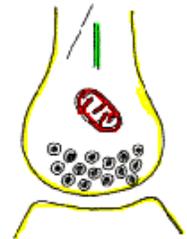
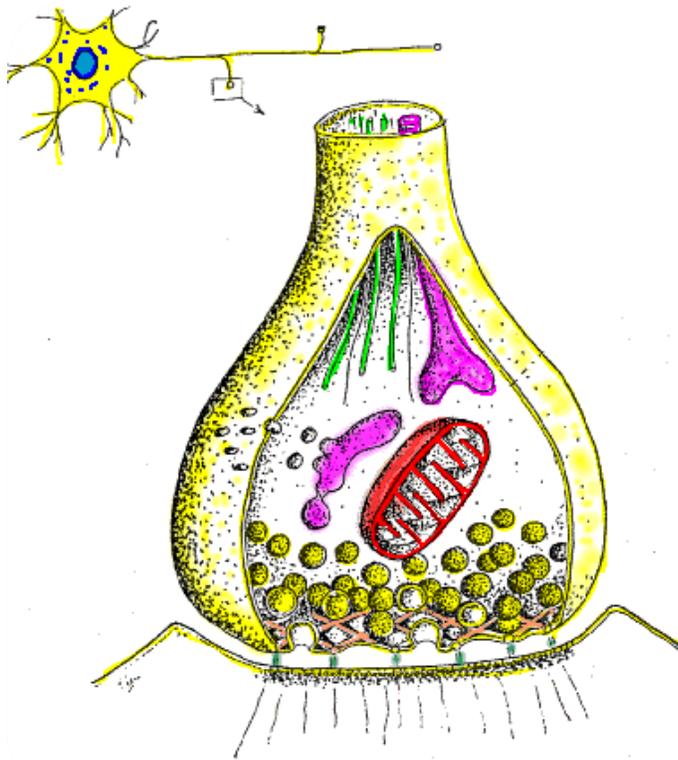


## CUADERNO DE EJERCICIOS

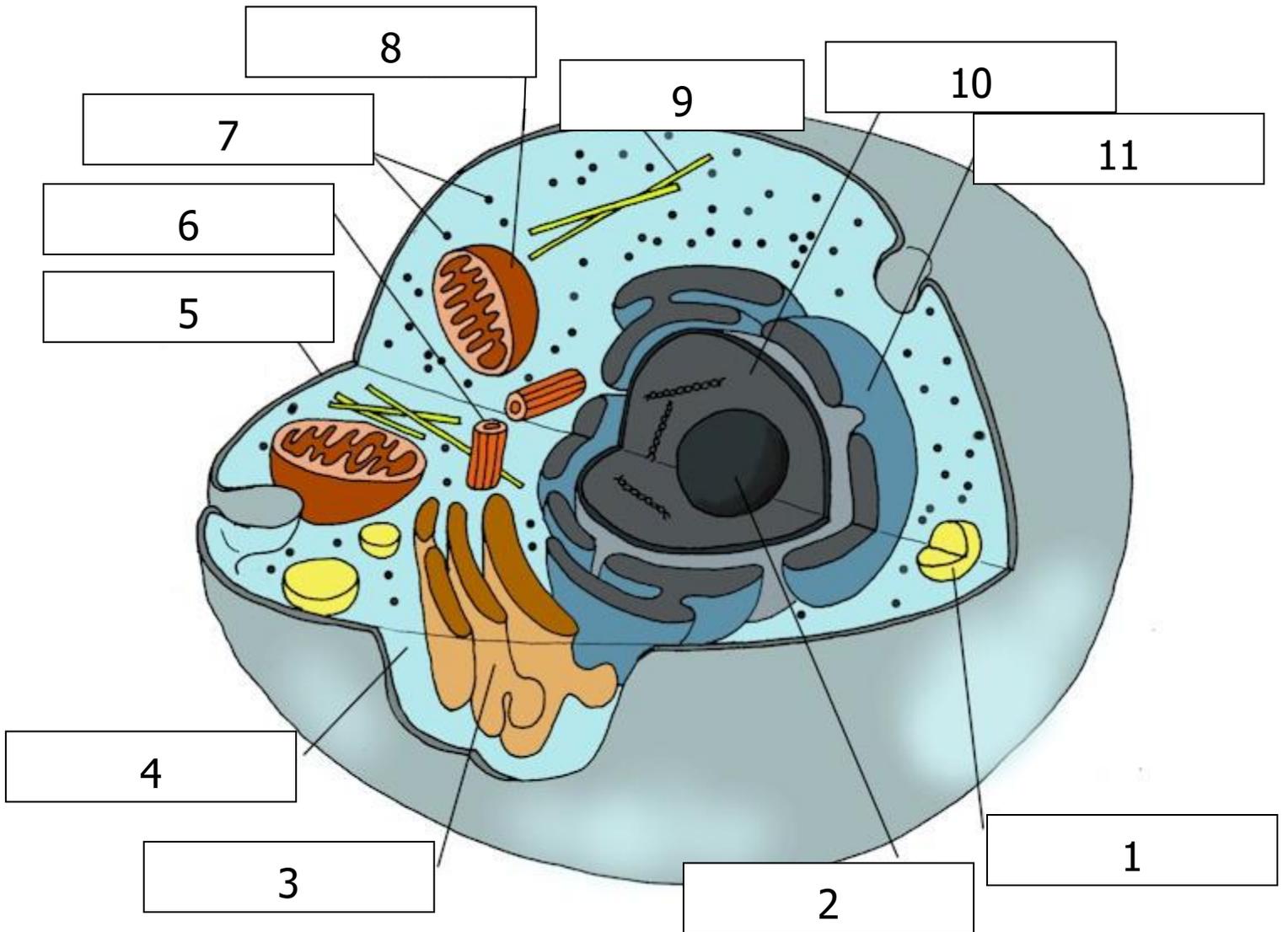


Prof. Mg. María Eugenia Roibón

Prof. Mg. Silvina Micchielli

**MATERIAL DE CÁTEDRA**

# CÉLULA EUCARIOTA



## GENÉTICA

1) Se entrecruzan dos semillas, una de ellas homocigota dominante y otra homocigota recesiva. El genotipo de su descendencia será:

- a. 50% heterocigota y 50% homocigota.
- b. 100% heterocigota.
- c. 75% heterocigota y 25% homocigota.

2) En los pájaros, el pico largo es recesivo al pico corto. Una hembra de raza pura de pico corto se aparea con un macho de pico largo. El fenotipo de su descendencia será:

- a. 100% pico corto.
- b. 50% pico corto y 50% pico largo.
- c. 75% pico corto y 25% pico largo.

3) Dos gatos están apareados. El macho es de pelo largo (alelo recesivo). La camada resultante contiene dos gatitos de pelo corto y tres de pelo largo. ¿Cómo es la hembra y cuál es su genotipo?

- a. Es de pelo corto y homocigota.
- b. Es de pelo largo y heterocigota.
- c. Es de pelo corto y heterocigota.

4) En los cobayos el color del pelaje está determinado por un único gen. Cuando se cruzaron líneas puras de cobayos negros con líneas puras de cobayos blancos, toda la descendencia resultante fue completamente negra. Esta descendencia F1 fue usada para realizar un nuevo entrecruzamiento.

- a. ¿Cuáles son los genotipos de los cobayos negros de la F1?
  - I. 100% heterocigota.
  - II. 50% heterocigota y 50% homocigota dominante.
  - III. 100% homocigota recesivo.
- b. ¿Cuáles son los genotipos de la descendencia del segundo entrecruzamiento?
  - I. 75% heterocigota y 25% homocigota dominante.
  - II. 50% heterocigota y 50% homocigota recesivo.
  - III. 50% heterocigota, 25% homocigota dominante y 25% homocigota recesivo.
- c. ¿Cuáles son los fenotipos de la descendencia del segundo entrecruzamiento?
  - I. 75% negros y 25% blancos.
  - II. 100% negros.
  - III. 100% blancos.

5) En los gatos, el pelo largo es recesivo al pelo corto. Un macho de raza pura de pelo corto se aparea con una hembra de pelo largo. Realizar las siguientes consignas:

- a. Indicar si los progenitores son homocigotas (recesivo o dominante) o heterocigotas.
- b. Indicar el genotipo y fenotipo de su posible descendencia.

6) La Sra. y el Sr. Rodríguez tienen ambos picos de viuda (dominante). Su primer hijo también tiene pico de viuda, pero su segundo hijo no. El Sr. Rodríguez acusa a su pareja de serle infiel. ¿Está en lo correcto? Justificar la respuesta.

7) Un hombre con cabello oscuro (heterocigota) y ojos marrones (homocigota dominante) se casa con una mujer con cabello claro y ojos celestes. Realizar las siguientes consignas:

- a. Dibujar el cuadro de Punnett con las posibilidades genotípicas de su descendencia.
- b. Interpretar el cuadro indicando el color de cabello y de los ojos de cada hijo y su cantidad.

*Nota: el cabello oscuro es dominante sobre el cabello claro; al igual que los ojos marrones sobre los celestes.*

8) Realizar el cruzamiento entre plantas donde el *alelo dominante***A** corresponde al color amarillo de la semilla; el *alelo recesivo***a** corresponde al color verde de la semilla; el *alelo dominante***B** es de la semilla lisa y el *alelo recesivo***b** se debe a la semilla rugosa.

Tenemos que hacer combinaciones genotípicas para conocer cómo serían sus descendientes.

Primero tenemos que cruzar las **gametas masculinas AaBb** con las **gametas femeninas AaBb**.

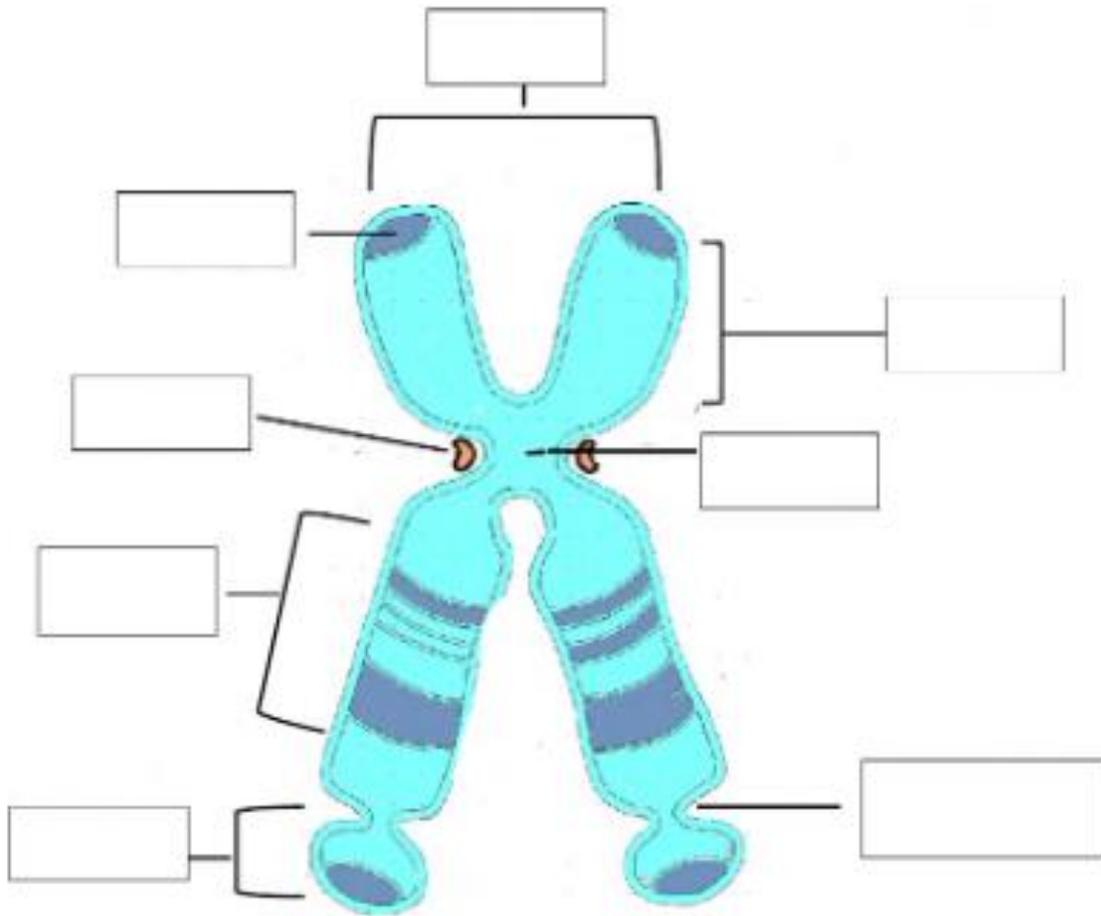
Una vez realizado este cruzamiento, podemos completar el cuadro de Punnett.

Una vez completado el cuadro, ¿cómo se interpreta?

9) El profesor Sankovich encontró una peculiar muestra de bacterias en una momia del pueblo Chinchorro, pueblo que habitó en lo que hoy es Ilo (Perú), hace unos seis mil años. Sin embargo, dado que no lograba determinar a qué especie de bacteria podían pertenecer, decidió secuenciar el ADN bacteriano utilizando la técnica de la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR), una técnica esencial hoy en día en Biología Molecular, y muy utilizada en la investigación forense y arqueológica, porque permite amplificar pequeñas muestras de ADN y con ello hacer un análisis exhaustivo de éste. Uno de sus ayudantes, no muy familiarizado con la técnica, perdió durante el procesamiento informático buena parte de los datos y sólo consiguió conocer que el 18% del ADN de las bacterias estaba constituido por el nucleótido de guanina. No obstante, recurriendo a las propiedades del ADN, logró informar al profesor de que la representación porcentual de cada uno de los nucleótidos del ADN bacteriano era una de las siguientes:

- a. 18% de guanina, 32% adenina, 18% citosina y 32% de timina.
- b. 18% de guanina, 18% adenina, 32% de citosina y 32% de timina.
- c. 18% de guanina, 32% adenina, 32% de citosina y el 18% de timina.
- d. 18% de guanina, 18% de citosina, 32% de adenina, 32% de uracilo.

