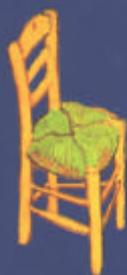




FUNDAMENTOS BIOLÓGICOS DE LA CONDUCTA

Águeda del Abril Alonso • Emilio Ambrosio Flores
M^a Rosario de Blas Calleja • Ángel A. Caminero Gómez
Juan M. de Pablo González • Enrique Sandoval Valdemoro



SANZ Y TORRES



1^a Edición
Revisada

CAPITULO 15. ORGANIZACIÓN ANATOMOFUNCIONAL DEL SNC II. DIENCEFALO Y HEMISFERIOS CEREBRALES

EL DIENCEFALO.

En nuestra especie, el encéfalo anterior se organiza en un eje antero-posterior que rompe la continuidad del eje longitudinal vertical de la médula espinal y del tronco del encéfalo. Para comprender la organización anatómica del encéfalo anterior, hay que tener en consideración tres coordenadas: antero-posterior, medio-lateral y dorso-ventral. En este contexto, los terminos posterior-anterior equivalen a caudal y rostral, respectivamente. Por el contrario, los términos dorsal y ventral, aquí equivalen a superior e inferior.

El diencefalo tiene una situación central en el encéfalo, ya que se localiza entre los hemisferios cerebrales y el tronco del encéfalo, y a través de él pasan la mayoría de las fibras que se dirigen a la corteza cerebral, por lo que es fundamental para la actividad cortical.

Localización, componentes y características funcionales generales del diencefalo.

El diencefalo está formado por cuatro componentes: el hipotálamo, el tálamo, el subtálamo y el epitálamo. Posición central bajo los hemisferios cerebrales y alrededor del III ventrículo.

En la superficie ventral del encéfalo se aprecia su zona ventral y el **quiasma óptico**. En el quiasma óptico se cruzan parte de la fibras del nervio óptico procedente de la retina de un ojo y se juntan con las procedentes del otro, formándose el tracto óptico. El **nervio óptico** es el único nervio craneal que entra al nivel del diencefalo.

Lo forman los siguientes cuatro componentes:

- El **tálamo**, está formado por dos cuerpos ovoides, dispuestos uno a cada lado del III ventrículo, unidos en el centro por un puente de sustancia gris denominado **masa intermedia**.
- El **epitálamo**, integrado por la habénula, la glándula pineal y la estra medular.
- El **subtálamo**
- El **hipotálamo**, se localiza ventral al tálamo, del cual le separa el **surco hipotalámico**, una pequeña hendidura de la pared lateral del III ventrículo. Se extiende desde el entorno de la **lámina terminal** hasta los **cuerpos o nucleos mamilares**. La **hipófisis**, es una glándula endocrina formada por dos lóbulos, el anterior o adenohipófisis, que es propiamente el tejido glandular, y el posterior o neurohipófisis, que forma parte del tejido nervioso.

Globalmente, el diencefalo tiene una organización anatomofuncional similar a la del tronco del encéfalo y la médula espinal. Esta organización se aprecia claramente en los dos grandes componentes del diencefalo: el tálamo y el hipotálamo.

El **tálamo** es un centro fundamental de coordinación sensorial, aunque realiza otras funciones. El tálamo recibe información de todos los sentidos, y es el centro por el que la mayoría de esta información sensorial, a excepción de la olfatoria, tiene acceso a la corteza cerebral. Es decir, canaliza la mayoría de las aferencias que llegan a la corteza cerebral. El tálamo ocupa una posición dorsal en el diencefalo.

Por el contrario, el hipotálamo es un centro fundamental en la coordinación de los sistemas efectores { motores (visceral y somático) y endocrino}. Recibe muchas influencias de diversas estructuras de los hemisferios cerebrales y las canaliza hacia el tronco del encéfalo y hacia la médula espinal. Así, influye fundamentalmente sobre el sistema nervioso autónomo (visceral), y de modo más indirecto, sobre el sistema motor somático. Su influencia sobre el otro sistema efector, el sistema endocrino, es única en el encéfalo. El propio hipotálamo funciona como un centro efector endocrino (neuroendocrino), secretando hormonas, y es el único centro del encéfalo para la coordinación o control del sistema endocrino.

A continuación vamos a exponer las características fundamentales de estos componentes del diencefalo, comenzando por el hipotálamo.

EL HIPOTÁLAMO.

