímulos químicos y lleva a cabo el sentido del olfato, como vimos, este sentido está muy relacionado con el sentido del gusto que a continuación revisaremos, pues las mismas sustancias químicas recibidas por la mucosa olfatoria, al ser disueltas en la lengua, dan origen a la percepción de sabores, que dan lugar al sentido del **gusto**.



### 1.3.5 El gusto

#### Anatomía

La lengua está contenida en la cavidad bucal, a la que llena casi por completo, la lengua está situada por debajo de la región palatina, delante de la faringe, encima de la región hioidea y de la región sub-lingual. Presenta dos porciones, una visible, móvil o lengua propiamente dicha, y otra oculta en el espesor del suelo de la boca, porción fija o raíz. Es un órgano musculo membranoso, muy móvil. El cuerpo de la lengua se divide en dos mitades, derecha e izquierda y está cubierta por una mucosa que es continuación de la mucosa que cubre al labio inferior.

La mucosa lingual cubre a la lengua en toda su extensión, excepto en la base. En su cara superior se hallan abundantes papilas que son prolongaciones del tejido conjuntivo y están provistas de capilares y fibras nerviosas. Las papilas dan a la lengua su aspecto rugoso.

Las papilas son de cuatro clases: a) **fungiformes** o en forma de hongo, se distribuyen por toda la mucosa lingual; b) **caliciformes**, se encuentran situadas en una cavidad que tienen esa forma. Su número es de doce a dieciséis y se localizan en la base de la lengua, constituyendo al agruparse, la llamada V lingual cuyo vértice está dirigido hacia atrás; c) **coroliformes**, con forma de corola, pequeñas y terminan por varios filamentos, residen en la punta principalmente y bordes de la lengua y c) **filiformes**, son las papilas más pequeñas y terminan por un filamento y al igual que las anteriores también se les localiza en la punta y bordes de la lengua (Fig. 32).

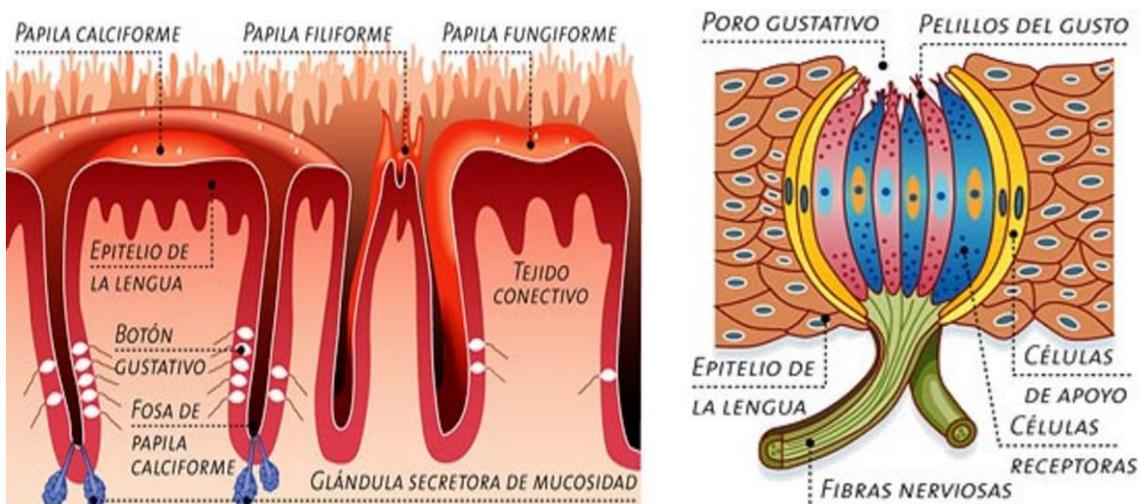


Figura 32. Estructura de la papila gustativa.



## Fisiología

La principal función de la lengua es la contención de los receptores gustativos, que nos permiten degustar los alimentos. Cada papila gustativa consta de 50 a 100 células epiteliales especializadas con microvellosidades largas que se extienden a través de un poro en la papila gustativa, que están bañadas en saliva. La información respecto al gusto se transmite desde las papilas gustativas en las papilas fungiformes por medio de la rama del nervio facial (VII par craneal), cuerda del tímpano y desde las papilas gustativas en las papilas circunvaladas y foliadas mediante el nervio glossofaríngeo (IX).