## CROMOSOMA



TELÓMERO

BRAZO CORTO

SATÉLITE

CROMÁTIDAS

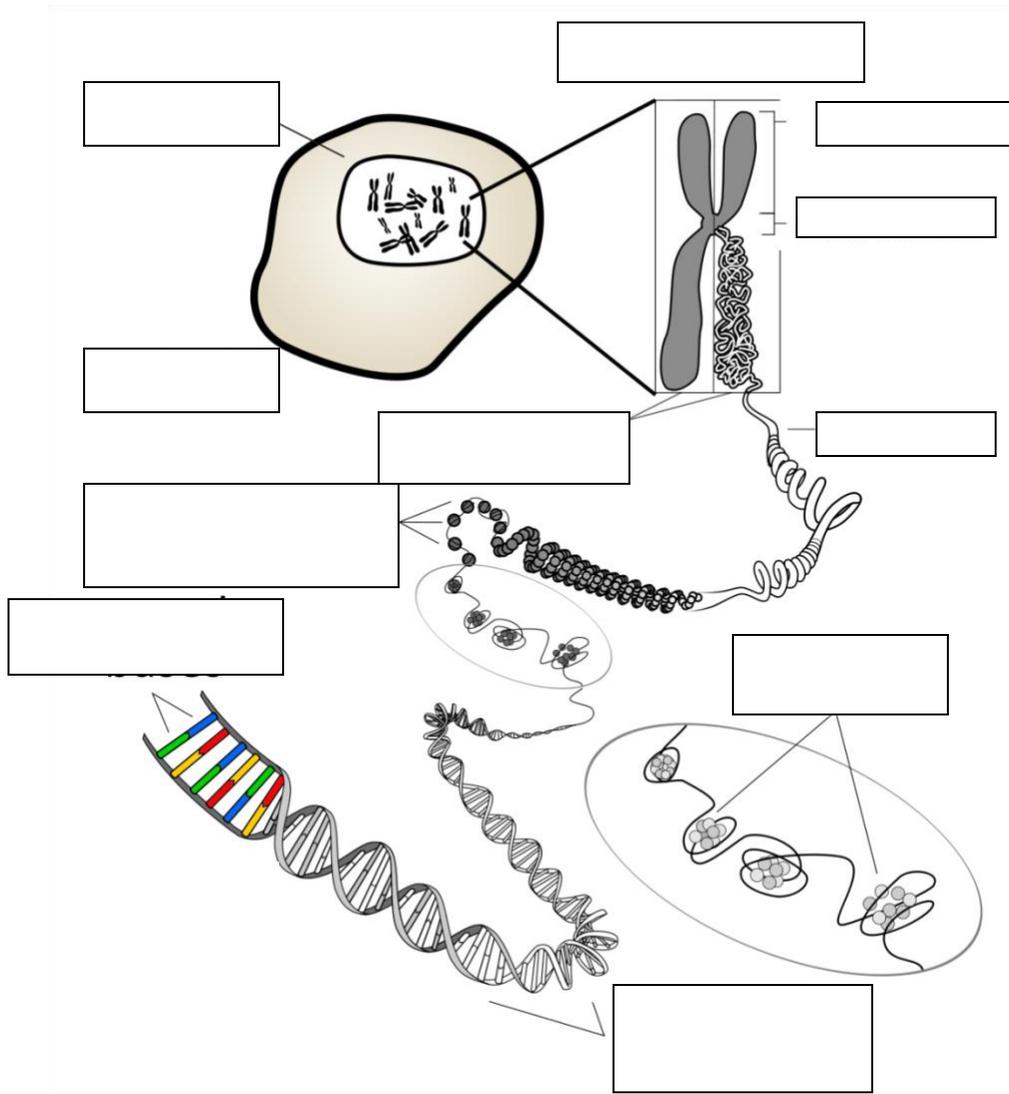
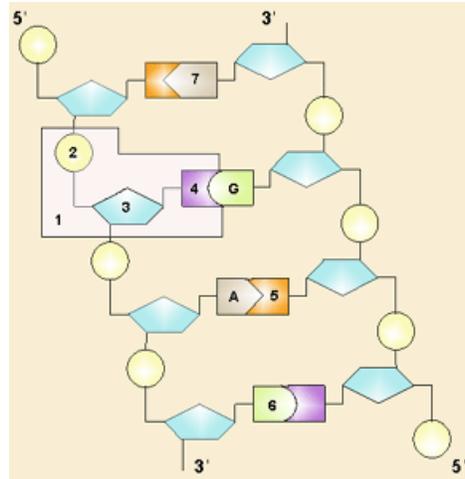
CENTRÓMERO

CINETOCORO

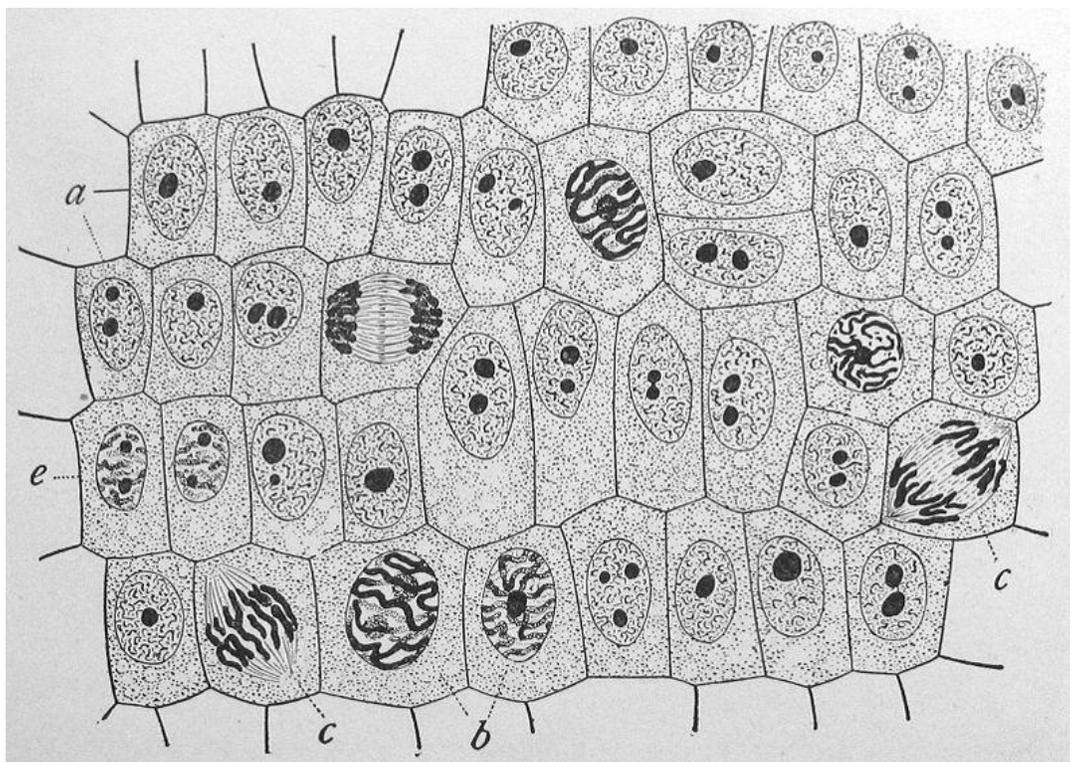
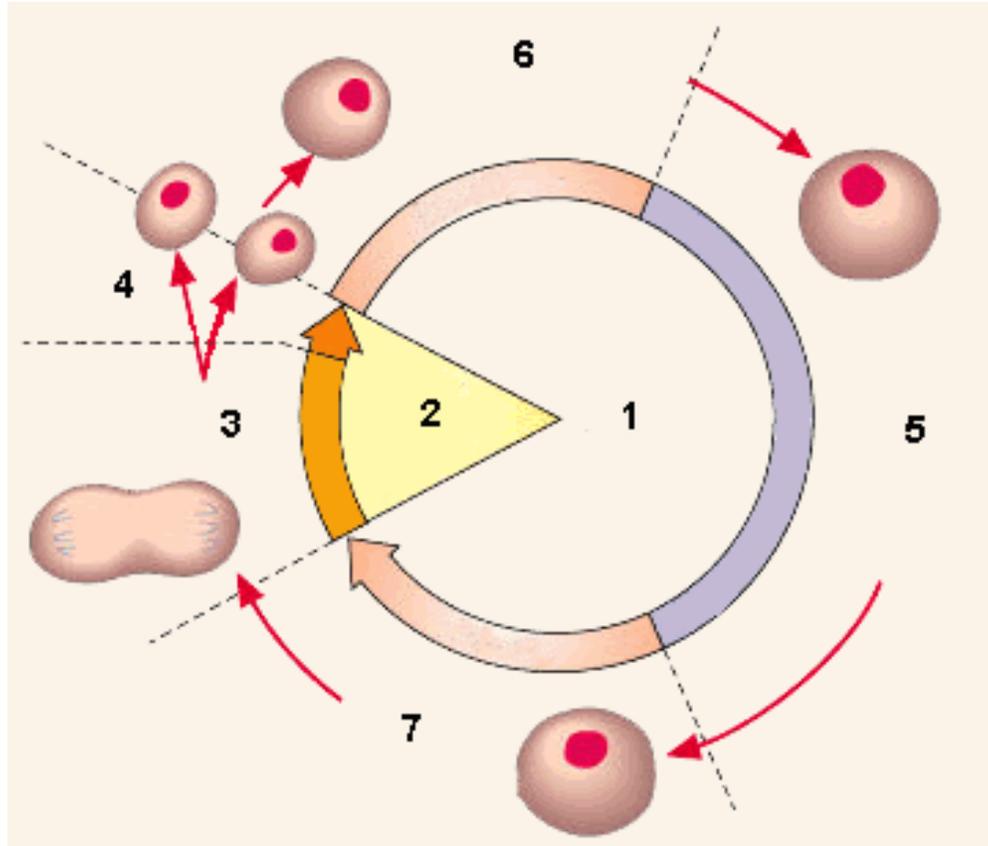
BRAZO LARGO

CONSTRUCCIÓN  
SECUNDARIA

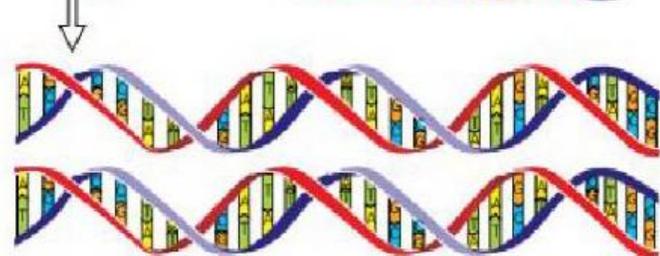
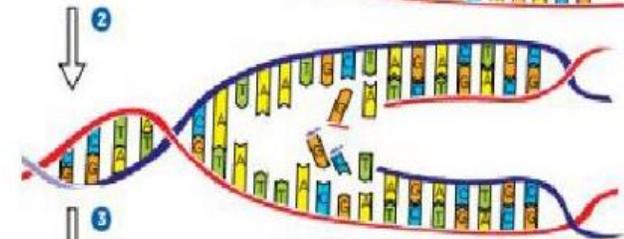
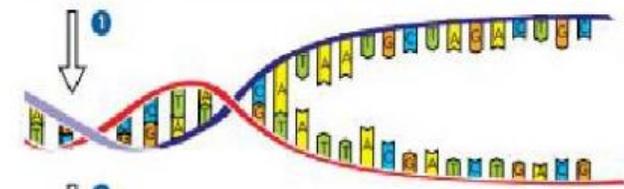
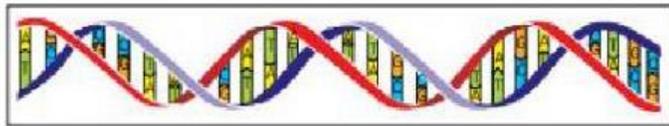
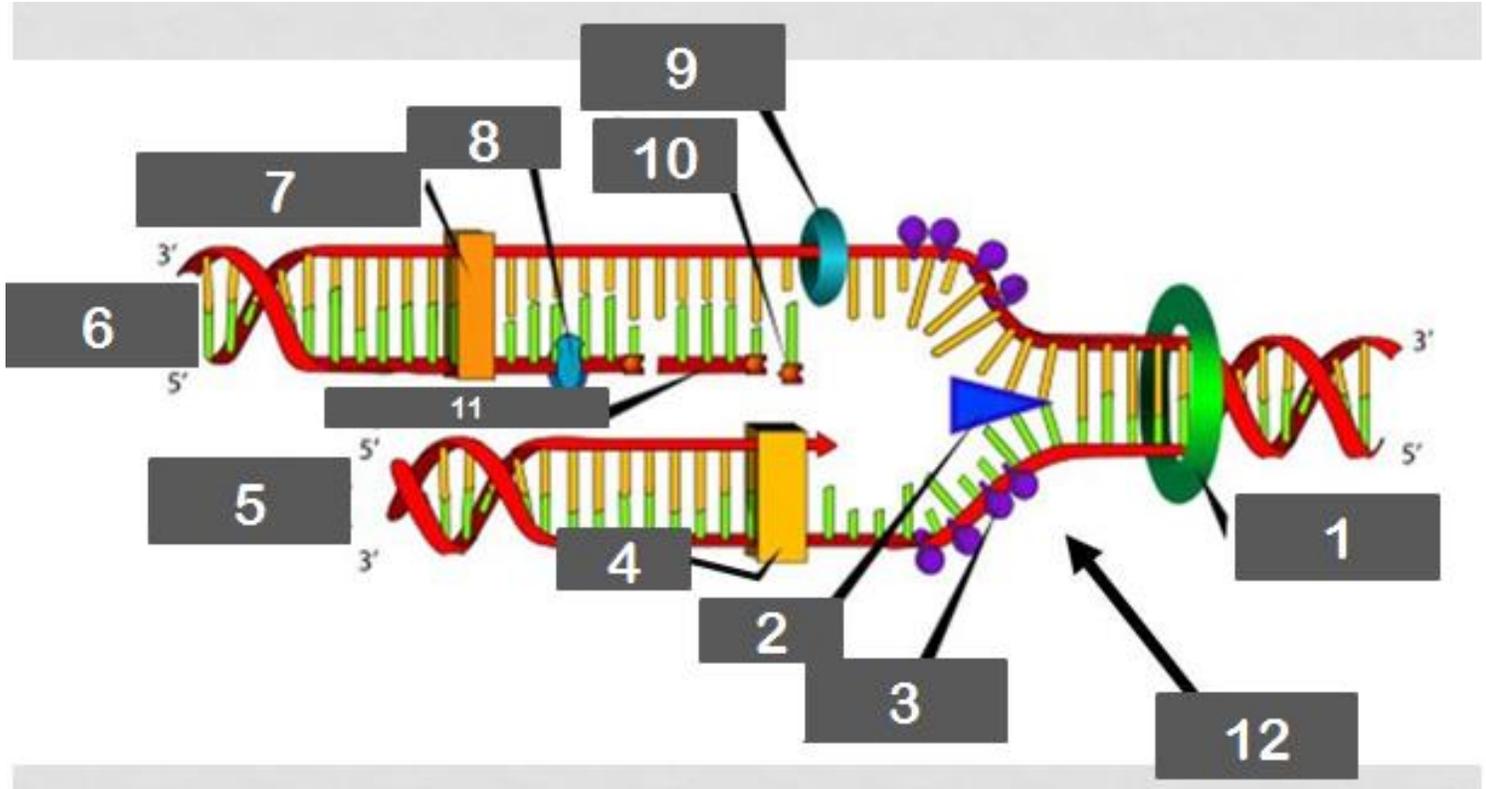
# ADN



# CICLO CELULAR



## REPLICACIÓN DEL ADN



1) La doble hélice se desenrolla y se  gracias a la acción de unas enzimas y se forma una  de replicación

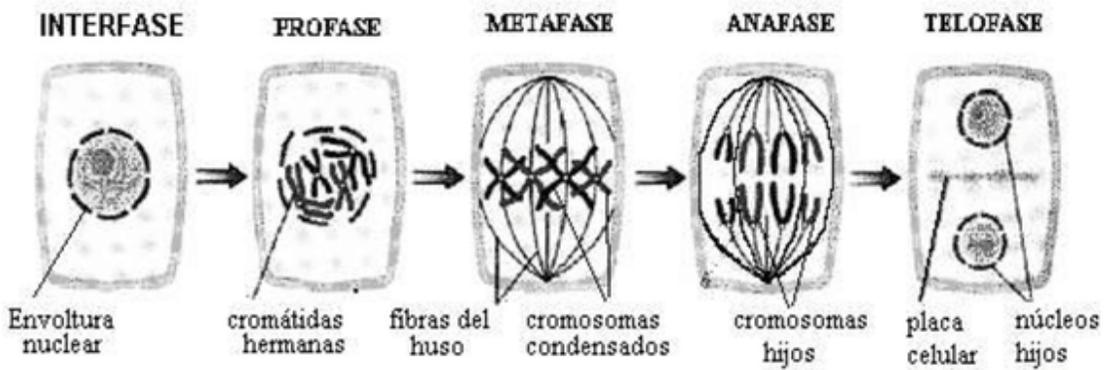
2) Una ARN polimerasa sintetiza un pequeño fragmento de ARN, llamado cebador, y sobre este otra enzima, la ADN , va añadiendo  complementarios a la cadena que usa como molde.

La  de replicación avanza en los dos sentidos y va creando dos moléculas de ADN  entre sí y a la molécula parental

3) A medida que se van sintetizando las hebras se origina la doble hélice, de forma que al finalizar el proceso se liberan dos moléculas idénticas de DNA, con una hebra  y otra nueva.