El hipotálamo representa menos del 1% del peso total del encéfalo y, sin embargo, a pesar de su tamaño mínimo, tiene una gran importancia funcional, porque:

1. Es un centro fundamental para la coordinación de los sistemas efectores (autónomo, endocrino y, en menor medida, del somático) y, a través de ellos, controla funciones básicas que proporcionan un medio interno estable para el organismo.
2. Al igual que la médula espinal y el tronco del encéfalo, el hipotálamo influye sobre la corteza cerebral a través del tálamo.

A continuación vamos a ver cómo se organiza estructuralmente el hipotálamo, las múltiples influencias que recibe y las vías mediante las que realiza su funciones.

Organización interna del hipotálamo: regiones, zonas y núcleos hipotalámicos.

En el hipotálamo, se distinguen varios núcleos junto a una matriz más difusa de células heterogéneas denominadas áreas. Estos núcleos y áreas están organizados en regiones y zonas,

Está organizado en el **eje antero-posterior** en tres regiones:

- La **región anterior**, en ella se localiza la región preóptica.
- La **región tuberal**
- La **región posterior** del hipotálamo se caracteriza por la presencia de los cuerpos o núcleos mamilares.

En el **eje medio-lateral**, el hipotálamo está organizado en tres zonas.

- La **zona periventricular**
- La **zona medial**
- Y por último la **zona lateral**, es la que contiene menos núcleos definidos, está atravesada por numerosas fibras.

Principales aferencias del hipotálamo.

Dada la complejidad, nos vamos a limitar a señalar solamente algunas de las aferencias principales del hipotálamo a nivel general. El hipotálamo es un centro al que llega una parte importante de la información sensorial que recibe el SNC, y esta información converge con otras señales procedentes de diversas zonas del SNC, incluidos el tálamo y la corteza cerebral, y de distintas zonas del organismo. Esta convergencia es fundamental para las funciones que desempeña.

El hipotálamo recibe:

- Información visceral directamente desde las **neuronas sensoriales viscerales de la médula espinal**, cuyos axones alcanzan el hipotálamo.
- Gran cantidad de información que procede del **tronco del encéfalo**: los núcleos viscerales le aportan información visceral; la formación reticular, también le aporta indirectamente información somática y visceral,
- Multitud de influencias desde las estructuras del **encéfalo anterior**, que proceden del tálamo y de los hemisferios cerebrales.
- Proyecciones directas desde la **retina** que le aportan información visual.

- Señales procedentes de diversas zonas del organismo. También se suma la constante información que recibe desde el **sistema endocrino** a través de la circulación sanguínea.

Vamos a exponer hacia dónde se dirigen sus señales, es decir sus eferencias, para llevar a cabo sus funciones.

Vías eferentes principales del hipotálamo.

En el hipotálamo se originan tres bloques de proyección fundamentales, mediante los cuales coordina los sistemas efectores e influye sobre la corteza cerebral: las vías que se dirigen a la hipófisis, las vías descendentes al tronco del encéfalo y a la médula espinal, y las vías que se dirigen al tálamo.

1. A través de las **vías de dirige a la hipófisis el hipotálamo controla uno de los sistemas efectores fundamentales del organismo, el sistema endocrino**, del que depende en gran medida el mantenimiento del medio interno.
2. Mediante las **vías que descienden al tronco del encéfalo y la médula espinal**, el hipotálamo controla el sistema nervioso autónomo. Estas proyecciones descendentes **se dirigen hacia las neuronas motoras del sistema nervioso autónomo**, formando rutas por las que el hipotálamo puede coordinar numerosos procesos fisiológicos y conductuales. No es un centro motor como tal, sino que integra sus múltiples aferencias para asegurar una respuesta organizada y apropiada del sistema nervioso autónomo a través de diversas vías:
 - A) El hipotálamo influye sobre los **núcleos motores viscerales del tronco del encéfalo (viscerales)**. El **núcleo motor dorsal del vago** es un núcleo visceral parasimpático, que a través del nervio vago inerva diversos órganos internos (corazón, pulmones, intestinos, etc.)
 - B) Además se envían proyecciones descendentes directas hasta las **neuronas motoras viscerales (autónomas) de la médula espinal**. Así el hipotálamo **controla, mediante relevos y directamente, las funciones autónomas**.
 - C) **Las fibras descendentes del hipotálamo a la formación reticular le permiten influir sobre núcleos motores somáticos** de los nervios craneales, y sobre las vías motoras descendentes que se originan en la formación reticular.
3. En el hipotálamo, al igual que en la médula espinal y en el tronco del encéfalo, se originan **vías que se dirigen al tálamo**. A través de estos núcleos talámicos la múltiple información convergente en el hipotálamo tiene también **acceso a la corteza cerebral**.