La lengua es el órgano del gusto. Desempeña, además, un papel importante en la masticación, en la deglución, en la succión y en la articulación de sonidos (Fig. 33).

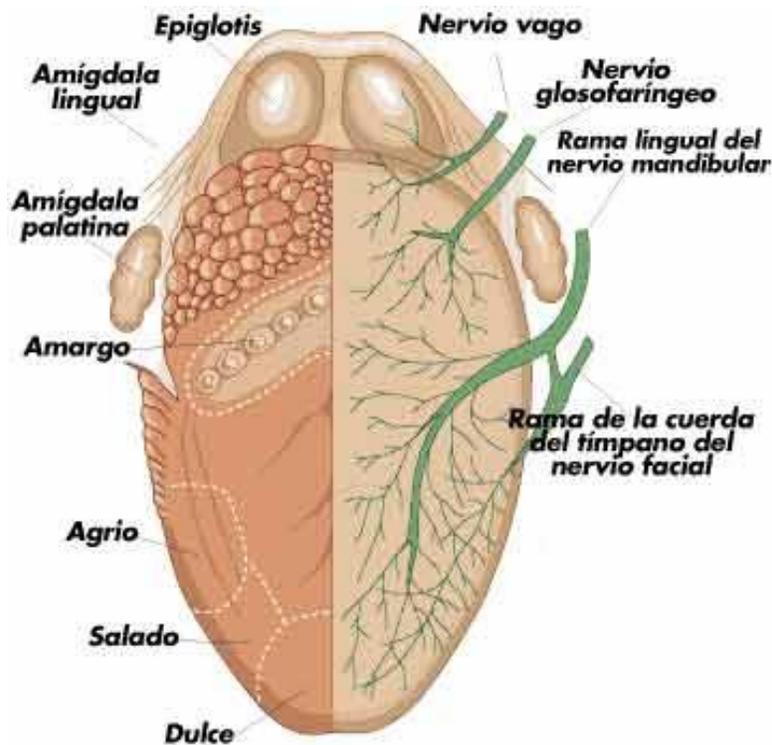


Figura 33. Lengua. Galeon (s.f.)

En resumen el funcionamiento del Sistema Nervioso es amplio, por ejemplo se encarga del pensamiento, la memoria, el aprendizaje, el habla, el sueño, movimientos, emociones, hambre, sed, la vista, el tacto, el gusto, el oído, etc.

Ante ello, se puntualizará a continuación la función de la neurona y con ello los neurotransmisores responsables de transferir información e impulsos eléctricos alrededor del cuerpo.



## 1.4 Fisiología del Sistema Nervioso

Para que estas funciones se lleven a cabo, se requiere de la conducción del impulso nervioso por parte de las neuronas. Cuando la neurona lleva a cabo una **sinapsis** que conduce un impulso del cuerpo de una neurona a otra, se realizan por medio de fenómenos químicos y eléctricos (Fig. 34).

Este proceso inicia con una descarga **químico o eléctrica** en la membrana de la célula emisora (**presináptica**). Este impulso nervioso atraviesa toda la neurona hasta llegar al extremo del **axón**, la neurona libera una sustancia (neurotransmisor) que llega hasta el espacio sináptico entre esta neurona transmisora y la neurona receptora (**postsináptica**). A su vez, este neurotransmisor es el encargado de excitar a otra neurona.