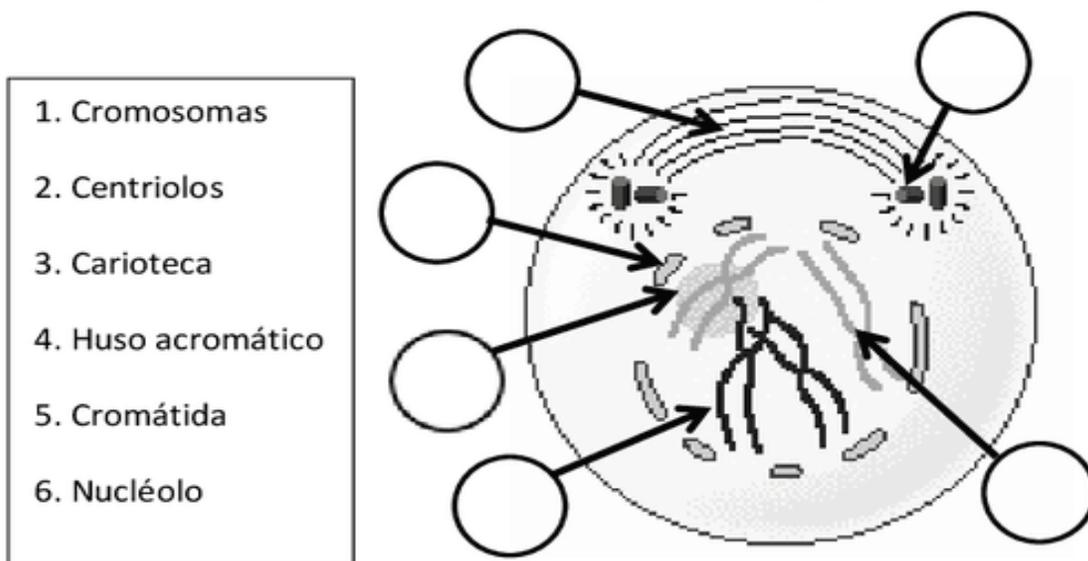
## MITOSIS

**Consigna 1:** observar y analizar el siguiente cuadro de MITOSIS. Luego, completar el cuadro.

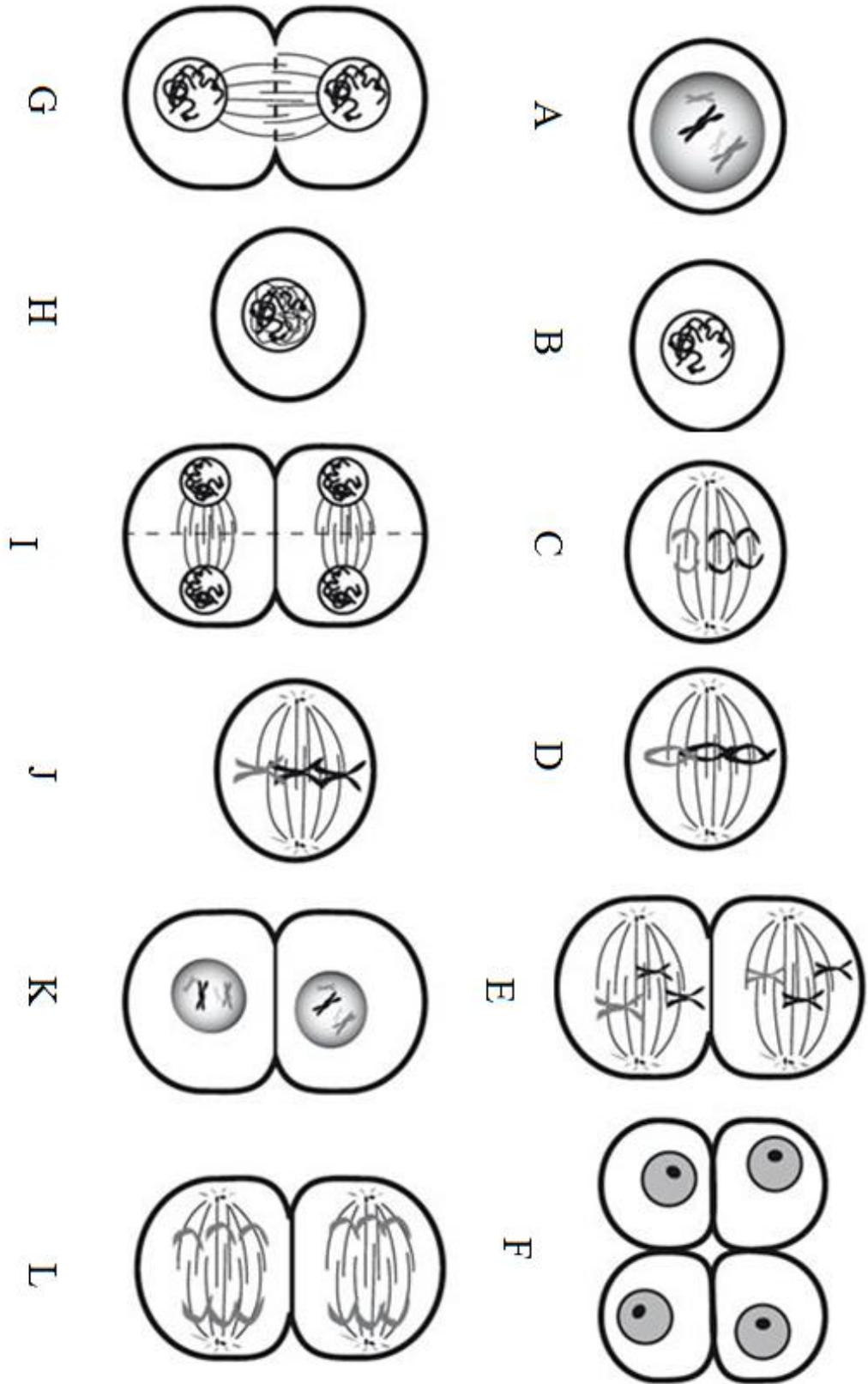


FENÓMENO	FASE DE LA MITOSIS EN QUE SE PRODUCE O SE OBSERVA
Desaparece la membrana nuclear.	
Los cromosomas se duplican en 2 cromátidas	
Las cromátidas se separan y se dirigen a cada extremo.	
Se forma el huso acromático.	

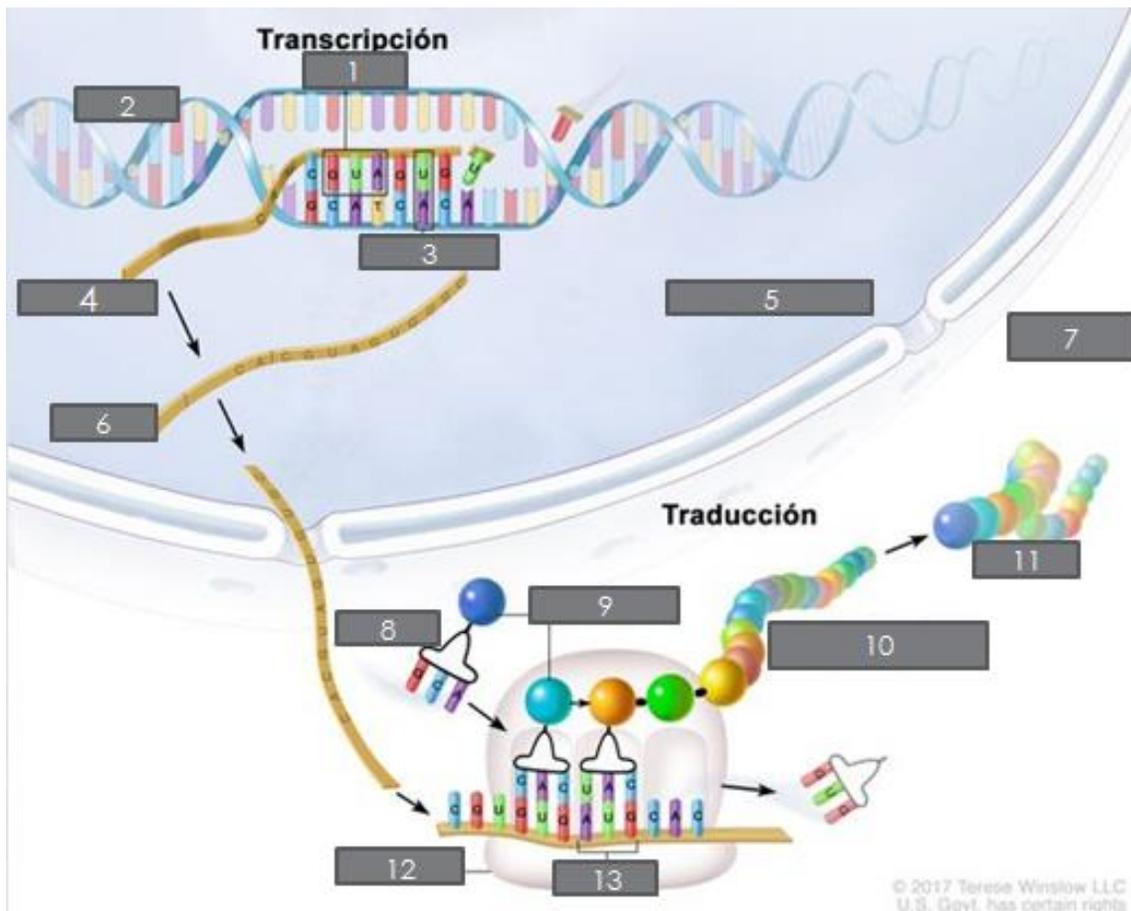
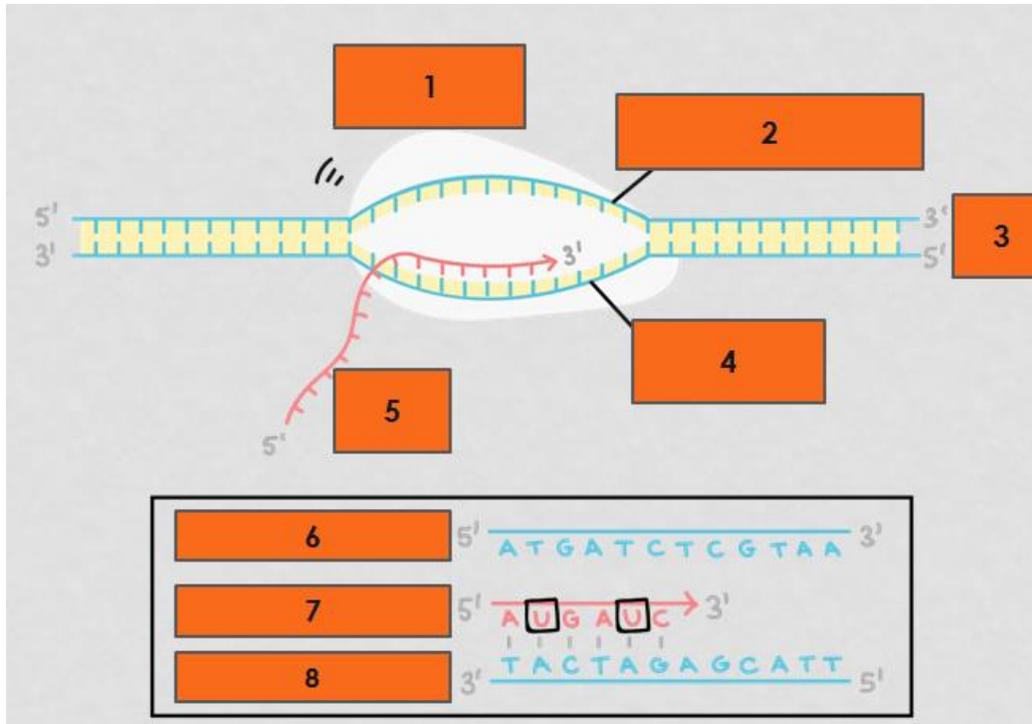
**Consigna 2:** observar el siguiente gráfico de una fase de la MITOSIS. Escribir dentro de los círculos, el número de las estructuras nucleares que corresponden.



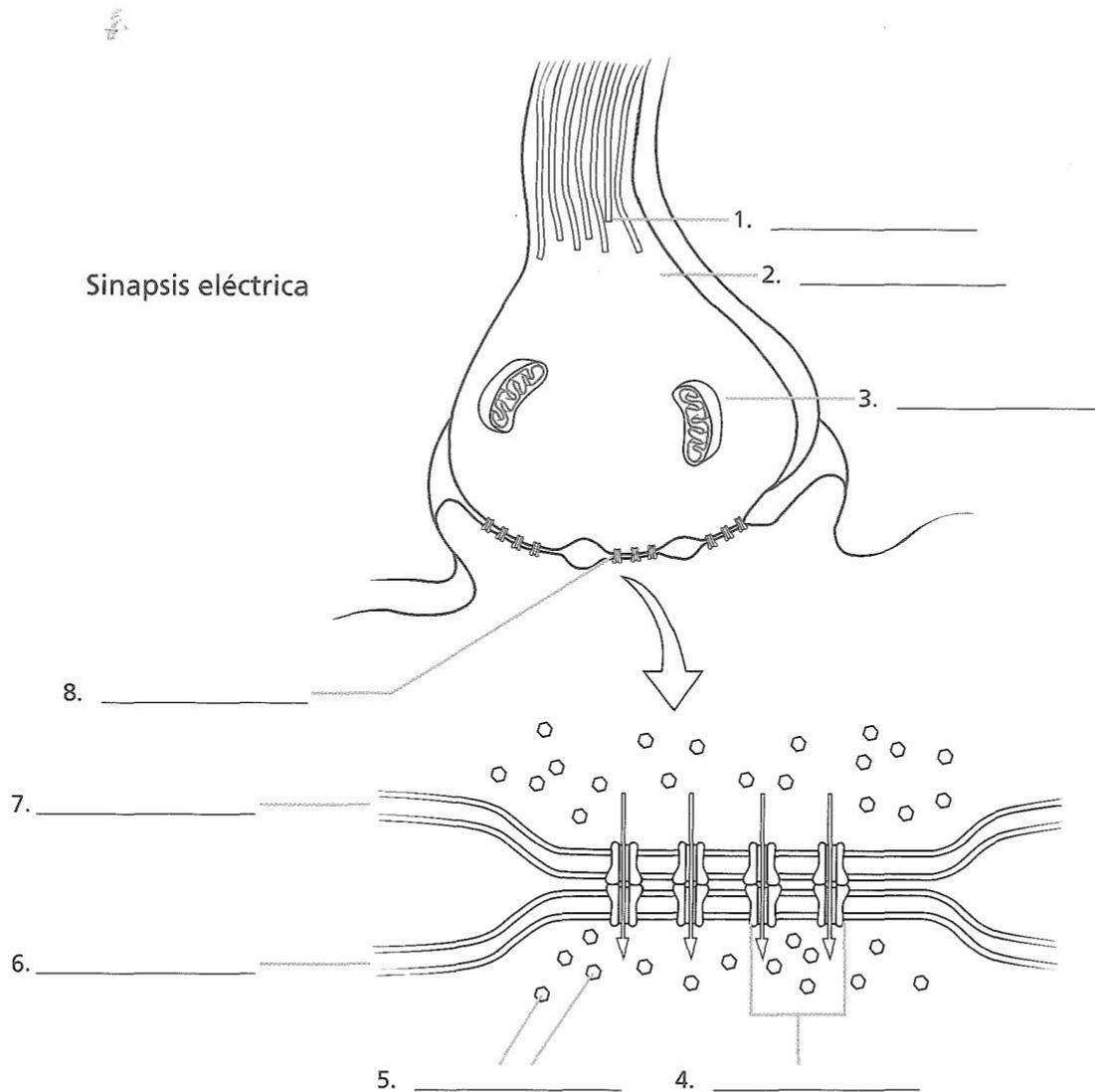
MEIOSIS



# EXPRESIÓN DEN UN GEN



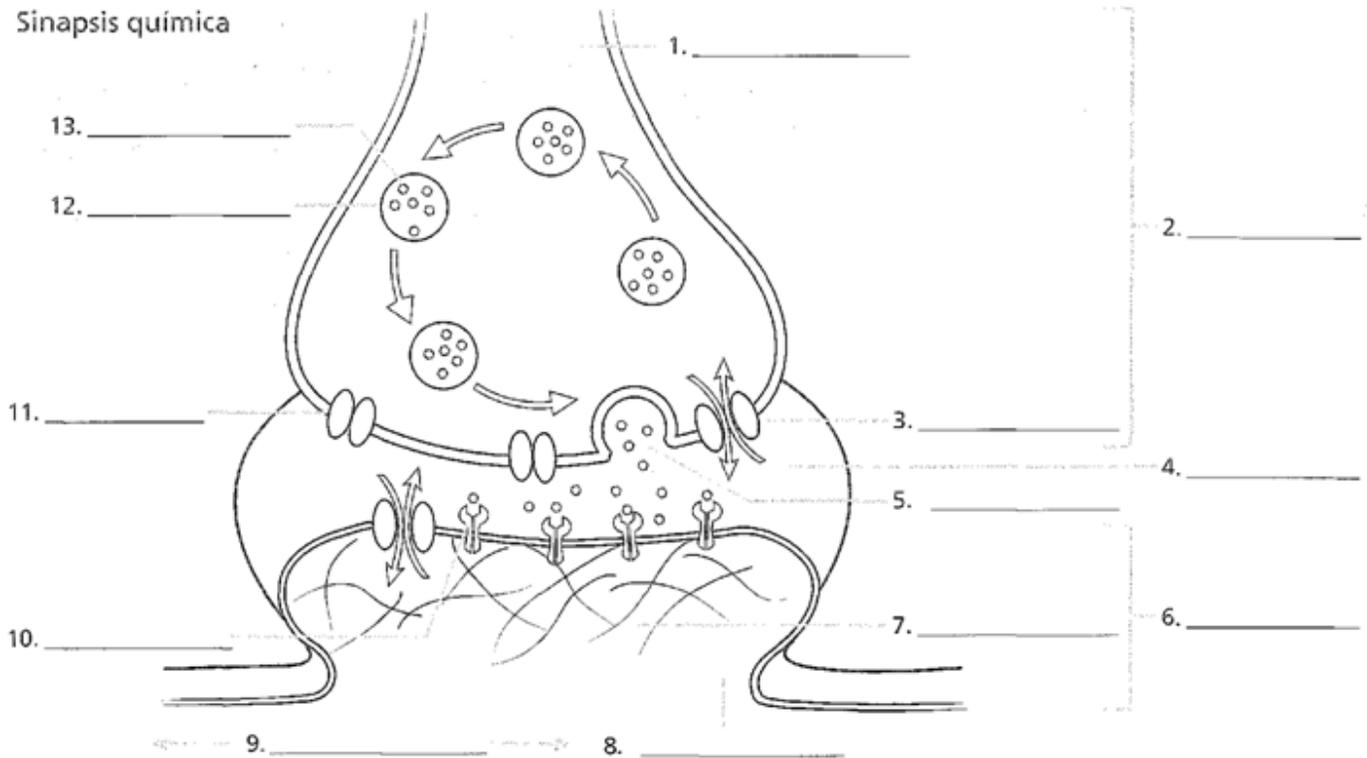
# Estructura y función sináptica



La sinapsis es una estructura en la que una neurona se comunica con otra, típicamente desde el terminal axónico de una neurona hasta las dendritas de la otra. Las sinapsis permiten la transferencia de información entre neuronas y son la base para la formación de circuitos neuronales complejos.