EL TALAMO

El tálamo, el otro gran componente del diencefalo, es un centro fundamental para el procesamiento de la información sensorial, y junto a ésta desempeña otras importantes **funciones**:

1. El tálamo es un centro fundamental para la coordinación sensorial. A través de él pasa la gran mayoría de la información sensorial que alcanza la corteza cerebral: toda la información sensorial que accede al encéfalo por la médula espinal, el tronco del encéfalo y el propio diencefalo, pasa por el tálamo antes de llegar a la corteza cerebral.
2. También transmite a la corteza cerebral información procedente del hipotálamo.
3. El tálamo también es fundamental para transmitir al nivel cortical las señales del cerebelo y de estructuras subcorticales.

Organización interna del tálamo: los núcleos talámicos

Los núcleos del tálamo se organizan alrededor de una estrecha banda de sustancia blanca llamada **lámina medular interna**, que atraviesa el tálamo en su extensión antero-posterior. Esta lámina medular tiene forma de Y, y divide el tálamo en tres grandes partes: anterior, medial y lateral.

Los núcleos talámicos se denominan con su localización respecto a la lámina medular interna, y están agrupados en **siete grandes grupos nucleares: anterior, medial, lateral, ventral, reticular, intralaminar, y de la línea media.**

Los núcleos del tálamo son muy **diversos en cuanto a su organización citoarquitectónica**. Algunos tiene sus células organizadas en **láminas**, por ejemplo el geniculado lateral, tiene sus células organizadas en seis láminas separadas por bandas de fibras mielínicas. Estas láminas se agrupan, por el tamaño de sus células y por las proyecciones que reciben de la retina, en dos divisiones: la división magnocelulas (láminas 1 y 2) y la división parvocelulas (las láminas restantes). La organización laminar del núcleo geniculado lateral tiene una gran importancia funcional para mantener separada la información visual procedente de cada ojo.

Conectividad de los núcleos talámicos y características funcionales

El tálamo es una estructura clave para conocer la organización anatomofuncional de SN, ya que **transmite la mayoría de la información que alcanza la corteza cerebral**. Sin embargo, **la relación del tálamo y la corteza cerebral no es unidireccional, sino recíproca**, ya que la corteza cerebral devuelve sus proyecciones al tálamo. Funcionalmente, los núcleos talámicos se clasifican en núcleos de relevo y núcleos de proyección difusa. A continuación comentaremos cada uno de ellos.

Núcleos talámicos de relevo

Los **núcleos talámicos de relevo** son estaciones intermedias de procesamiento en el tránsito de la información hasta la corteza cerebral, y envían sus proyecciones a zonas concretas de la misma. Entre los núcleos de relevo están los que reciben aferencias sensoriales. Se consideran que éstos no actúan como una mera estación de relevo, sino que funcionan de un modo complejo y elaborado, integrando, seleccionando, procesando y, finalmente transmitiendo la información aferente a la corteza cerebral. Cada núcleo de relevo sensorial interviene en el procesamiento de una modalidad diferente, de modo que cada modalidad sensorial tiene su núcleo de relevo. La información olfatoria accede directamente a la corteza cerebral, aunque también se transmite hasta ella tras hacer relevo en el tálamo.

La división más grande del tálamo relacionada con la transmisión de señales a áreas concretas de la corteza cerebral es el **grupo nuclear ventral**.

Varios núcleos de este grupo son **estaciones de procesamiento y relevo de la información sensorial** a áreas concretas de la corteza:

El **núcleo ventral posterolateral** actúa como relevo para la información somática del cuerpo y las extremidades. Zonas específicas del **núcleo ventral posteromedial**, actúan de relevo para la información somática de la estructuras craneales, y de la información visceral gustativa. El **núcleo geniculado medial**, que recibe información auditiva. El **núcleo geniculado lateral** recibe la mayoría de fibras del tracto óptico, que es la continuación del nervio óptico procedente de la retina. El **núcleo ventral posteroinferior-intermedio** transmite la información vestibular.

Cada núcleo talámico de relevo sensorial recibe proyecciones desde el área de la corteza cerebral a la que proyecta.