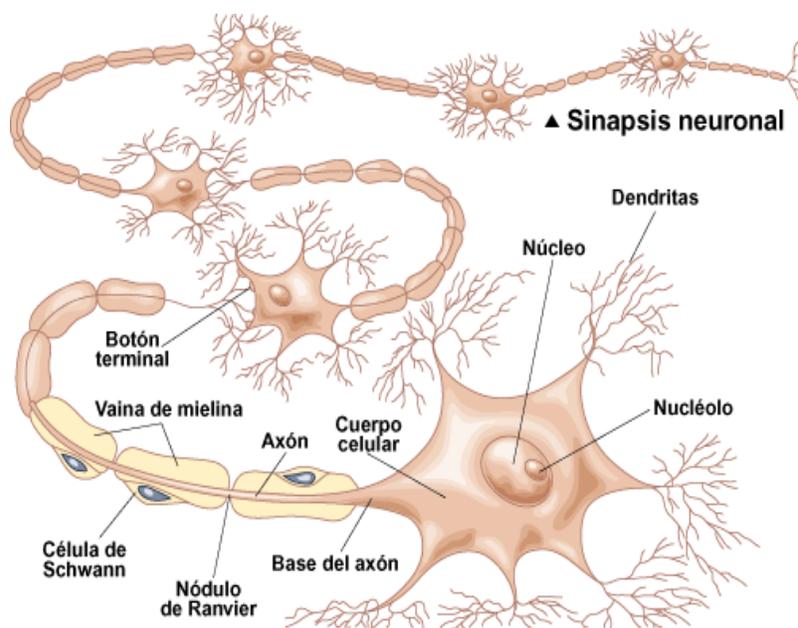


Figura 34. Sinapsis neuronal

Según el tipo de transmisión del impulso nervioso, la sinapsis puede clasificarse en **eléctrica** o **química**. En la **sinapsis eléctrica**, los procesos pre y postsináptico son continuos debido a la unión citoplasmática por moléculas de proteínas tubulares, que permiten que el estímulo pase de una célula a otra sin la necesidad de una mediación química. De esta forma, la sinapsis eléctrica brinda baja resistencia entre neuronas y un retraso mínimo en la transmisión sináptica ya que no existe un mediador químico.

La **sinapsis química** es la más común. En estos casos, el neurotransmisor se difunde a través del espacio sináptico y se adhiere a los receptores, que son moléculas especiales de proteínas situadas en la membrana postsináptica.

Esta unión de los neurotransmisores y los receptores de la membrana postsináptica produce cambios en la permeabilidad de la membrana, mientras que el tipo del neurotransmisor y de la molécula del receptor determina si el efecto producido es de excitación o inhibición de la neurona postsináptica. Las transmisiones sinápticas pueden ser de tres tipos, que son:



- **Excitación**, cuando aumenta las posibilidades de que se produzca un potencial de acción.
- **Inhibición**, si disminuye dichas posibilidades.
- **Modulación**, en el caso en que modifique la frecuencia o el patrón de las tareas que llevan a cabo las células que participen de la transmisión en cuestión.

De acuerdo a lo anterior, da lugar al estudio de los neurotransmisores.

### 1.4.1 Neurotransmisores

El neurotransmisor, es una sustancia química que tiene como función primordial la transmisión del impulso nervioso de una neurona a otra a través del espacio sináptico que separa dos neuronas consecutivas. El impulso que propaga el neurotransmisor también puede llevarse a otras células como las musculares o glandulares; es una sustancia fundamental en la transmisión de los estímulos nerviosos. El neurotransmisor comienza a actuar cuando es segregado en el extremo de una neurona, mientras se produce el impulso nervioso, llegando hasta la membrana de la siguiente neurona, fijándose a su receptor. Al llegar los neurotransmisores a estos receptores se abren los canales iónicos ubicados en las membranas de las células lo que permite la entrada de iones (cargas eléctricas).

La comunicación sináptica ha sido definida por la acción de 2 mecanismos, la transmisión sináptica eléctrica y la transmisión sináptica química.

Para este último tipo de comunicación actúan los neuromoduladores que son sustancias que son liberadas por neuronas para regular la actividad neuronal a nivel sináptico o endócrino. (Fig. 35)