Según el mecanismo de transmisión, las sinapsis se clasifican en eléctricas y químicas. Las sinapsis eléctricas son menos comunes y conectan directamente las membranas de dos células comunicantes por medio de canales proteicos intercelulares llamados uniones comunicantes. Las uniones comunicantes permiten la señalización bidireccional entre neuronas al facilitar la difusión simple de iones y moléculas entre ellas. Dado que la difusión de iones es pasiva a través de estos canales, las sinapsis eléctricas pueden ser excitatorias o inhibitorias. Además, la amplitud de señal siempre disminuye a través de sinapsis eléctricas debido a sus propiedades eléctricas pasivas.

## Sinapsis química



En contraste, las sinapsis químicas (habitualmente llamadas simplemente «sinapsis») transmiten información entre neuronas mediante la liberación de señales químicas denominadas neurotransmisores. Las sinapsis químicas son con diferencia el tipo más común de sinapsis del sistema nervioso, y se clasifican en función de la identidad de la molécula neurotransmisora que liberan.

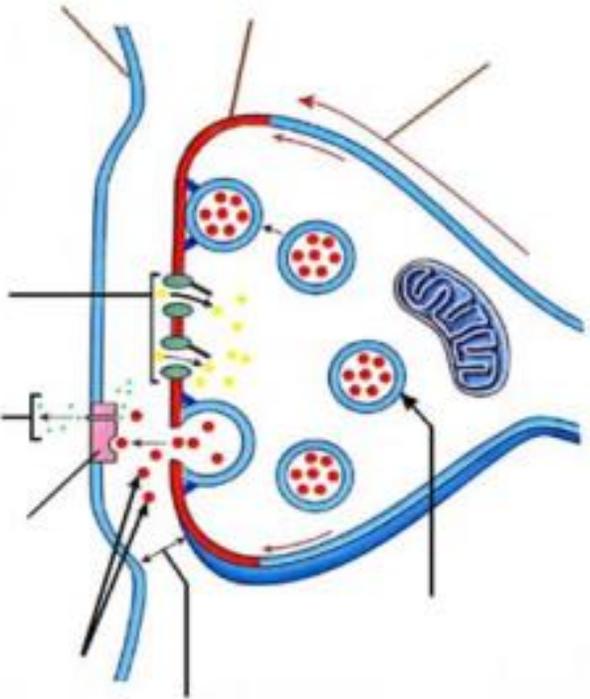
Una sinapsis está formada por el terminal presináptico, la hendidura sináptica (espacio de unos 20 nanómetros entre las dos neuronas comunicantes) y la membrana postsináptica.

El terminal presináptico es un área especializada del terminal axónico de la neurona transmisora que contiene numerosas esferas pequeñas de membrana fosfolipídica llamadas vesículas sinápticas. Estas vesículas están cargadas de moléculas neurotransmisoras, que se acoplan en áreas específicas de la membrana plasmática neuronal llamadas zonas activas.

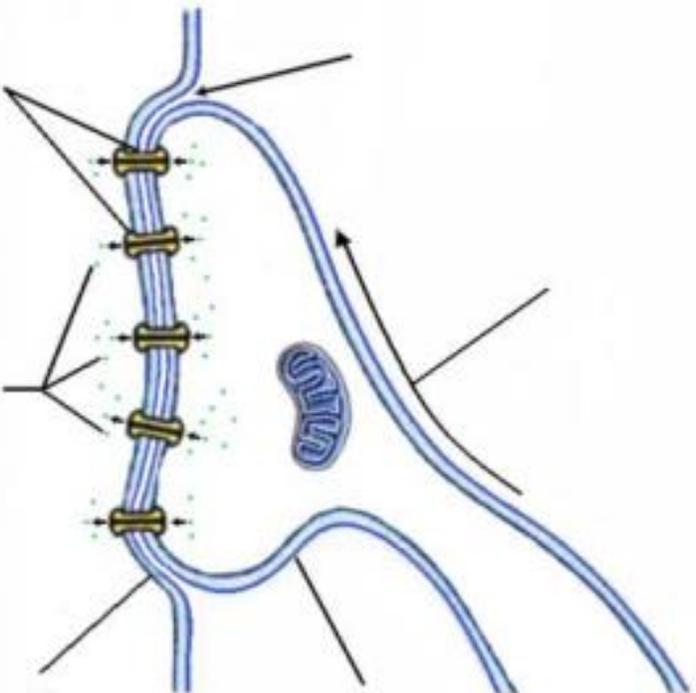
Enfrente del terminal presináptico se sitúa la membrana postsináptica, que contiene proteínas receptoras del neurotransmisor. Los terminales postsinápticos pueden encontrarse en axones, dendritas y somas, aunque típicamente se hallan en dendritas. Además, algunos terminales postsinápticos (aquellos que detectan el neurotransmisor glutamato) están localizados en minúsculas proyecciones bulbosas de membrana llamadas espinas dendríticas, que brotan de las propias dendritas.

La liberación de neurotransmisores es facilitada por una serie de eventos complejos. Cuando el potencial de acción llega al terminal presináptico, la membrana se despolariza, incrementando los niveles intracelulares de  $\text{Ca}^{2+}$  al abrir los canales de  $\text{Ca}^{2+}$  activados por voltaje. La elevación de  $\text{Ca}^{2+}$  intracelular desencadena la fusión de las vesículas con la membrana presináptica, haciendo que liberen moléculas neurotransmisoras en la hendidura sináptica. Después de la exocitosis (liberación de neurotransmisores desde el terminal presináptico), los neurotransmisores se difunden por la hendidura sináptica y se unen a receptores de la membrana postsináptica. La unión de neurotransmisores con receptores postsinápticos desencadena la excitación o la inhibición de la célula postsináptica; esto a su vez cambia la probabilidad de que la neurona postsináptica dispare un potencial de acción. Por último, los neurotransmisores se separan de sus receptores y seguidamente son destruidos por enzimas, difundidos fuera de la hendidura sináptica o reabsorbidos por la célula presináptica.

## SINAPSIS QUÍMICA Y ELÉCTRICA



1. Canales iónicos.
2. Receptor de neurotransmisor.
3. Vesícula con neurotransmisores.
4. Entrada de iones de calcio.
5. Llegada del potencial de acción a la célula presináptica en la sinapsis química.
6. Célula postsináptica en sinapsis eléctrica.
7. Neurotransmisores en la hendidura sináptica.
8. Célula presináptica en sinapsis eléctrica.



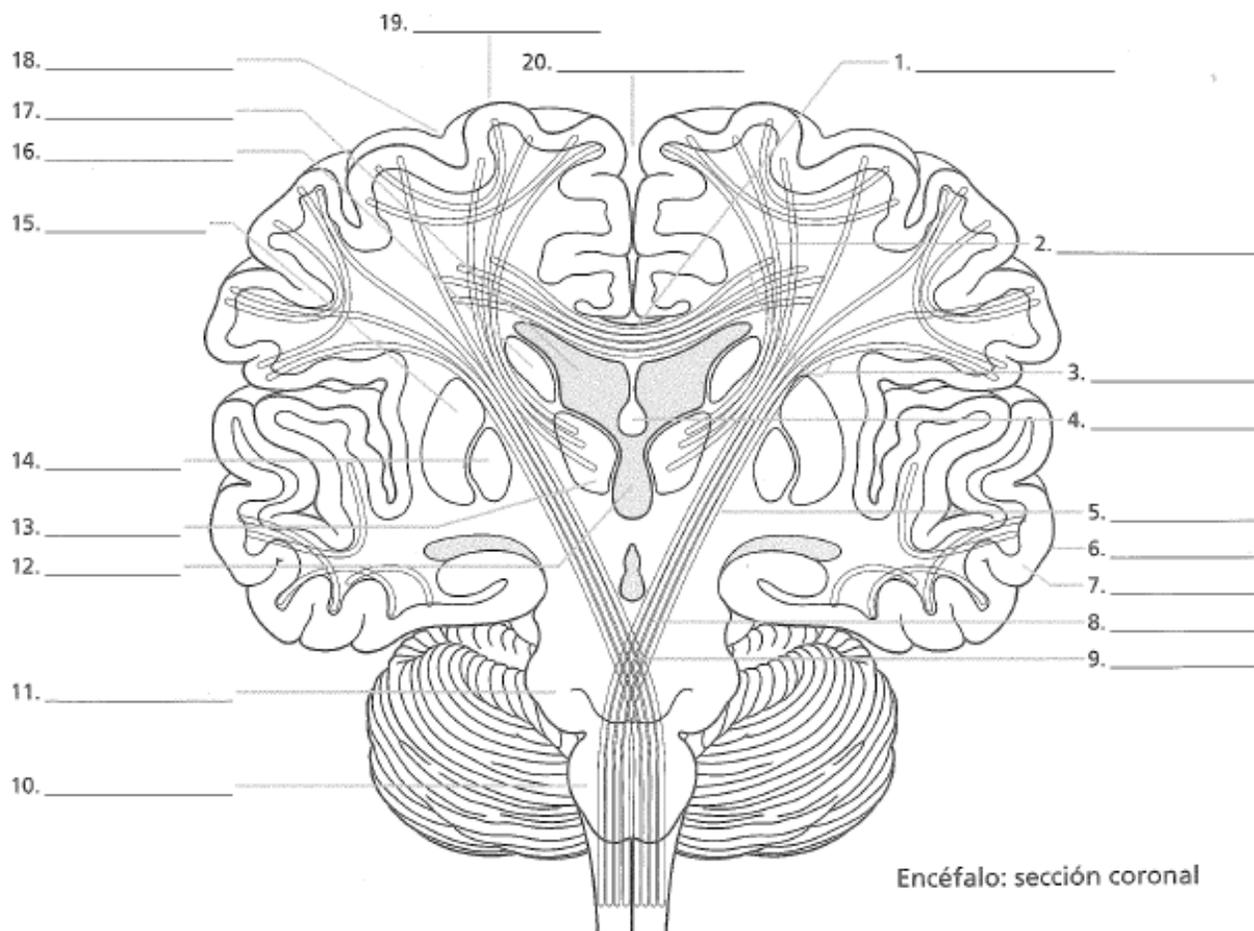
9. Célula postsináptica en la sinapsis química.
10. Llegada del potencial de acción a la célula presináptica en sinapsis eléctrica.
11. Entrada de iones de sodio y despolarización de membrana en sinapsis química.
12. Entrada de iones de sodio y despolarización de membrana en sinapsis eléctrica.
13. Hendidura sináptica en la sinapsis química.
14. Hendidura sináptica en sinapsis eléctrica.
15. Célula presináptica en la sinapsis química.

# SISTEMA NERVIOSO

## Resumen de los componentes del sistema nervioso

Las neuronas del SNP se agrupan en racimos apretados denominados ganglios. En el SNC las neuronas están organizadas en dos estructuras principales: el encéfalo y la médula espinal. En estas estructuras, las neuronas vinculadas funcional y estructuralmente se organizan en racimos compactos llamados núcleos. Por otro lado, las neuronas también se pueden organizar en capas, siendo la corteza cerebral y el cerebelo los ejemplos más destacados. La corteza cerebral recubre la parte exterior del cerebro; esta capa, al plegarse sobre sí misma, forma giros o circunvoluciones (del latín *gyrus*) separados por cisuras o surcos (del latín *sulcus*). El área de superficie de la corteza aumenta debido a su plegamiento y eso permite al cerebro disponer de más espacio cortical dentro de las limitadas dimensiones del cráneo.

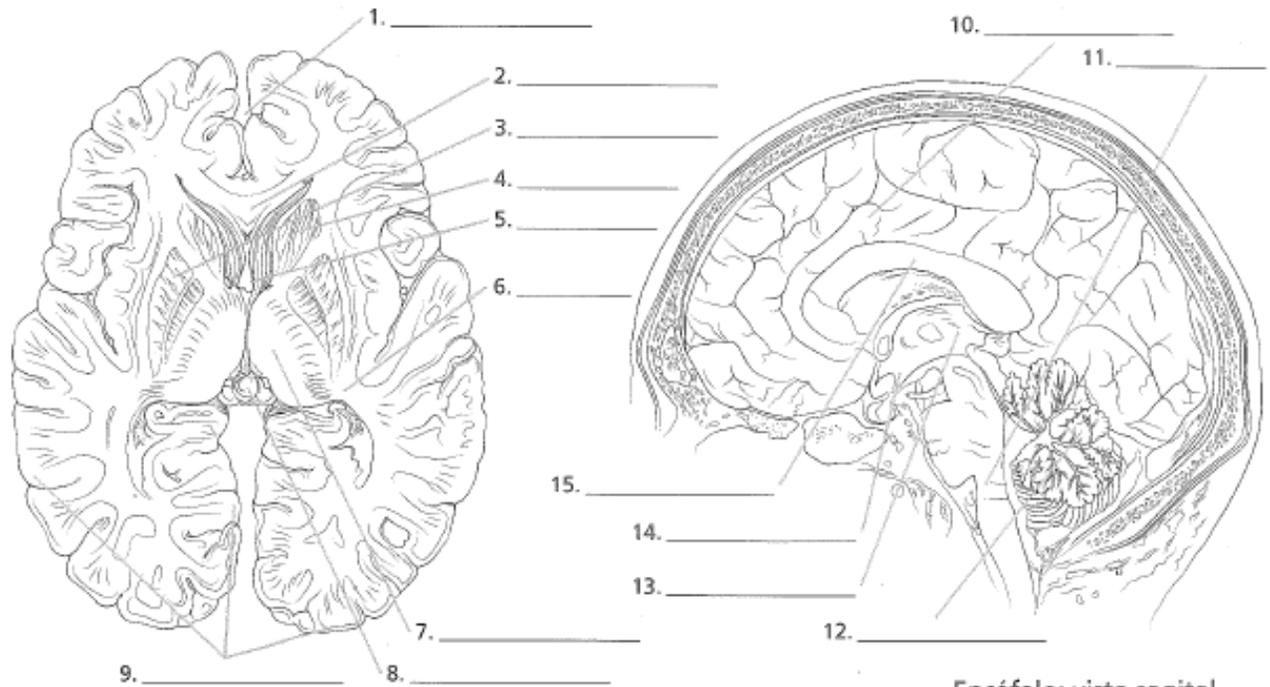
Los axones de las neuronas del SNC están agrupados en conductos. En el SNP, estos axones agrupados se denominan nervios. A nivel histológico, el tejido nervioso se puede dividir en materia gris y materia blanca. La materia gris se refiere al tejido nervioso que contiene cuerpos celulares, células gliales y fibras nerviosas carentes de mielina, mientras que la materia blanca se compone principalmente de haces de fibras nerviosas mielinizadas. La mielina aumenta de forma significativa la velocidad de conducción de las señales.