Otros núcleos talámicos del grupo ventral actúan como **relevo de la información de carácter motor** recibida desde centros como el cerebelo y el cuerpo estriado, que están relacionados con el control motor:

El núcleo **ventral lateral oral** recibe información del cuerpo estriado, y el **núcleo ventral lateral caudal** desde los núcleos cerebelosos profundos. El **núcleo ventral anterior**, recibe aferencias desde el globo pálido y la sustancia negra.

No sólo hay núcleos talámicos de relevo sensorial y motor. La múltiple información convergente en el hipotálamo también se transmite a la corteza cerebral a través de núcleos de relevo: los **grupos nucleares anterior y medial**.

A diferencia de los otros grupos nucleares, el **grupo lateral** recibe sus principales aferencias desde la corteza cerebral, y transmite sus señales a las mismas zonas de las que recibe su información.

Se considera que este grupo nuclear – **núcleo lateral dorsal, núcleo lateral posterior, y núcleo pulvinar** – participa en el procesamiento elaborado de la información, fundamentalmente de carácter visual.

Núcleos talámicos de proyección difusa.

Los núcleos talámicos cuya conectividad no está restringida a áreas concretas de la corteza cerebral frecuentemente se han denominado núcleos inespecíficos, aunque actualmente el término más acuñado es el de núcleos de proyección difusa. Estos núcleos talámicos incluyen los núcleos intralaminares, los de la línea media y el núcleo reticular. Ahora nos vamos a centrar en la función del **núcleo reticular**. Este núcleo no tiene una función de activación cortical, sino que parece ser el sitio por el que el tálamo, en conjunción con la formación reticular, controla las señales que acceden a la corteza cerebral. Así, el núcleo reticular no proyecta a la corteza cerebral, y **en eso difiere de los otros núcleos del tálamo**.

Una vez vistos los componentes principales del diencefalo y sus funciones generales fundamentalmente para el control sensorial, pero también para el control motor, vamos a pasar a exponer los hemisferios cerebrales, que forman la mayor parte del encéfalo anterior, y son, el destino de gran parte de las proyecciones de las demás divisiones del SNC.

LOS HEMISFERIOS CEREBRALES

Los hemisferios cerebrales son dos grandes “cuerpos” que constituyen la parte más voluminosa de SNC. Su organización anatómica general es similar a la del cerebelo.

Al igual que en el cerebelo, la superficie externa de los hemisferios cerebrales está formada por un manto de sustancia gris que es la **corteza cerebral**. Por debajo de la corteza cerebral se encuentra la **sustancia blanca**, y en la profundidad de ésta, mezclada entre ella, se localizan numerosas estructuras que en conjunto se denominan **estructuras subcorticales**. Los componentes de los hemisferios cerebrales se organizan alrededor de los ventrículos laterales.

Los hemisferios cerebrales son responsables de la consciencia de las sensaciones, de la percepción, de los movimientos voluntarios, del aprendizaje, de la memoria, del pensamiento, del lenguaje, etc. Es decir, de funciones fundamentales del SN.

Aspecto externo de los hemisferios cerebrales; cisuras, circunvoluciones y lóbulos

Los hemisferios cerebrales en humanos **se caracterizan por** su incurvación alrededor del tronco del encéfalo y por el gran plegamiento de la corteza cerebral. Sólo alrededor de 1/3 de la corteza cerebral humana queda expuesta en la superficie. El resto queda escondido en grandes y pequeñas hendiduras, más o menos profundas, denominadas **cisuras** o surcos. Las superficies elevadas entre las cisuras forman los **giros** o **circunvoluciones cerebrales**.

Las cisuras son una de las características externas fundamentales de los hemisferios cerebrales ya que permiten establecer límites en su superficie. Entre ellas, las más notables son: la **cisura central** (de Rolando), la **cisura lateral** (de Silvio), y la **cisura parietooccipital**, ya que dividen parcialmente la superficie de cada hemisferio en cuatro grandes lóbulos. Estos lóbulos se denominan con el nombre del hueso craneal de los cubre: el **lóbulo frontal**, el **lóbulo parietal**, el **lóbulo occipital**, y el **lóbulo temporal**.