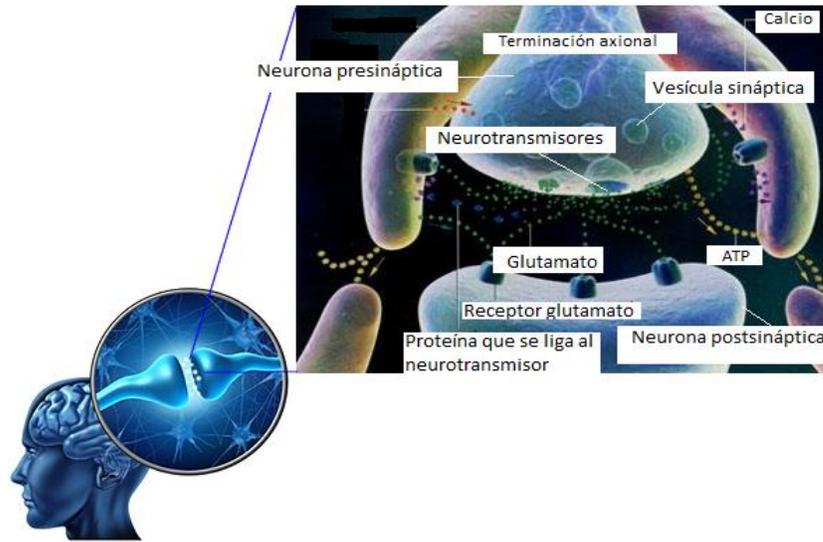


Figura 35. Actividad neuronal. UnADM

Los neuromoduladores, actúan de manera muy similar a los neurotransmisores, aunque se diferenciarán de estos porque su acción no se encuentra limitada al espacio sináptico sino que se difunden a través del fluido extraneuronal, interviniendo de manera directa en las consecuencias post sinápticas del proceso de neurotransmisión. Entre estos se destacan: radicales libres, amocidérgicos, peptidérgicos, adrenérgicos y colinérgicos.

Así mismo, se encuentra una clasificación de los neurotransmisores de acuerdo a su tamaño, localización y función, como se muestra en la tabla 3 y 4.

Transmisores pequeños		
Neurotransmisor	Localización	Función
Acetilcolina	Sinapsis con músculos y glándulas; muchas partes del sistema nervioso central (SNC)	Excitatorio o inhibitorio Envuelto en la memoria
Aminas		Mayormente inhibitorio; sueño, envuelto en estados de ánimo y emociones
Serotonina	Varias regiones del SNC	
Histamina	Encéfalo	Mayormente excitatorio; envuelto en emociones, regulación de la temperatura y balance de agua
Dopamina	Encéfalo; sistema nervioso autónomo (SNA)	Mayormente inhibitorio; envuelto en emociones/ánimo; regulación del control motor



Epinefrina	Áreas del SNC y división simpática del SNA	Excitatorio o inhibitorio; hormona cuando es producido por la glándula adrenal
Norepinefrina	Áreas del SNC y división simpática del SNA	Excitatorio o inhibitorio; regula efectores simpáticos; en el encéfalo envuelve respuestas emocionales
Aminoácidos Glutamato	SNC	El neurotransmisor excitatorio más abundante (75%) del SNC
GABA	Encéfalo	El neurotransmisor inhibitorio más abundante del encéfalo
Glicina	Médula espinal	El neurotransmisor inhibitorio más común de la médula espinal

Tabla 3. Transmisores pequeños.

Transmisores grandes		
Neurotransmisor	Localización	Función
Neuropéptidos	Encéfalo; algunas fibras del SNA y sensoriales, tracto	Función en el SN incierta
Péptido vaso-activo intestinal	retina, tracto gastrointestinal	
Colecistoquinina	Encéfalo; retina	Función en el SN incierta
Sustancia P	Encéfalo; médula espinal, rutas sensoriales de dolor, tracto gastrointestinal	Mayormente excitatorio; sensaciones de dolor
Encefalinas	Varias regiones del SNC; retina; tracto intestinal	Mayormente inhibitorias; actúan como opiatos para bloquear el dolor
Endorfinas	Varias regiones del SNC; retina; tracto intestinal	Mayormente inhibitorias; actúan como opiatos para bloquear el dolor, producen placer

Tabla 4. Transmisores grandes.

Para complementar este tema de neurotransmisores, se presenta el siguiente video:



Herranz A. (2008). *Neurotransmisores*

[Video] Disponible en:

<https://www.youtube.com/watch?v=eJzaBWYRzac>



De acuerdo a Velásquez G., 2006 menciona que son varios los factores que intervienen en la nutrición como es el sistema nervioso central, el tracto digestivo y la circulación que interactúan para el comportamiento alimentario. Los estímulos gastrointestinales, los nutrientes circulares, los neurotransmisores y las señales hormonales estimulan el cerebro, especialmente al hipotálamo, para regular la ingesta de alimentos. Así mismo, que se requiere de un óptimo funcionamiento de los neurotransmisores (como la serotonina, dopamina, acetilcolina) que impactan en la conducta alimentaria, como se menciona en el siguiente video:



Aaneu M. (2015). *Nutrientes y neurotransmisores*

[Video] Disponible en:

<https://www.youtube.com/watch?v=RwEShso8V2U>

Una vez revisado el sistema nervioso, y estructuras que lo conforman, es momento de relacionar estos conocimientos para explicar a continuación los mecanismos que intervienen en el control del hambre y saciedad.

### 1.4.2 Centro del control del hambre y saciedad

El hambre, el apetito, la saciedad y el balance energético se regulan en el hipotálamo. En él se alojan los centros del hambre y la saciedad.