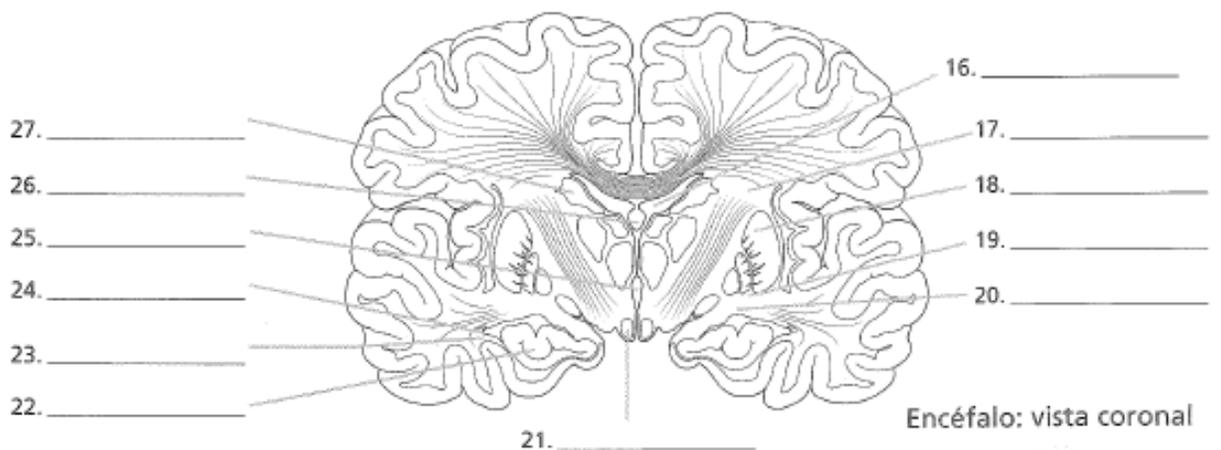
## Planos de sección

Los planos estándar se usan para el análisis histológico o topográfico de la anatomía interna del encéfalo. Los planos se corresponden con los ejes mayores del encéfalo y están en ángulo recto entre sí. El plano coronal (también denominado frontal) se refiere a secciones paralelas a la cara y divide el encéfalo en una sección anterior y una posterior. El plano horizontal (también llamado transversal o axial) pasa por el cuerpo en posición anatómica paralelo al suelo, y divide el encéfalo en una parte superior y otra inferior. El plano sagital divide el encéfalo en dos hemisferios. La médula espinal se puede seccionar en los mismos planos que el encéfalo.



Encéfalo: vista transversal

Encéfalo: vista sagital

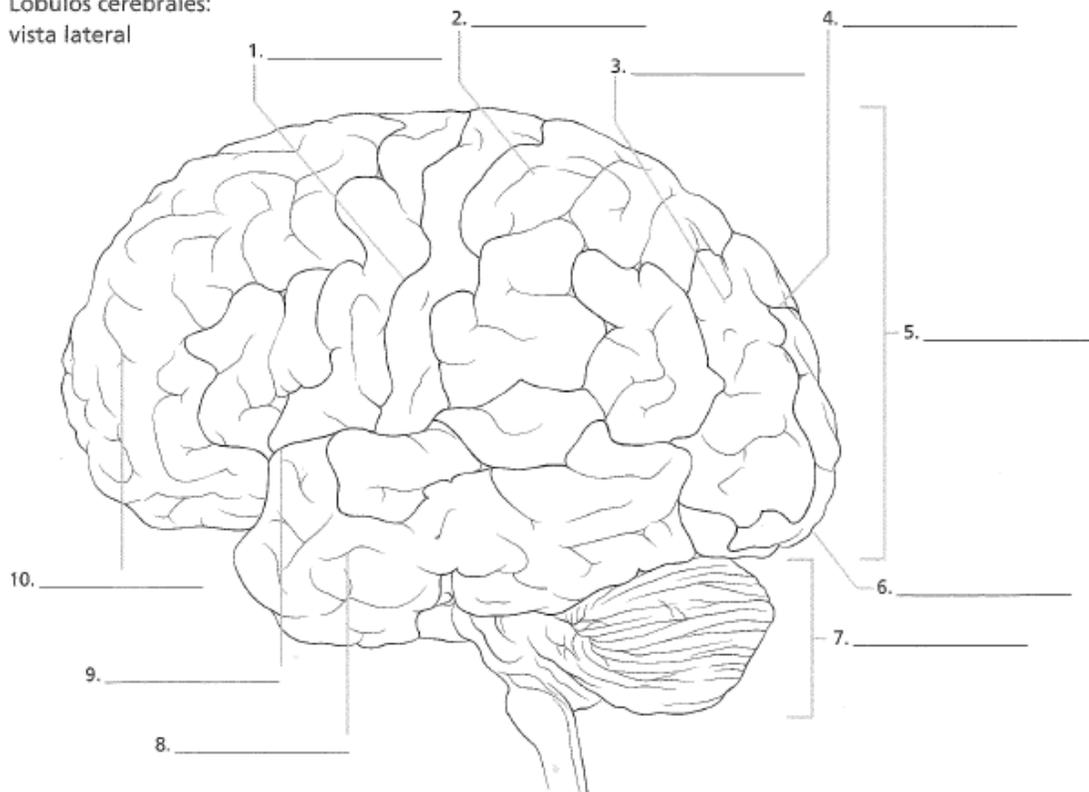


Encéfalo: vista coronal

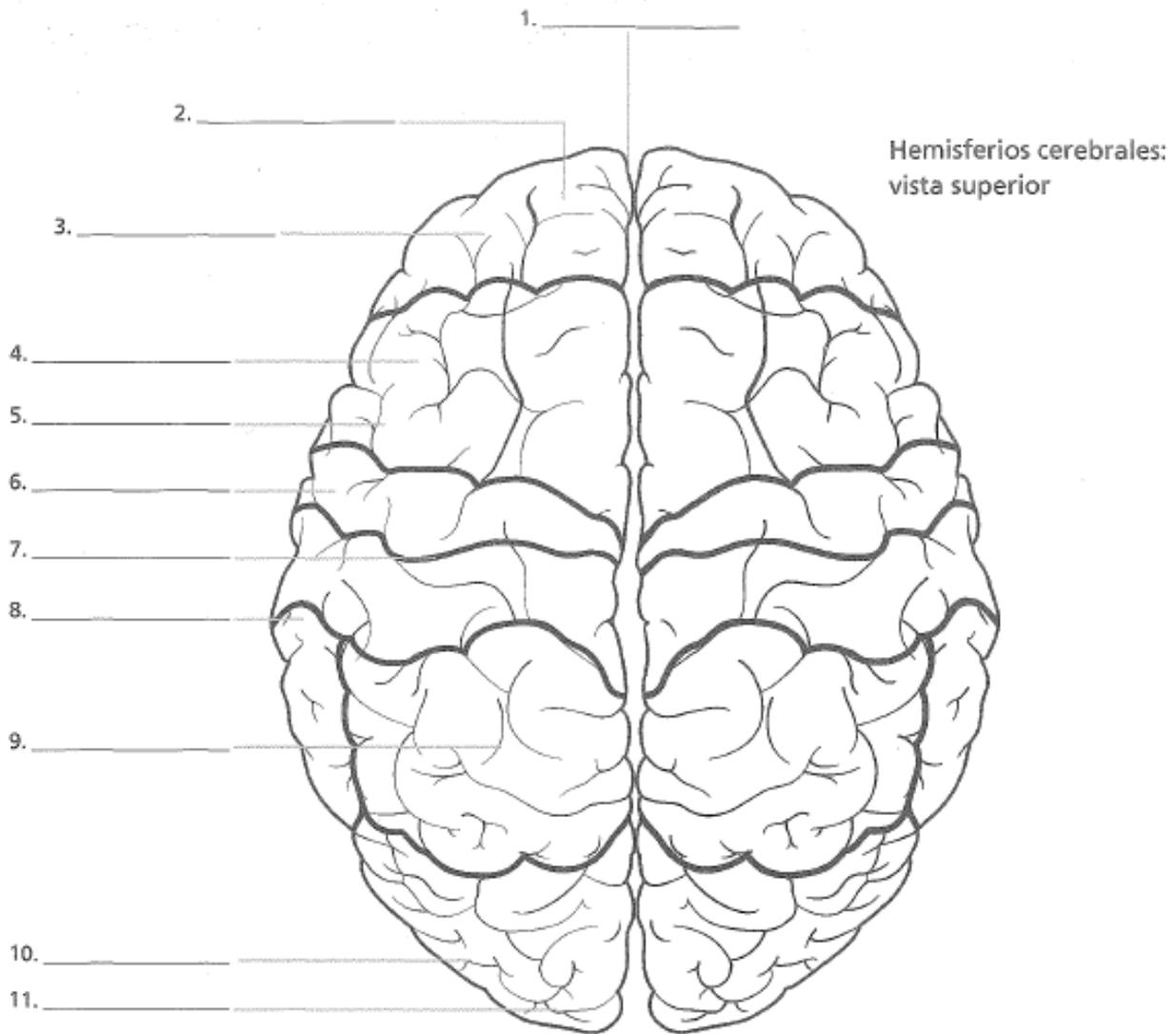
## Lóbulos cerebrales (frontal, occipital, parietal y temporal)

El cerebro es la parte más grande del encéfalo y contiene la corteza cerebral así como estructuras subcorticales. La corteza cerebral se divide en lóbulos que están asociados con ciertas funciones, pero no se limitan a ellas. El lóbulo frontal es el más anterior; su límite posterior es el surco central. Es relevante para las funciones cognitivas del nivel superior. Posterior al surco central, en la cara superior del encéfalo, se halla el lóbulo parietal; este desempeña una función importante en la integración de la información sensorial y de algunos procesos visuales de nivel superior. Los lóbulos temporales se encuentran por debajo de los lóbulos frontal y parietal, en las caras laterales del encéfalo, separados de ellos por la cisura lateral. Los lóbulos temporales intervienen en el procesamiento de información auditiva y de otra información visual de nivel superior. La ínsula o corteza insular está sepultada por debajo del lóbulo frontal y los lóbulos temporales, y no es visible desde la superficie del encéfalo. La ínsula está involucrada en muchas funciones relativas a la percepción, la conciencia y la regulación de la homeostasis. El lóbulo occipital es el más posterior de los lóbulos, y está separado del lóbulo parietal de forma algo arbitraria por una línea que va desde el surco parietooccipital hasta la incisura occipital. El lóbulo occipital se encarga del procesamiento visual a muchos niveles.

Lóbulos cerebrales:  
vista lateral



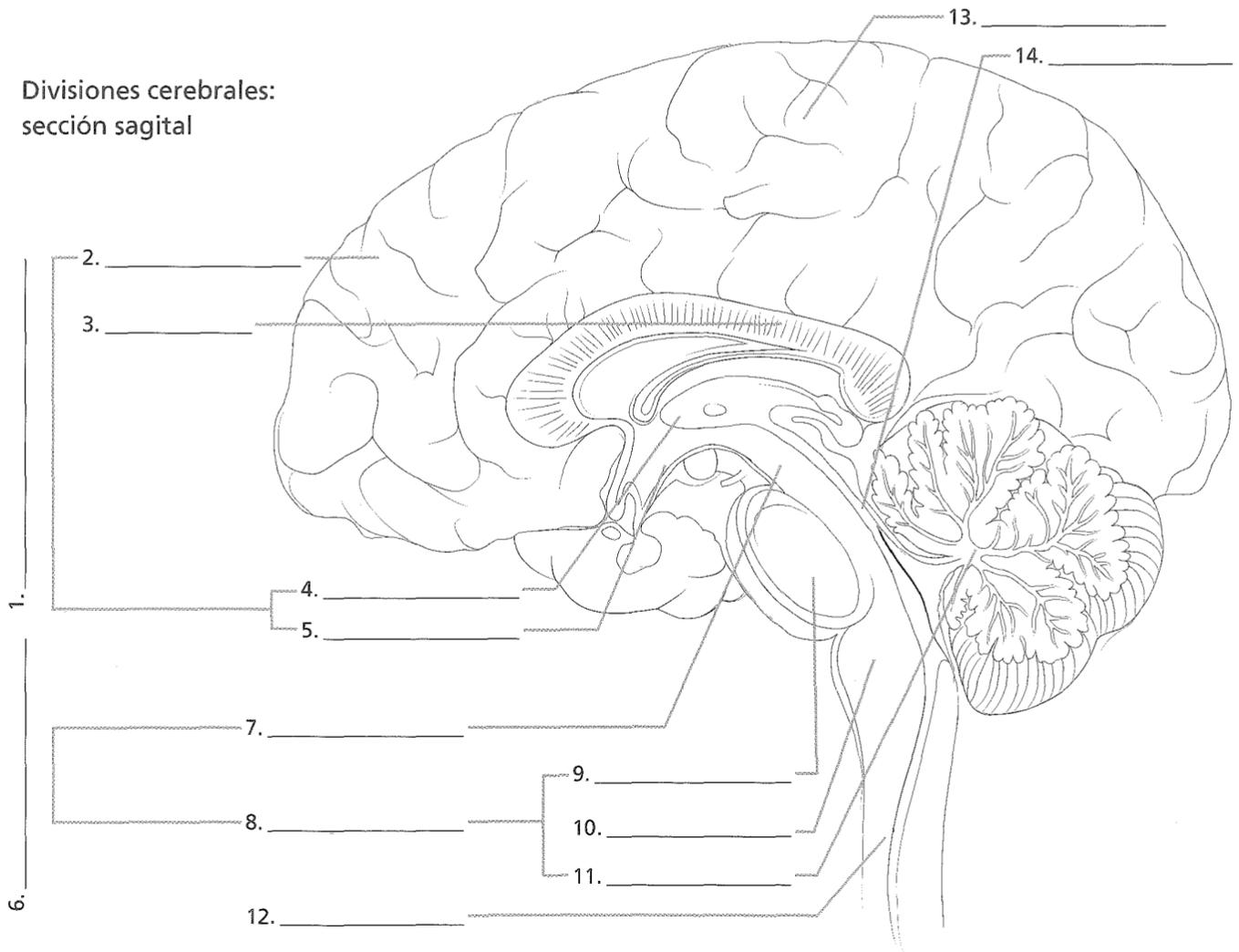
## Hemisferios cerebrales (izquierdo y derecho)



El encéfalo está dividido en dos hemisferios cerebrales por un profundo surco llamado cisura interhemisférica medial, que discurre por el plano sagital. Los hemisferios se hallan conectados por una gran estructura de materia blanca llamada cuerpo calloso. La superficie de cada hemisferio está cubierta de giros (circunvoluciones) y cisuras (surcos). En general, la estructura y organización macroscópica de los hemisferios es relativamente similar; no obstante, existen diferencias notables. Por ejemplo, dos áreas corticales importantes para el lenguaje (las áreas de Broca y Wernicke) se localizan típicamente solo en el hemisferio izquierdo, y en la mayoría de los individuos el hemisferio izquierdo es dominante para el procesamiento y producción del lenguaje. Dicho esto, para la mayoría de las funciones cognitivas intervienen ambos hemisferios.

# División del encéfalo (anterior, medio y posterior)

Partiendo del desarrollo embrionario del SNC, el encéfalo se puede dividir en prosencéfalo (cerebro anterior), mesencéfalo (cerebro medio) y rombencéfalo (cerebro posterior). El cerebro anterior se divide a su vez en el diencefalo y el telencefalo. La estructura más destacada del diencefalo es el tálamo. Otras estructuras diencefálicas cruciales son el hipotálamo y la glándula pituitaria. El telencefalo da lugar a la corteza cerebral, el cuerpo calloso y muchas estructuras subcorticales, como la mayoría de los ganglios basales y el sistema límbico. El cerebro medio se encuentra en posición caudal con respecto al tálamo. Los colículos superiores e inferiores, que forman el tectum, definen su superficie dorsal, mientras que el pedúnculo cerebral comprende el resto. El cerebro posterior se divide a su vez en el metencéfalo y el mielencéfalo. El mielencéfalo forma el bulbo raquídeo, mientras que el metencéfalo forma el puente troncoencefálico y el cerebelo. El puente troncoencefálico se localiza en posición caudal al cerebro medio, y el cerebelo está justo debajo del lóbulo occipital. El cerebro posterior y el cerebro medio (menos el cerebelo) forman el tallo cerebral.