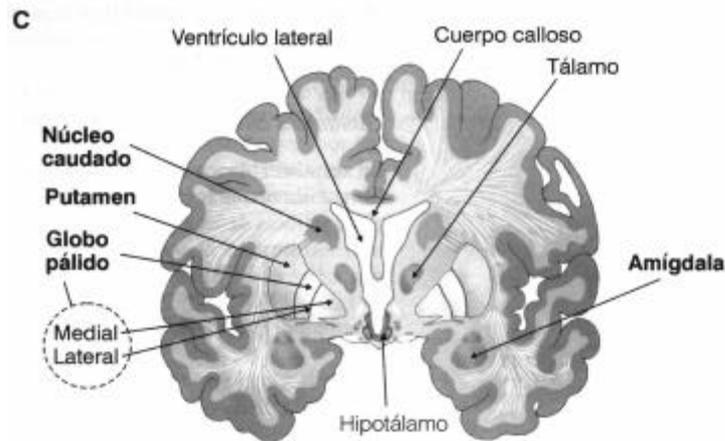
Otra de sus características fundamentales es que aunque ambos hemisferios cerebrales están separados, en los polos anterior y posterior, por la **cisura longitudinal** se mantienen unidos por **comisuras**. La más grande de estas comisuras es el **cuerpo calloso**.

Además de los cuatro lóbulos que hemos indicado, existen dos que no son visibles en la cara lateral de los hemisferios: el **lóbulo de la ínsula**, y el **lóbulo límbico**.

Organización interna de los hemisferios cerebrales

Estructuras subcorticales

En el centro de los hemisferios cerebrales se localizan tres grandes núcleos subcorticales que se agrupan bajo la denominación de **cuerpo estriado**: el **núcleo caudado**, el **putamen**, y el **globo pálido**. (fig 15.19)



El **núcleo caudado** tiene una forma alargada en forma de C, y en él se distinguen tres partes: la cabeza, el cuerpo y la cola

El mayor de los núcleos subcorticales es el **putamen**, que se localiza lateralmente en los hemisferios cerebrales **bajo el lóbulo de la ínsula**. El núcleo caudado y el putamen forman el **neostriado** o estriado.

El tercer componente del cuerpo estriado es el **globo pálido**, que constituye el paleostriado. Unas delgadas láminas medulares lo parcelan en **dos segmentos: lateral y medial**.

El cuerpo estriado tiene una gran relación anatomofuncional con dos núcleos tratados, la sustancia negra del mesencéfalo y el núcleo subtalámico del diencefalo, y juntos se denominan con el término de **ganglio basales**. Los circuitos neurales que se establecen entre los componentes de los ganglios basales, y entre éstos y la corteza cerebral a través del tálamo, son fundamentales para el control de los movimientos voluntarios.

Entre el ventrículo lateral y la comisura anterior, se localiza otra estructura subcortical, el **núcleo de la estría terminal**. En la cara medial del ventrículo lateral están los **núcleos septales**.

En la profundidad del lóbulo temporal, situada debajo de la corteza olfatoria, se localiza el complejo amigdalino o amígdala. Forma parte del circuito que controla conductas emocionales y motivacionales como el miedo, la agresividad, o la conducta sexual.

Sustancia blanca de los hemisferios cerebrales

La sustancia blanca de los hemisferios cerebrales está formada por tres tipos de fibras: fibras que interconectan los hemisferios, o comisuras, fibras de proyección y fibras de asociación:

1. Las principales **comisuras interhemisféricas** son la comisura anterior y el cuerpo caloso. La **comisura anterior** cruza a la línea media en la lámina terminal e interconecta los bulbos olfatorios y las regiones inferiores del lóbulo temporal de ambos hemisferios cerebrales. El **cuerpo caloso** es la comisura más grande y une ambos hemisferios por debajo de la cisura longitudinal.

2. El otro gran componente de la sustancia blanca lo forman las **fibras de proyección de la corteza cerebral**. Los axones que ascienden hasta la corteza cerebral, y los que desde ella se dirigen a las regiones más caudales del encéfalo y la médula espinal, se organizan en un gran tracto que irradia los hemisferios cerebrales. Al nivel superior de los hemisferios cerebrales estas fibras se distribuyen por los mismos en forma de abanico y se denominan **corona radiada**.
3. Las **fibras de asociación** son los axones que conectan distintas zonas de la corteza cerebral del mismo hemisferio.

LA CORTEZA CEREBRAL

Tiene las células organizadas en **capas horizontales** a la superficie de los hemisferios. Las **células piramidales** son las células de proyección típicas de la corteza cerebral. Se distinguen dos tipos de corteza cerebral: la allocorteza y la neocorteza.