El hipotálamo puede responder por medio de estímulos nerviosos y la acción de hormonas a los cambios en las cantidades ingeridas de los alimentos, el tamaño de los depósitos grasos; tratando siempre de mantener cifras “normales” de glucosa en la sangre (mecanismo glucostático), el tamaño de los depósitos hepáticos de glucógeno (mecanismo glucogenostático); o el peso adecuado para la talla (estatura).

Desde que el individuo percibe al alimento hasta que se produce la ingestión del mismo, intervienen toda una serie de señales sensitivas (entre ellas, el olor y sabor, y la textura) información que a través de los pares craneales son transmitidas hasta el sistema nervioso central, y que desencadenan la acción de comer, trasladarse por el alimento, olerlo, tocarlo, colocarlo en la boca, la degustación del mismo, y finalmente, la masticación y deglución. Ingerida una cierta cantidad de alimento, el sujeto alcanza la saciedad, y detiene la ingesta de alimentos.



Las estructuras anatómicas encargadas de la alimentación son los núcleos laterales del hipotálamo mientras que los núcleos ventromediales sirven como el centro de la saciedad.

En el núcleo arcuato o arqueado convergen numerosas hormonas segregadas desde el tubo digestivo y el tejido adiposo para regular la ingestión de alimentos y el consumo energético. Cuando se perciben las señales nerviosas de llenado gástrico, señales químicas de los nutrientes de la sangre (glucosa, aminoácidos y ácidos grasos) indican la saciedad y señales de las hormonas gastrointestinales de las hormonas liberadas por el tejido adiposo y de la corteza cerebral (visión, olfacción y gusto) que modifican la conducta alimentaria.

Las hormonas que participan en la regulación de la ingesta pueden dividirse en dos grupos: uno que actúa rápidamente e influye en las comidas individuales, y otro que actúa más lentamente para promover el equilibrio a largo plazo de las reservas de grasa del organismo.

Los reguladores de largo plazo incluyen a la leptina y la insulina. La **leptina** llega al torrente sanguíneo en respuesta a la proporción de tejido adiposo que contiene el cuerpo y la insulina, por el páncreas, inciden sobre el apetito estimulando o inhibiendo a las neuronas del hipotálamo.

La hormona **grelina**, es secretada por el estómago, constituye otro tipo de señal de alerta. Sus niveles se elevan abruptamente antes de las comidas, con el estómago vacío, indicándole al cerebro que es hora de tener hambre, y después caen igual de rápido, cuando el estómago está lleno (Fig. 36).

El péptido YY, es considerado una hormona antihambre es segregada tras ingerir una comida alta en grasas, reduce la ingesta durante 12 horas o más. De igual manera la colecistocinina se libera en respuesta a la entrada duodenal de grasa y ejerce un efecto directo sobre los centros de alimentación, reduciendo la ingesta posterior.