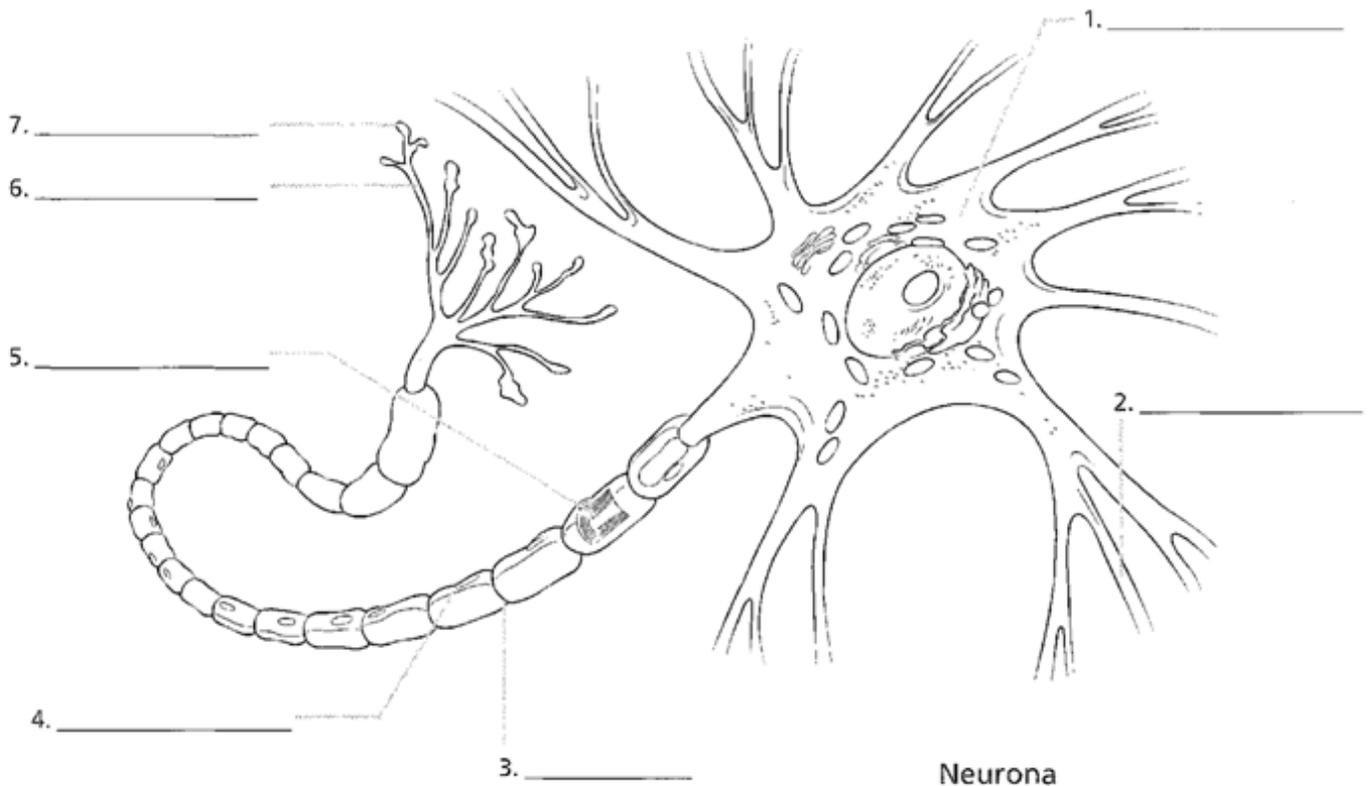


# Resumen de la neurona

La neurona es la unidad básica procesadora de información del SNC. Se compone de un cuerpo celular (soma) que contiene varios orgánulos, incluido el núcleo, así como de prolongaciones que se extienden desde el soma. Hay dos tipos de prolongaciones: dendritas y axones.

Las dendritas forman extensas ramificaciones llamadas árboles dendríticos, que pueden medir desde decenas de micrómetros hasta varios milímetros. Las dendritas reciben señales entrantes de otras neuronas en puntos de contacto especializados llamados sinapsis. Las sinapsis se forman directamente en las membranas dendríticas o sobre pequeñas protuberancias llamadas espinas dendríticas.

Los axones emergen de una protuberancia en el soma denominado cono axónico. La mayoría de las neuronas solo tienen un axón que transporta información desde el soma. A veces los axones están encapsulados en una sustancia grasa aislante llamada mielina, producida por oligodendrocitos, un tipo de glía que rodea los axones. Los axones mielinizados están separados por unos espacios uniformes, unas interrupciones que ocurren a intervalos regulares llamadas nódulos de Ranvier, que permiten una forma rápida de propagación de señales llamada conducción saltatoria. Los axones terminan en unas ramificaciones denominadas botones sinápticos. Estos terminales sinápticos inician la transferencia de información desde el axón de una neurona hasta las dendritas de otras neuronas.

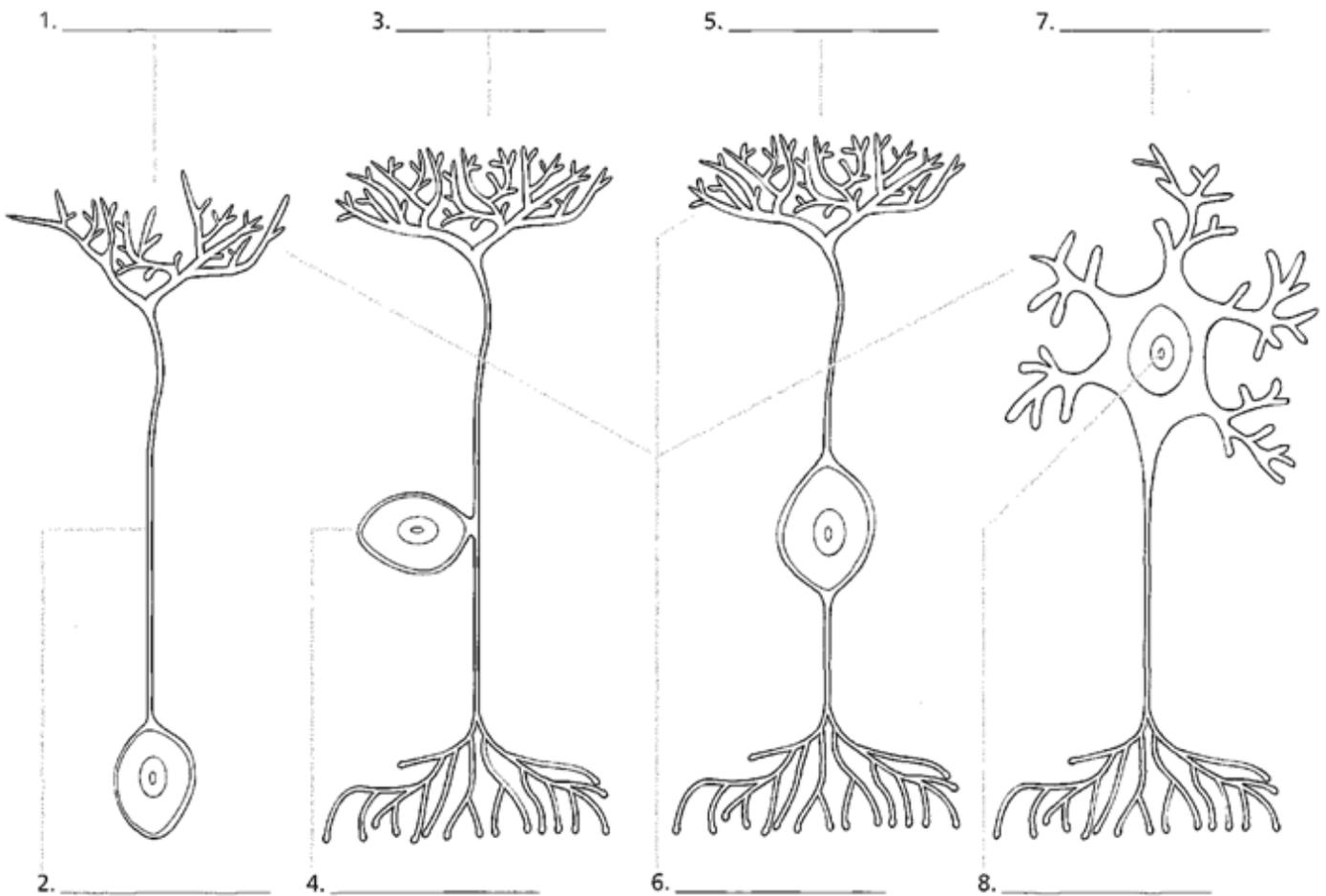


# Clasificación de las neuronas

Existen muchos tipos de neuronas en el sistema nervioso, que varían en estructura, función y expresión genética. En términos generales, las neuronas se pueden clasificar según su anatomía o función.

La clasificación anatómica de las neuronas se realiza de acuerdo con su forma. Las neuronas pseudounipolares poseen dos prolongaciones que se fusionan durante el desarrollo; esta prolongación se extiende desde el cuerpo celular y forma una rama central y una periférica. La rama central está relacionada con las funciones secretoras, mientras que la periférica se relaciona con los receptores sensoriales.

Las neuronas bipolares tienen dos prolongaciones: una dendrita y un axón. Las prolongaciones se extienden desde lados opuestos del soma, formando un huso. Estas neuronas suelen ser neuronas sensoriales que se sitúan en determinadas áreas del sistema nervioso.



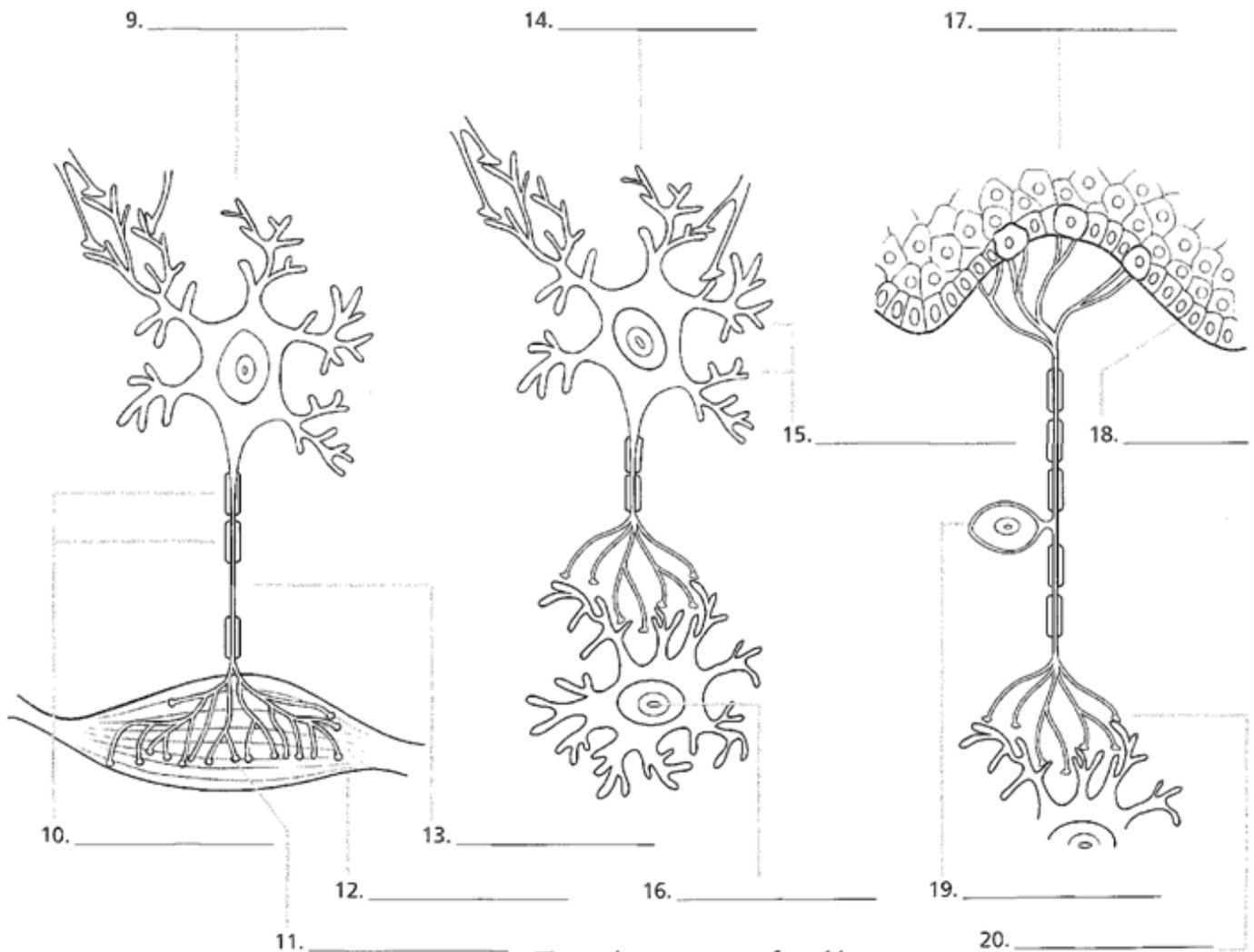
Tipos de neuronas: estructura

Las neuronas multipolares son el tipo de neuronas más común en el SNC. Tienen un axón y dos o más dendritas que emergen del soma y son muy diferentes morfológicamente. La clasificación anatómica de los subtipos neuronales se suele hacer a partir de la forma de sus ramificaciones dendríticas o del soma (como las dendritas que se ramifican radialmente de las células amacrinias starburst o el gran cuerpo triangular de las células piramidales).

Las neuronas también se pueden clasificar según su función, es decir, según la dirección en la que transmiten impulsos nerviosos con respecto al SNC. Las neuronas sensoriales (aférentes) transportan señales desde los órganos sensoriales hasta la médula espinal y el cerebro.

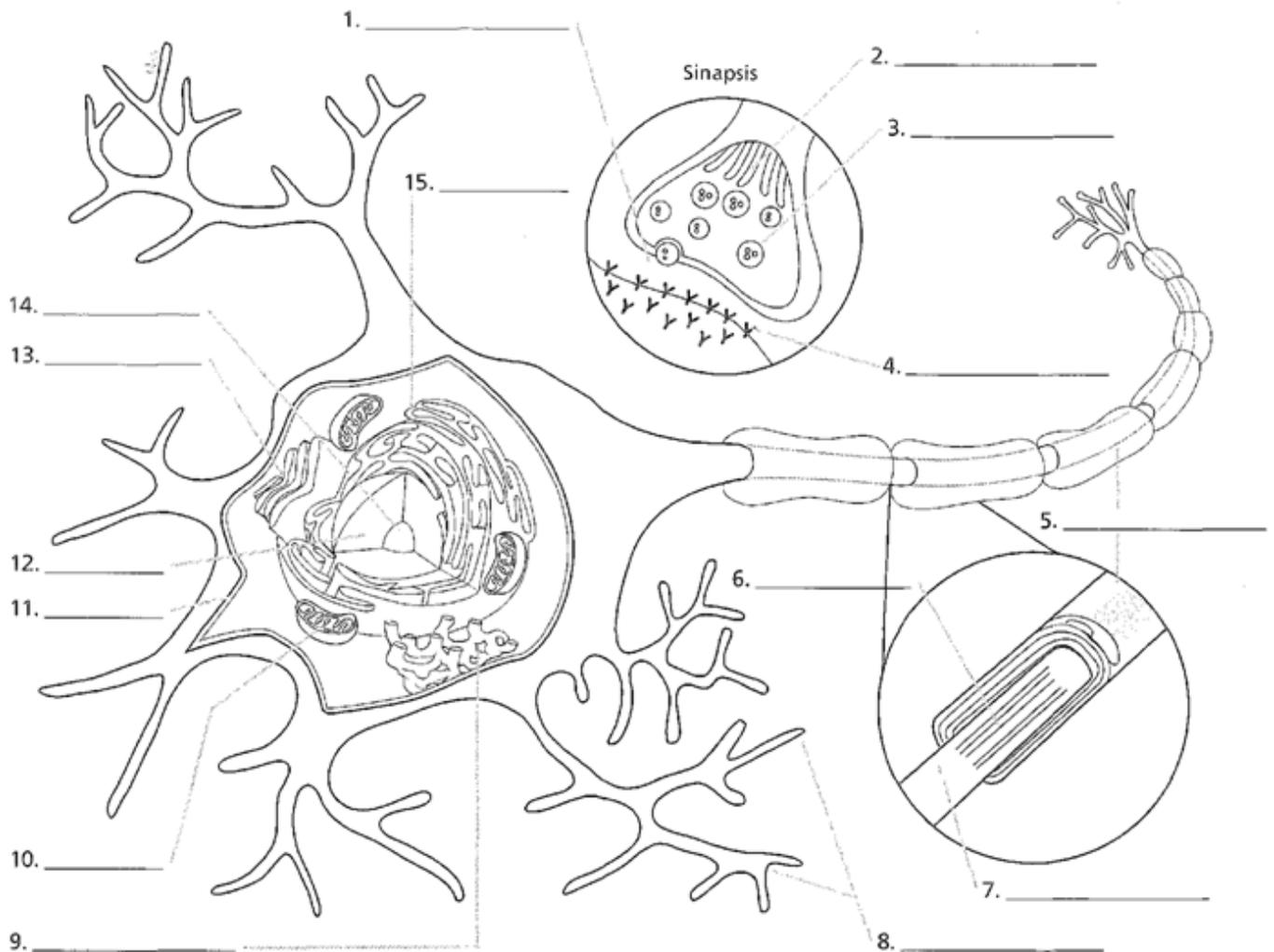
Las neuronas motoras (eferentes) conducen señales desde el SNC hasta músculos y órganos efectores.