La allocorteza

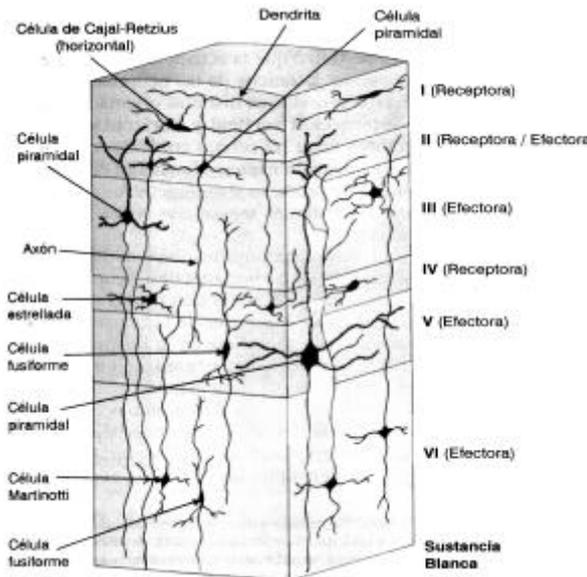
Constituye la corteza filogenéticamente más antigua: la corteza olfatoria y la corteza del lóbulo límbico. Esta corteza "antigua" que se denomina globalmente **allocorteza**.

La neocorteza

El 90% de la corteza cerebral humana está organizada en seis capas. Este tipo de corteza se denomina **neocorteza**. Llega a representar más de la mitad de toda la sustancia gris del SNC y dado que supone un gran porcentaje de corteza cerebral, se denomina **corteza cerebral**.

Sus células de proyección características son las **células piramidales**. Además posee otro tipo de células no piramidales (estrelladas, fusiformes, etc) llamadas **interneuronas**. Se distribuyen desigualmente en las seis capas. En cada una se agrupan células de forma y tamaño similar, de modo que **cada capa tiene su tipo celular** predominante.

A continuación vamos a comentar brevemente dos características fundamentales de su



organización anatomofuncional: la interacción vertical y horizontal entre sus neuronas y su organización columnar.

A pesar de que las aferencias se segreguen por capas, las redes densas y enmarañadas que forman las prolongaciones de los axones y las dendritas de las neuronas corticales permiten que la activación cortical se propague en los alrededores, por lo que permiten gran **interacción vertical y horizontal**, entre las neuronas corticales, que son la base anatómica de los procesos fisiológicos fundamentales.

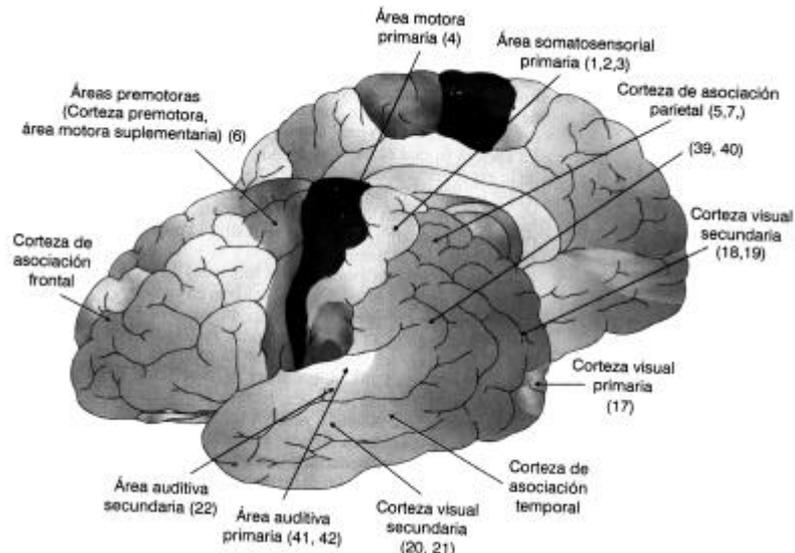
Otra característica de la organización anatomofuncional de la corteza es que sus células, además de organizarse en capas horizontales, tienen una marcada tendencia a organizarse verticalmente. Así, se forman pequeños cilindros o columnas de tejido cortical que

atravesan el espesor de las capas de la corteza, a modo de radios perpendiculares a la superficie de la misma. Esta disposición vertical de las células corticales se denomina **organización columnar**.