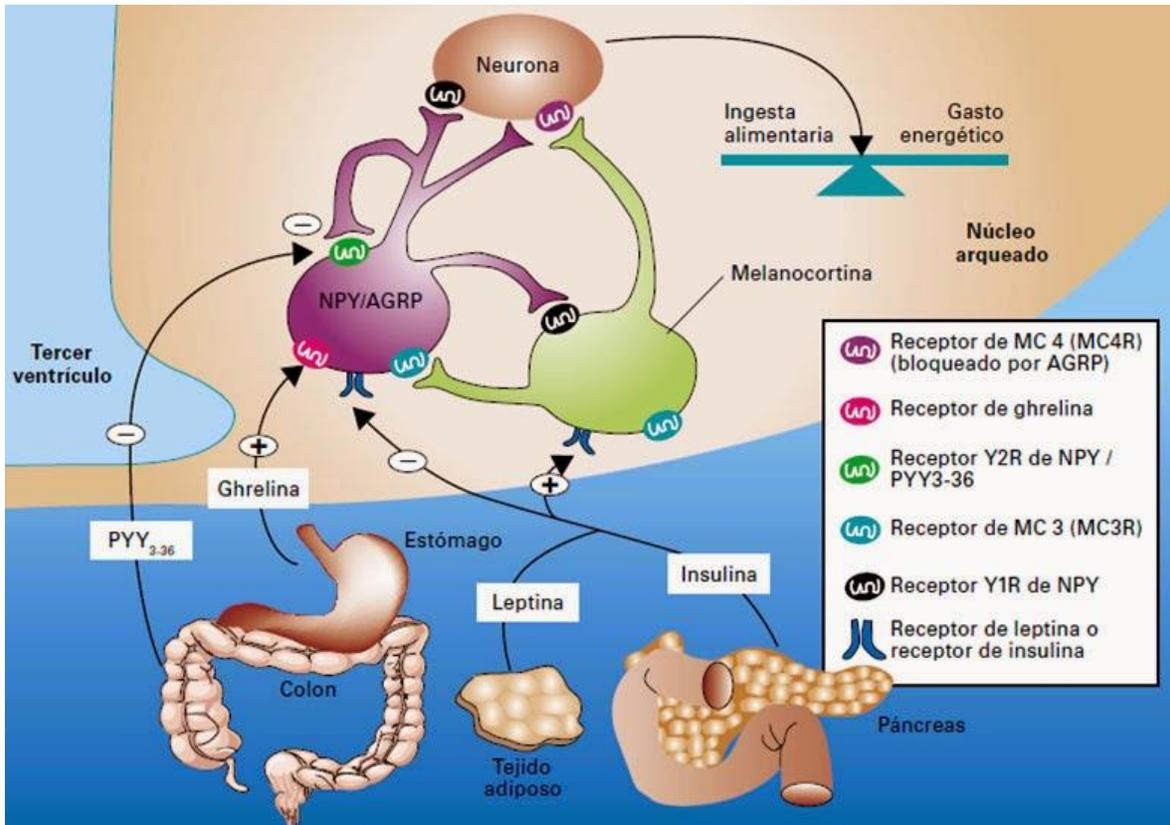


Figura 36. [Control del hambre y saciedad.](#)

De esta manera las principales sustancias implicadas en el control del hambre y la saciedad quedan sintetizadas en la siguiente tabla 5.

Hormonas que disminuyen la ingesta (anorexígeno)	Hormonas que estimulan la ingesta (orexígeno)
Hormona estimulante alfa de los melanocitos	Neuropéptido Y (NPY)
Leptina	Proteína relacionada con agutí (AGRP)
Serotonina	Hormona concentradora de melanina
Noradrenalina	Orexinas A y B
Hormona liberadora de corticotropina	Endorfinas
Insulina	Galanina (GAL)
Colecistocinina (CCK)	Aminoácidos (glutamato y ácido gama amino butírico)
Péptido parecido al glucagón (GLP)	Cortisol
Transcrito regulado por la cocaína y anfetamina (CART)	Grelina
Péptido YY (PYY)	

Tabla 5. Hormonas que intervienen en la ingesta de alimentos. UnADM



Para ser más ilustrativo, la función de las hormonas en el hambre y saciedad observa los siguientes videos.



Sinapsis MX (2015). *La fisiología del hambre y saciedad* [Video] Disponible en:

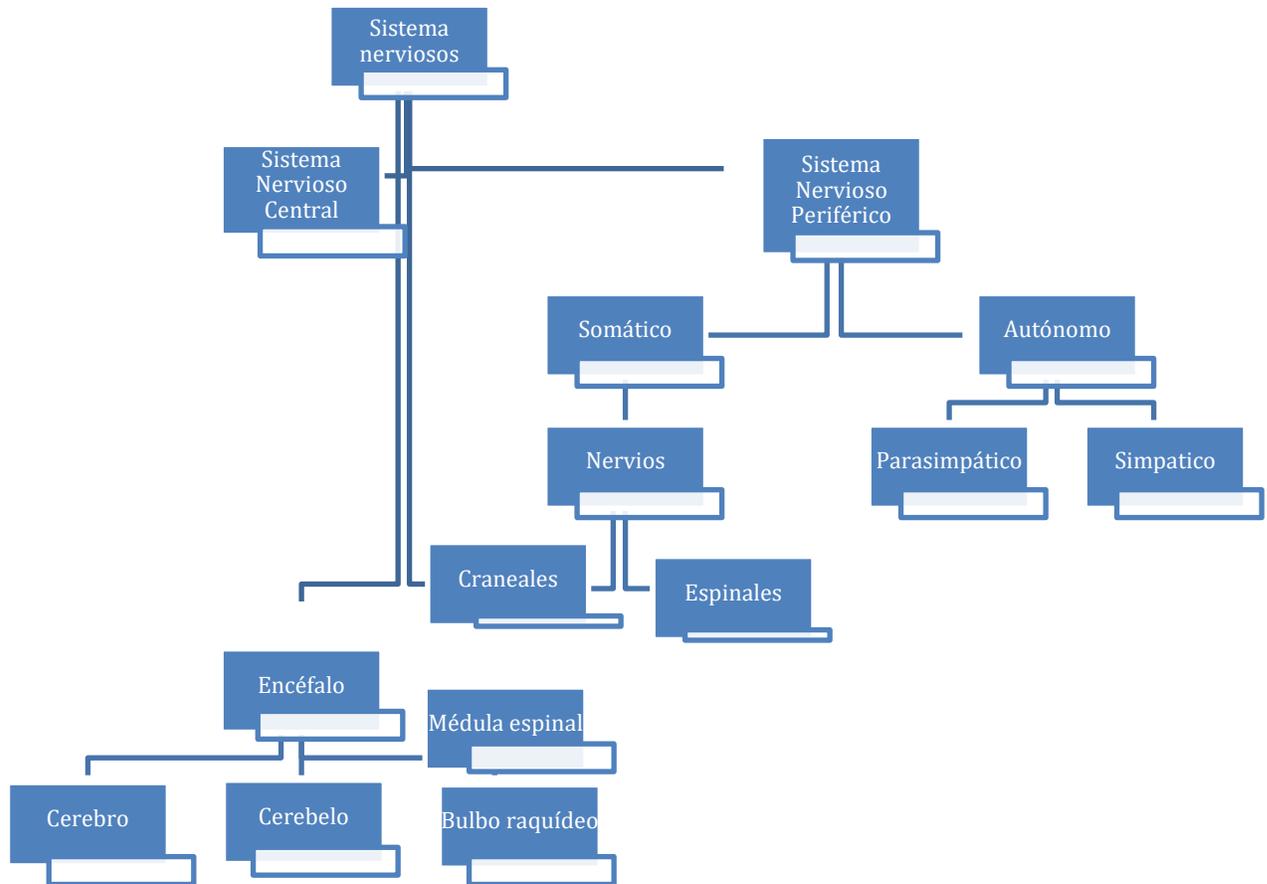
<https://www.youtube.com/watch?v=CGWYJ0LGDNO>



## Cierre de la unidad

Como habrás notado a lo largo de la unidad, el cerebro es el órgano más complejo del cuerpo, y que sigue aún en investigación para comprender su comportamiento.

En la unidad has revisado cada una de las siguientes estructuras desde el punto de vista anatómico y fisiológico.



Como habrás identificado el sistema nervioso es un conjunto de órganos y red de tejido nerviosos, que regulan las actividades conscientes e inconscientes del organismos. La unidad básica es la neurona, éstas reciben estímulos y conducen los impulsos nerviosos. La comunicación entre dos neuronas se llama sinapsis, es así donde se lleva a cabo la transmisión del impulso nervioso.

Por señalar algunos de los órganos que se ha estudiado es el Cerebro que regula las funciones básicas del cuerpo, lo que permite interpretar y responder a todo lo que experimentamos, da forma a los pensamientos, sentimientos y comportamientos.



Se divide por dos hemisferios (izquierdo y derecho) y a la vez cada uno de los está dividido por 4 lóbulos: frontal, parietal, temporal y occipital. Los hemisferios se encuentran unidos por una sustancia blanca llamado cuerpo calloso. Cada hemisferio regula las actividades de la parte contraria, es decir, el hemisferio izquierdo maneja la parte derecha del cuerpo y viceversa.

Cada lóbulo presenta localizaciones cerebrales, las cuales son los centros de funcionamiento de las actividades diarias, así encontramos el centro visual en el lóbulo occipital, el auditivo en el lóbulo temporal, gusto y el olfato en el parietal, y las zona motora en el lóbulo frontal. De igual manera, se ubican en los diferentes lóbulos habilidades comprensión, lenguaje, asociación, sentimientos como el miedo, placer, ansiedad.

Por otro lado, los órganos de los sentidos son los encargados de relacionarnos con el entorno, captan los estímulos y los envían al cerebro, el cual produce una respuesta para ejecutar una acción de acuerdo al estímulo, este proceso se lleva en microsegundo y pueden ser darse varios en forma simultáneamente. Es por ello la importancia de reflexionar sobre los alimentos que producen algún estímulo para su consumo.