Las interneuronas se encuentran en el SNC y son, con diferencia, el tipo de neurona más numeroso. Las interneuronas integran y transforman información sensorial entrante, y transmiten información apropiada de comportamiento a las neuronas motoras. La clasificación funcional de los subtipos neuronales también se puede realizar según sus diversas respuestas eléctricas a la estimulación (tales como la rapidez relativa del tiempo de respuesta y si la respuesta es transitoria o sostenida).



Tipos de neuronas: función

# Ultraestructura de una neurona típica



Las neuronas están rodeadas de una membrana semipermeable bicapa de fosfolípidos que contiene muchas proteínas para detectar y secretar neurotransmisores. Esta membrana actúa como barrera de iones, y otras proteínas regulan la entrada y salida de estos iones en función de las señales neuronales entrantes y salientes.

Las mitocondrias se suelen concentrar en las zonas de las neuronas con alto rendimiento metabólico, como los terminales sinápticos, para favorecer la liberación de neurotransmisores en las vesículas sinápticas. Este proceso es un ejemplo destacado de exocitosis, en el que vesículas ligadas a la membrana se fusionan con la membrana celular, liberando su contenido en el espacio extracelular.

En general, los productos de la síntesis proteica son transportados a lo largo del axón y la(s) dendrita(s) en microtúbulos, que están integrados en una matriz estructural compuesta de microfilamentos. Algunas proteínas, particularmente aquellas relacionadas con la plasticidad sináptica, pueden ser sintetizadas localmente en axones y terminales sinápticos. Los microtúbulos forman parte del citoesqueleto de la neurona.

## Glías (p. ej., astrocitos y microglías)

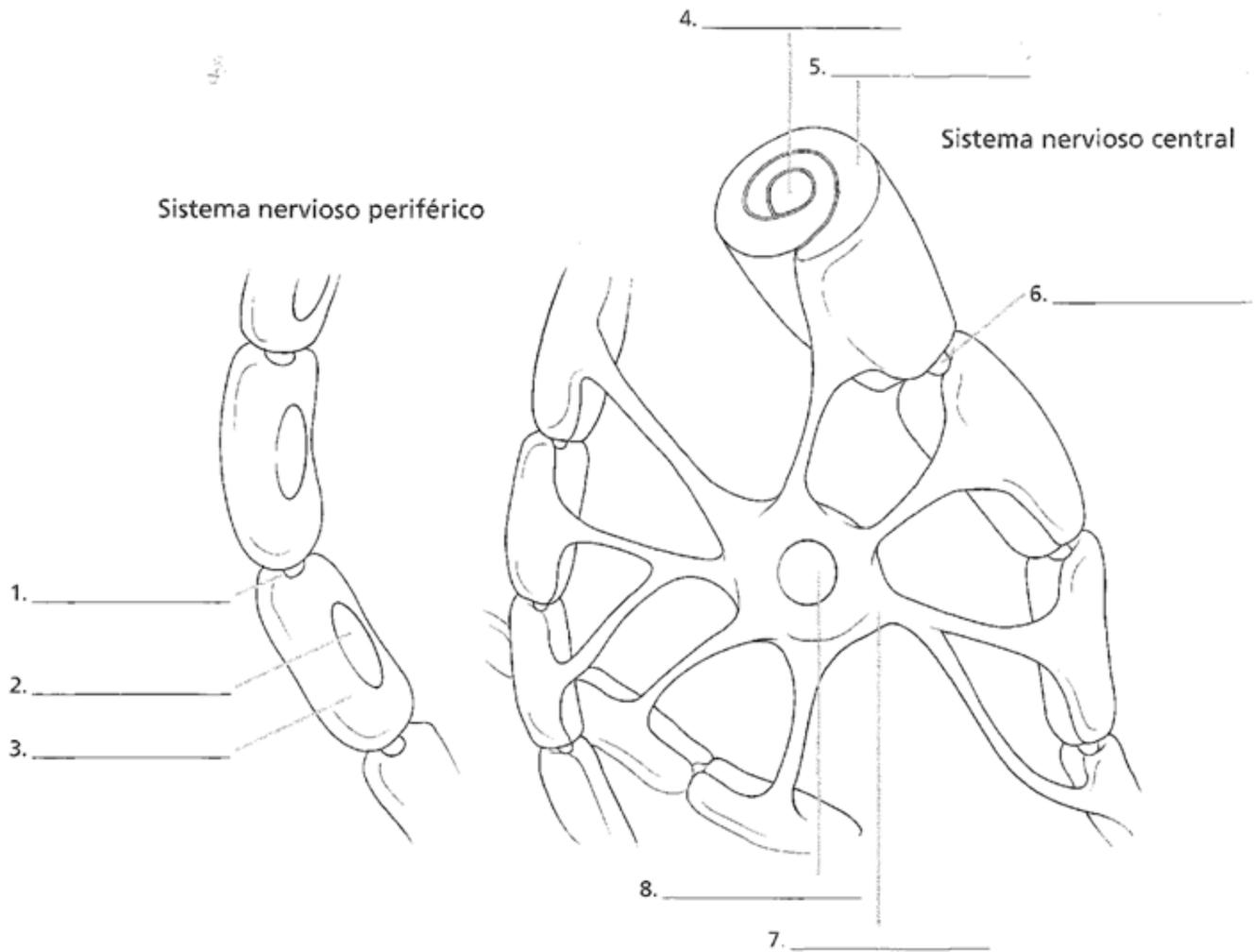


Las células gliales son células no neuronales del sistema nervioso que poseen muchas funciones estructurales y fisiológicas. Los dos tipos principales de glías del SNP son las células de Schwann y las células satélite. Las células de Schwann recubren los axones de las neuronas y forman la vaina de mielina; también se encargan de eliminar neuronas dañadas y moribundas mediante un proceso denominado fagocitosis. Las células satélite rodean el soma de las neuronas del SNP y controlan su entorno químico.

Los astrocitos son el tipo de glía más común en el SNC. Poseen numerosas prolongaciones con pies terminales bulbosos que envuelven neuronas y vasos sanguíneos y facilitan el intercambio entre las neuronas y la sangre. Además, los astrocitos inducen la formación de la barrera hematoencefálica, regulan el equilibrio iónico extracelular, suministran nutrientes a las neuronas, regulan la transmisión sináptica y participan en el proceso de reparación y cicatrización del tejido del sistema nervioso dañado.

El SNC posee otros tres tipos de células gliales. Las microglías son células inmunes especializadas con prolongaciones altamente ramificadas; constituyen el sistema inmunológico principal contra infecciones y participan en la respuesta inflamatoria. Los oligodendrocitos recubren los axones en el SNC y forman la vaina de mielina. Las células ependimarias recubren los ventrículos del cerebro y facilitan la circulación del líquido cefalorraquídeo.

# Mielinización



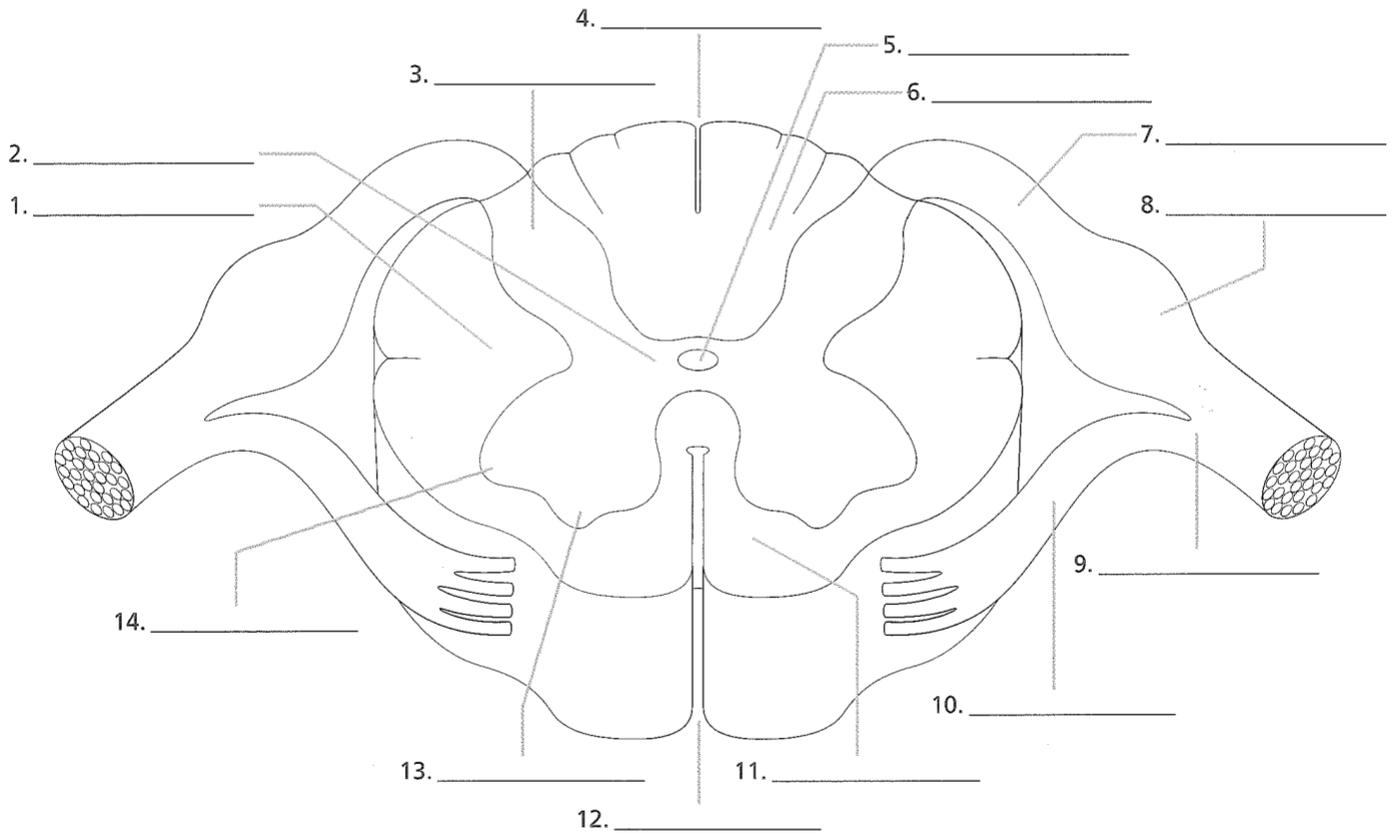
La mielinización es la generación de una vaina de mielina alrededor de los axones en el sistema nervioso. La mielina es una estructura de láminas concéntricas a base de proteínas y fosfolípidos. En el SNC, la mielina es producida por oligodendrocitos, que envían sus prolongaciones para mielinizar múltiples axones. En el SNP, la mielina es producida por células de Schwann, que mielinizan solo un axón. La organización básica de la vaina de mielina y sus características electrofisiológicas son relativamente similares en el SNP y en el SNC.

Los axones pueden ser mielínicos o amielínicos. Aunque los axones mielínicos están envueltos en mielina en toda su extensión, la vaina no es perfectamente continua. Los espacios que hay entre dos segmentos de mielina adyacentes se denominan nódulos de Ranvier; estos nódulos tienen una alta concentración de canales iónicos y permiten el flujo de iones a través de la membrana axonal.

La mielina aísla eficazmente los segmentos de los axones y aumenta de un modo considerable la velocidad de propagación del potencial de acción mediante la conducción saltatoria. Una mielinización apropiada resulta esencial para una función nerviosa normal, y la desmielinización puede conllevar enfermedades como la esclerosis múltiple.

# Anatomía transversal de la médula espinal torácica

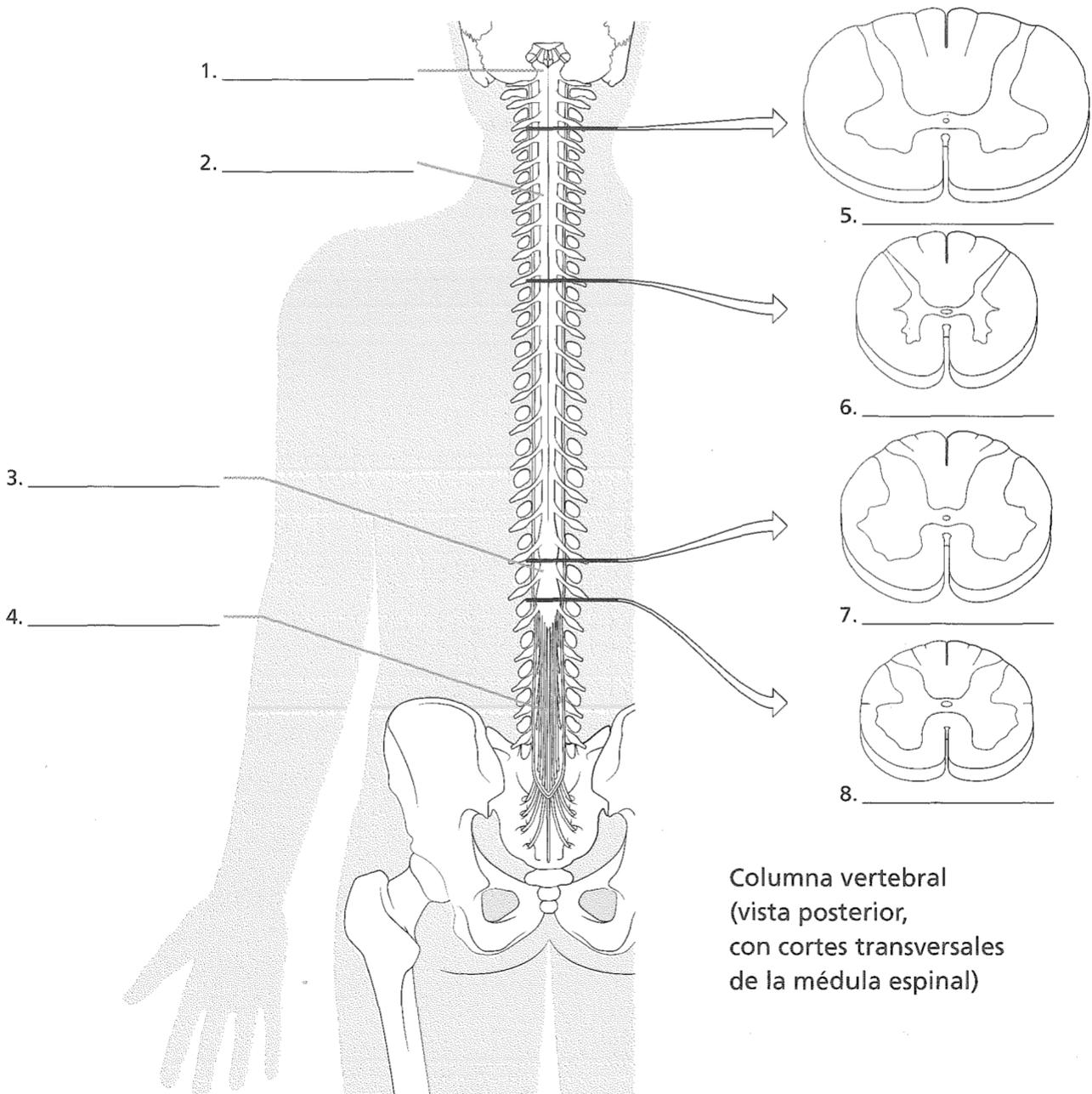
En un corte transversal, se puede observar que la médula espinal contiene materia blanca en su periferia, materia gris en forma de «H» en el interior y un canal central lleno de fluido cefalorraquídeo. Los dos pares de proyecciones de la materia gris se llaman cuernos dorsales (posteriores) y cuernos ventrales (anteriores). Los cuernos forman columnas de materia gris a lo largo de toda la médula espinal. Los dos cuernos dorsales están separados por el surco medio posterior, mientras que los dos cuernos ventrales se separan por la cisura media anterior. La comisura gris es una banda fina de materia gris que rodea el canal central y conecta las dos mitades de la médula espinal. Las columnas dorsales contienen principalmente las vías ascendentes para las vías de la columna dorsal-lemnisco medial, mientras que el cuerno ventral contiene axones descendentes de los tractos vestibular, corticoespinal ventral, reticuloespinal y tectoespinal. Las columnas laterales contienen vías ascendentes de los axones de los tractos espinotalámico lateral y espinoreticular. Los cuerpos celulares de las neuronas de primer orden se encuentran en las neuronas ganglionares de la raíz dorsal, que están favorecidas por una raíz dorsal y una ventral del nervio espinal.