Áreas de la neocorteza

Una característica fundamental de la neocorteza es que no es uniforme. Es decir que, aunque se organiza en seis capas, existen diferencias en el grosor de la estructura de las mismas entre diferentes zonas de la neocorteza.

La corteza cerebral está dividida en áreas motoras, sensoriales, y áreas de asociación, como se muestra en la figura.



Las **áreas sensoriales** se localizan en los lóbulos parietal, temporal y occipital. Las áreas que reciben la mayoría de sus aferencias sensoriales directamente desde los núcleos de relevo sensorial del tálamo son las **áreas sensoriales primarias**. Cada sentido tiene su área sensorial primaria, y próximas a ellas están las áreas sensoriales secundarias. Las **áreas sensoriales secundarias, o áreas sensoriales de orden superior**, son aquellas que reciben la mayoría de sus aferencias desde sus correspondientes áreas sensoriales primarias o desde otras áreas sensoriales del mismo sentido, y se ocupan de aspectos elaborados del procesamiento de la información sensorial.

Citoarquitectónicamente se caracterizan porque tienen una capa granular interna muy prominente.

Las **áreas motoras** se localizan en el lóbulo frontal, y se clasifican en **área motora primaria y áreas premotoras o corteza motora secundaria**. Estas áreas controlan los movimientos voluntarios. En las áreas motoras se originan los tractos motores descendentes desde la corteza cerebral hasta el tronco del encéfalo y la médula espinal para el control de los músculos del cuerpo. El área motora primaria elabora órdenes que descienden a las motoneuronas para que ejecuten los movimientos de las diferentes partes del cuerpo. Las áreas premotoras también originan proyecciones motoras descendentes y, además, envía muchas proyecciones al área motora primaria e intervienen en la planificación de los movimientos.

Citoarquitectónicamente se caracterizan porque sus células piramidales envía sus axones hasta las neuronas motoras del tronco del encéfalo y la médula espinal: es el área motora primaria.

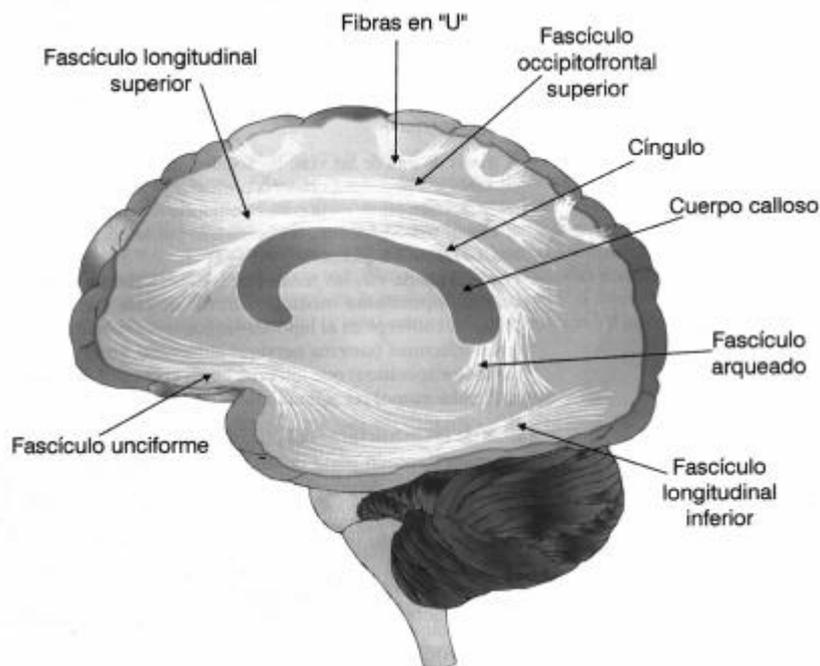
Mientras que las áreas sensoriales y motoras se ocupan, respectivamente, de codificar la información sensorial y de dar las órdenes de cómo y cuando las motoneuronas deben ejecutar los movimientos, la mayor parte de la corteza cerebral realiza funciones de integración superior. A estas áreas de la corteza se las denomina **áreas de asociación**.

Por ejemplo, la **corteza de asociación parietal** es fundamental para atender a estímulos complejos internos y externos, y cuando se produce una lesión en esta área hay trastornos en la percepción del propio cuerpo y del entorno en el que se mueve.

A continuación vamos a ver los tractos principales de conexión entre las áreas de un hemisferio.