Otra de los órganos a mencionar y que compete a nuestra área de conocimiento es el hipotálamo como regulador de varias funciones, entre ellas el **hambre**, y con respecto a ello existe un mecanismo de hormonas que interactúan en la saciedad (leptina) y hambre (grelina). Sin olvidar el Sistema Periférico (somático y autónomo) que tienen un papel importante para el funcionamiento del sistema digestivo y demás aparatos.

Finalmente, se puede concluir la importancia de conocer los mecanismos que ocurren a nivel anatómico y fisiológico en el sistema nervioso como centro del control para el comportamiento humano, pero también como receptor y transformador de nutrientes que requieren los demás sistemas corporales incluyendo al mismo cerebro que consume el 30% de la energía del cuerpo que aportan los alimentos que se consumen diariamente.



## Para saber más

Para repasar un poco más sobre el sistema nervioso sobre su anatomía y funciones, te recomendamos los siguientes materiales:



Youtube. (n.d.). (4) El sistema nervioso: documental completo | Osgam - YouTube.  
<https://www.youtube.com/watch?v=Qkz5AEZZeso&t=2s>



(2010) Sistema Nervioso Central y Periférico. [Video]. Disponible en:  
<https://www.youtube.com/watch?v=UA7fymQec30>



Discovery Channel. (2011). Cuerpo Humano al Límite - El Cerebro 2-5. [Video] Retomado de:  
<https://www.youtube.com/watch?v=ZqD-1qXiPol>



González M. et. al. (2006). Regulación neuroendócrina del hambre, la saciedad y mantenimiento del balance energético en *Revista Medigraphic* Vol. VIII No. 3 Diciembre 2006. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/invsal/isq-2006/isq063i.pdf>



Flores J. et. al. (2006). *Mecanismos alternativos de la acción de neuromoduladores energético*. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/invsal/isq-2006/isq063i.pdf>



## Actividades

**La elaboración de las actividades estará guiada por tu docente en línea**, mismo que te indicará, a través de la *Planeación didáctica del docente en línea*, la dinámica que tú y tus compañeros (as) llevarán a cabo, así como los envíos que tendrán que realizar.

Para el envío de tus trabajos usarás la siguiente nomenclatura: **AFI2\_U1\_A#\_XXYZ**, donde AFI2 corresponde a las siglas de la asignatura, U1 es la unidad de conocimiento, A# es el número y tipo de actividad, el cual debes sustituir considerando la actividad que se realices, XX son las primeras letras de tu nombre, Y la primera letra de tu apellido paterno y Z la primera letra de tu apellido materno.

### Autorreflexiones

Para la parte de **autorreflexiones** debes responder las *Preguntas de Autorreflexión* indicadas por tu docente en línea y enviar tu archivo. Cabe recordar que esta actividad tiene una ponderación del 10% de tu evaluación.

Para el envío de tu autorreflexión utiliza la siguiente nomenclatura:

AFI2\_U1\_ATR \_XXYZ, donde AFI2 corresponde a las siglas de la asignatura, U1 es la unidad de conocimiento, XX son las primeras letras de tu nombre, y la primera letra de tu apellido paterno y Z la primera letra de tu apellido materno.



## Fuentes de consulta

### Básicas

- Drake, R., Vogl, W. y Mitchell, A. (2009). *Anatomía de Gray*. Barcelona: Elsevier.
- Drucker, R. (2005). *Fisiología médica*. México: Manual Moderno.
- Hall, J. y Guyton, A. (2007). *Compendio de fisiología médica* (12ª ed.). Barcelona: Elsevier.
- Netter, F. (2011). *Atlas de anatomía humana* (5ª ed.). Barcelona: Elsevier.
- Quiroz, F. (2007). *Anatomía humana*. (Volumen 1). México: Porrúa
- Velásquez G. (2006) *Nutrición y dietética*. Colombia: Universidad Antioquia.

### Complementarias

- Gil, A. (2010) *Tratado de Nutrición. Bases fisiológicas y bioquímicas de la nutrición* (2ª ed.). México: Panamericana.
- Laguna, R. y Claudio, V. (2007). *Diccionario de nutrición y dietoterapia* (5ª ed.). México: McGraw-Hill.
- Tortora, G. y Derrickson, B. (2006). *Anatomía y fisiología humana* (11ª ed.). Madrid: Panamericana.
- Snell, Richard S. (2007) *Neuroanatomía clínica*. 6ª. Ed. España