Fibras de asociación cortical

Las **fibras de asociación cortical** son muy importantes funcionalmente. Estas fibras salen de las áreas de la corteza cerebral en las que se originan y pasan a formar parte de la sustancia blanca hasta que llegan a otras zonas de la corteza del mismo hemisferio cerebral. De este modo, a través de ellas, se producen múltiples interacciones entre las áreas corticales. Los haces que conectan regiones de circunvoluciones adyacentes se denominan **fibras de asociación cortas**, o **fibras en U**. Pero también existe una profusa comunicación entre regiones mucho más distantes, con haces de fibras que conectan lóbulos distintos. A estas fibras se las denomina **fibras de asociación largas**. Todo esto lo podemos ver en la siguiente figura.



Relaciones entre las estructuras hemisféricas, y vía eferentes de la corteza cerebral.

En este apartado vamos a señalar los aspectos fundamentales de la conectividad de las estructuras subcorticales y las vías descendentes desde la corteza cerebral al tronco del encéfalo y la médula espinal.

En los hemisferios cerebrales se establecen dos grandes bloques (sistemas) de conectividad a través de los que se relacionan la corteza cerebral y las estructuras subcorticales. El primero de ellos está formado por la corteza cerebral más antigua (allocorteza) y varias estructuras relacionadas que, en conjunto, se incluyen en dos sistemas funcionales también relacionados: el sistema olfatorio y el sistema límbico; el segundo se establece entre la neocorteza y los ganglios basales.

Vías olfatorias y Sistema límbico

La información olfatoria entra a los bulbos olfatorios por los nervios olfatorios. A diferencia de otras aferencias sensoriales, la olfatoria llega a la corteza olfatoria primaria sin hacer relevo en el tálamo. Las señales olfatorias siguen dos vías.

El **sistema límbico** forma parte del sustrato neural de las emociones. El hipotálamo y la amígdala se han propuesto como los centros de integración de las emociones. A través de su acción sobre los sistemas efectores, autónomo, endocrino y somático, fundamentalmente el hipotálamo, pero también la amígdala, parece que integran emociones y motivaciones en comportamientos.

Conectividad entre la corteza cerebral y los ganglios basales.

El segundo gran bloque de conectividad de los hemisferios cerebrales se establece entre la corteza cerebral y los ganglios basales. Las proyecciones de la neocorteza se dirigen fundamentalmente al **neocstriado**, que es la **principal área receptora del sistema:**

- El núcleo caudado, fundamentalmente procesa información cognitiva de orden superior.
- El putamen recibe información del entorno sensorial y de las órdenes motoras.
- El estriado ventral recibe las aferencias desde la corteza límbica.

La conectividad que se establece entre los ganglio basales y la corteza cerebral, a través del tálamo, forma un sistema modulador de control motor que es fundamental para la planificación y el desarrollo de los movimientos voluntarios. La perturbación del funcionamiento de este sistema produce trastornos motores tan graves como los que afectan a los enfermos de Parkinson.

Proyecciones descendentes de la corteza cerebral al tronco del encéfalo y la médula espinal.

Veamos en primer lugar las que finalizan en el tronco del encefalo. Las **fibras corticopontinas** se originan en gran parte de la corteza cerebral. Las proyecciones más abundantes proceden de las áreas motoras de la corteza. Las fibras corticopontinas descienden en la cápsula interna, y tras agruparse en los pedúnculos cerebrales, terminan en los núcleos pontinos, desde los cuales proyectan al cerebelo. Forman parte de un bucle cerrado por el que se comunican la corteza cerebral y el cerebelo.

Las fibras que terminan en los núcleos de los nervios craneales forman el **tracto corticobulbar**.

Las fibras que descienden a la médula espinal, fundamentalmente desde la corteza motora y la corteza somatosensorial, forman el **tracto corticoespinal**. Este tracto es la vía más larga. Se origina en extensas zonas de la corteza cerebral. Los axones procedentes de estas áreas descienden agrupados por la cápsula interna y los pedúnculos cerebrales. En el límite del bulbo raquídeo y la médula espinal más de dos tercios de estas fibras cruzan la línea media en la decusación piramidal, mientras que el resto permanece sin cruzar. Las fibras cruzadas descienden por la parte dorsal de la columna lateral de la medula espinal formando el **tracto corticoespinal lateral**. Las fibras que no cruzan la línea media descienden por la columna ventral de la médula espinal, formando el **tracto corticoespinal ventral**.