Médula espinal torácica  
(corte transversal, vista ventral)

# Estructura de la médula espinal en diferentes niveles

La mayor cantidad de materia gris se encuentra en segmentos de la médula espinal que se encargan del control motor y sensorial de las extremidades. Estas áreas se expanden en la ampliación cervical, que proporciona nervios a la cintura escapular y a las extremidades superiores, y en la ampliación lumbosacra, que suministra nervios a la pelvis y a las extremidades inferiores. Los cortes transversales de la médula espinal muestran los diferentes aspectos característicos de materia gris y blanca en las regiones cervical, torácica, lumbar y sacra. Cuernos laterales adicionales son visibles en el área torácica de la médula espinal, que está relacionada principalmente con funciones de la división simpática del sistema motor autónomo (cambios en actividades cardíacas, pulmonares, hepáticas y gastrointestinales).

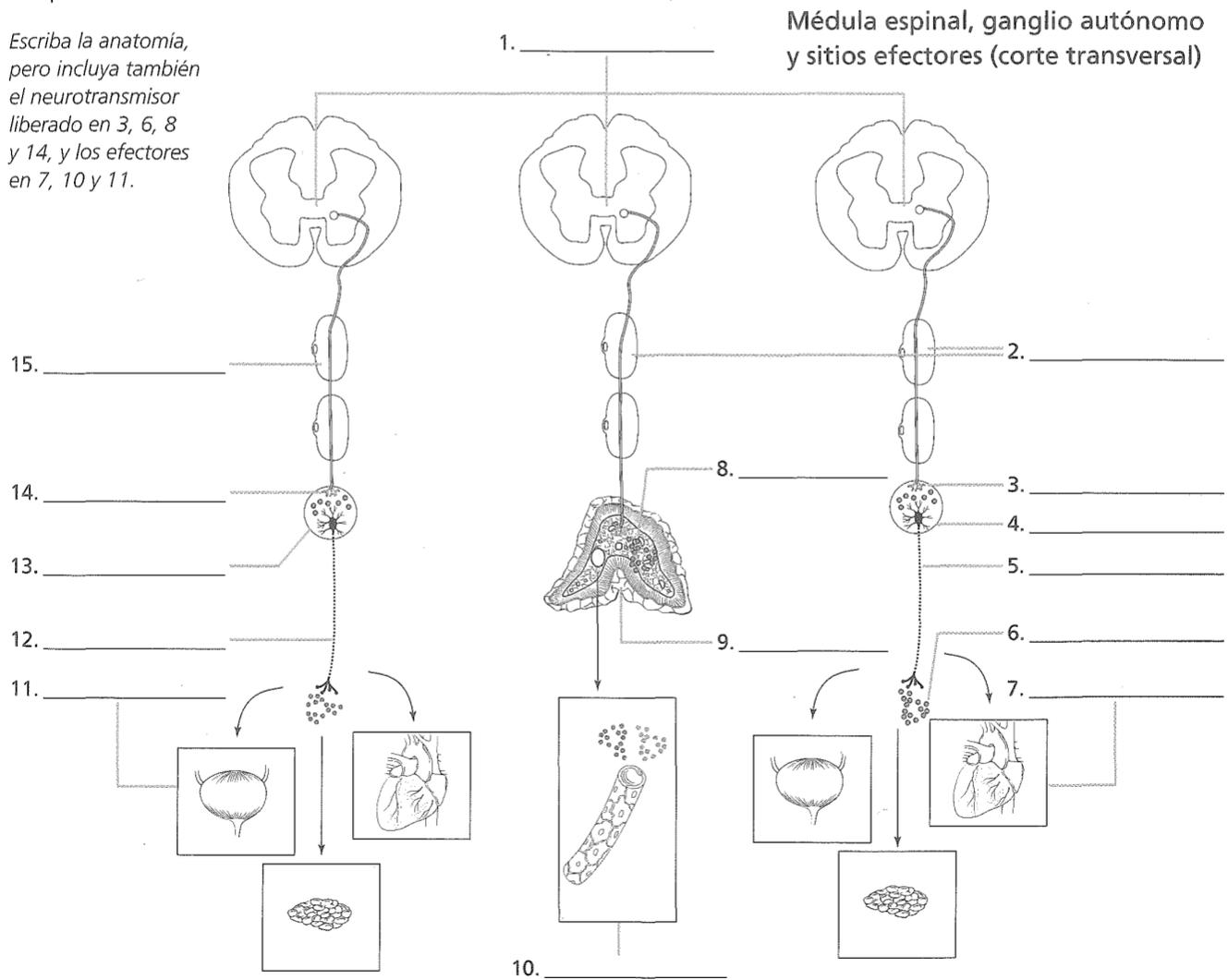


Columna vertebral  
(vista posterior,  
con cortes transversales  
de la médula espinal)

# Estructura del sistema nervioso autónomo

El sistema nervioso autónomo se compone de dos grupos de neuronas eferentes: las fibras nerviosas preganglionares y las fibras nerviosas posganglionares. Las fibras preganglionares se originan en el SNC y hacen sinapsis en agrupaciones de neuronas llamadas ganglios. Las fibras nerviosas posganglionares emergen de los ganglios y fluyen hasta los músculos lisos y glándulas de todo el cuerpo. En el sistema nervioso autónomo se distinguen dos divisiones: la simpática y la parasimpática. El sistema nervioso simpático tiene fibras nerviosas preganglionares cortas con ganglios cerca de la médula espinal, de los que emergen fibras nerviosas posganglionares más largas. La división simpática interviene generalmente en situaciones de lucha o huida y sus funciones incluyen el aumento del ritmo cardíaco, la dilatación de las pupilas, la reducción de la producción de orina, la inhibición de la peristalsis y la dilatación de vasos sanguíneos en los músculos esqueléticos. La división parasimpática tiene fibras nerviosas preganglionares más largas con ganglios cerca o en el interior de los efectores. La división parasimpática se utiliza para calmar el cuerpo, «descanso y digestión», y equilibrar la división simpática. Sus funciones incluyen el descenso del ritmo cardíaco, la contracción de las pupilas, la reducción de la producción de sudor, el aumento de la producción de orina y la contracción de los vasos sanguíneos de los músculos esqueléticos. Los sistemas nerviosos simpático y parasimpático trabajan juntos para mantener el equilibrio homeostático.

Escriba la anatomía, pero incluya también el neurotransmisor liberado en 3, 6, 8 y 14, y los efectores en 7, 10 y 11.

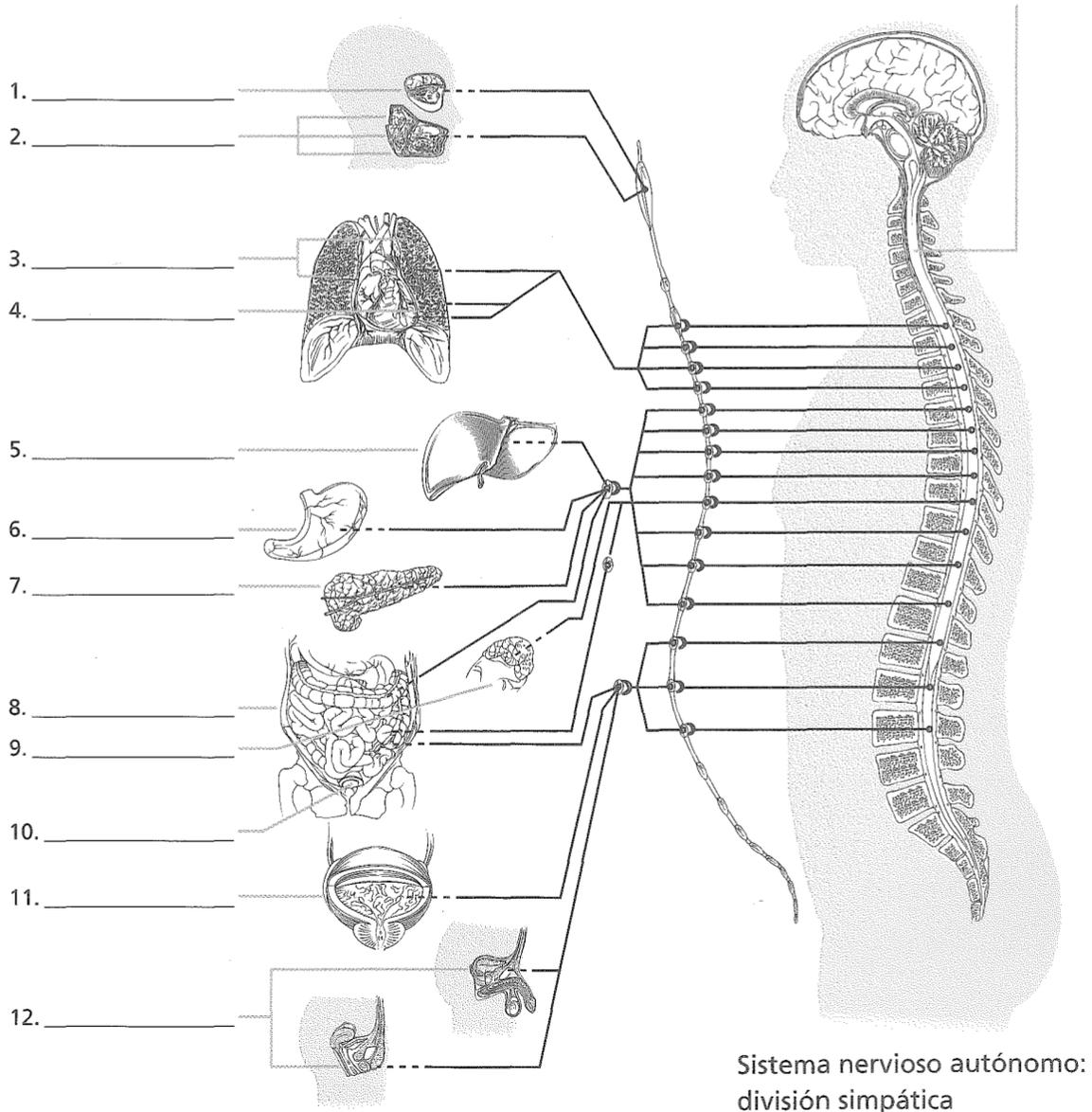


# Sistema nervioso simpático

En el sistema nervioso autónomo se distinguen dos divisiones: la simpática y la parasimpática. La división simpática regula y modula acciones inconscientes relacionadas principalmente con situaciones de lucha o huida. El sistema nervioso simpático comprende neuronas preganglionares cortas que liberan acetilcolina en sus sinapsis con neuronas posganglionares más largas, que se extienden por todo el cuerpo. Las fibras simpáticas posganglionares liberan norepinefrina, que se une a receptores adrenérgicos en el tejido diana.

La división simpática es responsable de las respuestas fisiológicas, como el aumento del ritmo cardíaco y la presión arterial, la dilatación de las pupilas y el incremento de flujo sanguíneo en los músculos esqueléticos. Durante la respuesta de lucha o huida, las fibras simpáticas preganglionares que terminan en la médula de la glándula suprarrenal activan la secreción de epinefrina. Son la epinefrina y la norepinefrina las que ayudan a preparar el cuerpo para la acción y la supervivencia. Además, la división simpática también hace ajustes localizados en el cuerpo, ayudando a mantener la homeostasis. Esto incluye el aumento de la producción de sudor en respuesta a la temperatura corporal elevada, así como el estímulo de desear orinar.

13. \_\_\_\_\_



Sistema nervioso autónomo:  
división simpática

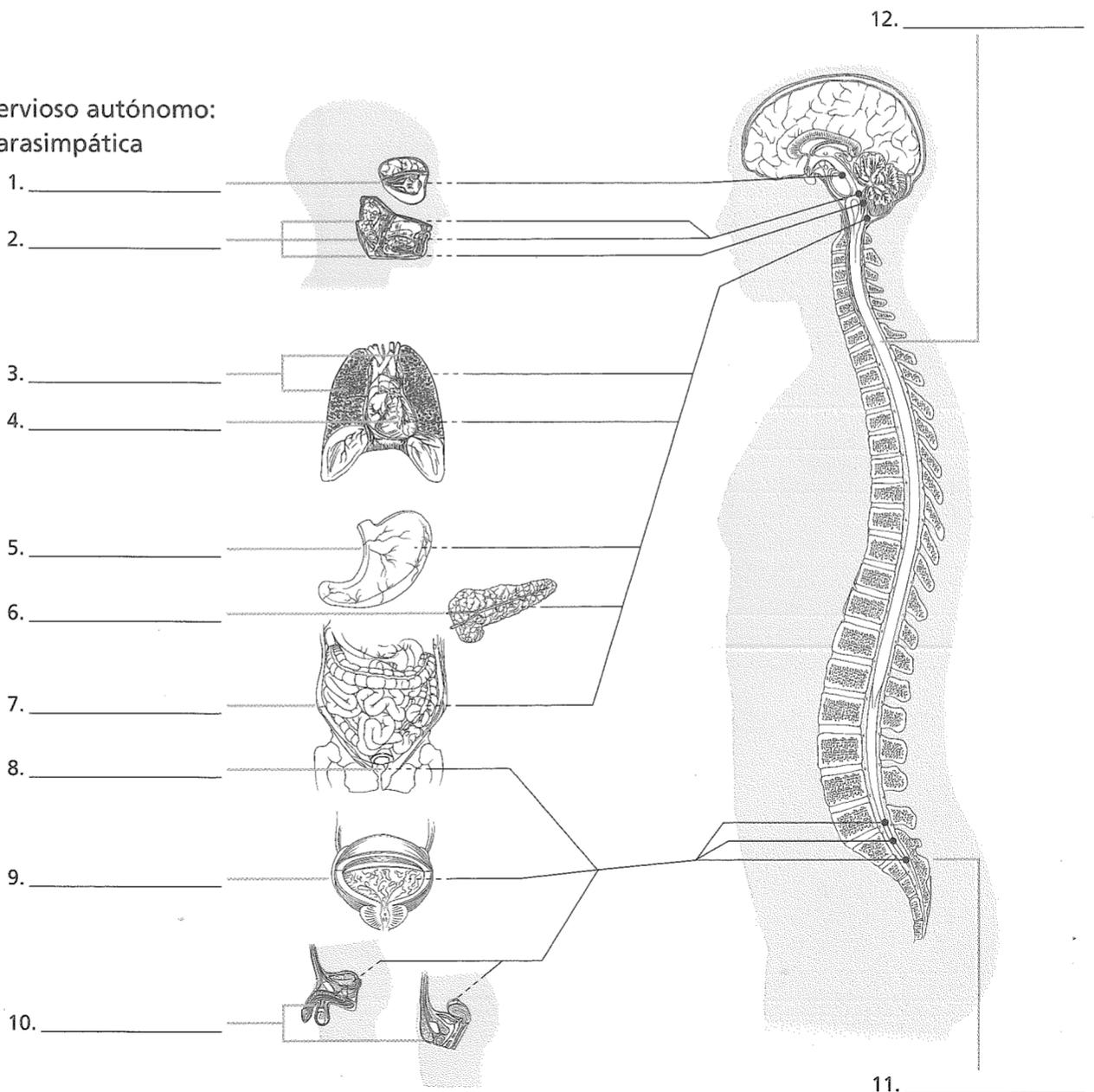
# Sistema nervioso parasimpático

La división parasimpática es una de las dos divisiones del sistema nervioso autónomo (junto con el sistema nervioso entérico; véase pág. 69) que controla las acciones involuntarias. Se encarga de regular la función de los órganos y las glándulas en los períodos de descanso, en lo que se conoce típicamente como actividades de «descanso y digestión» o «alimentación y reproducción».

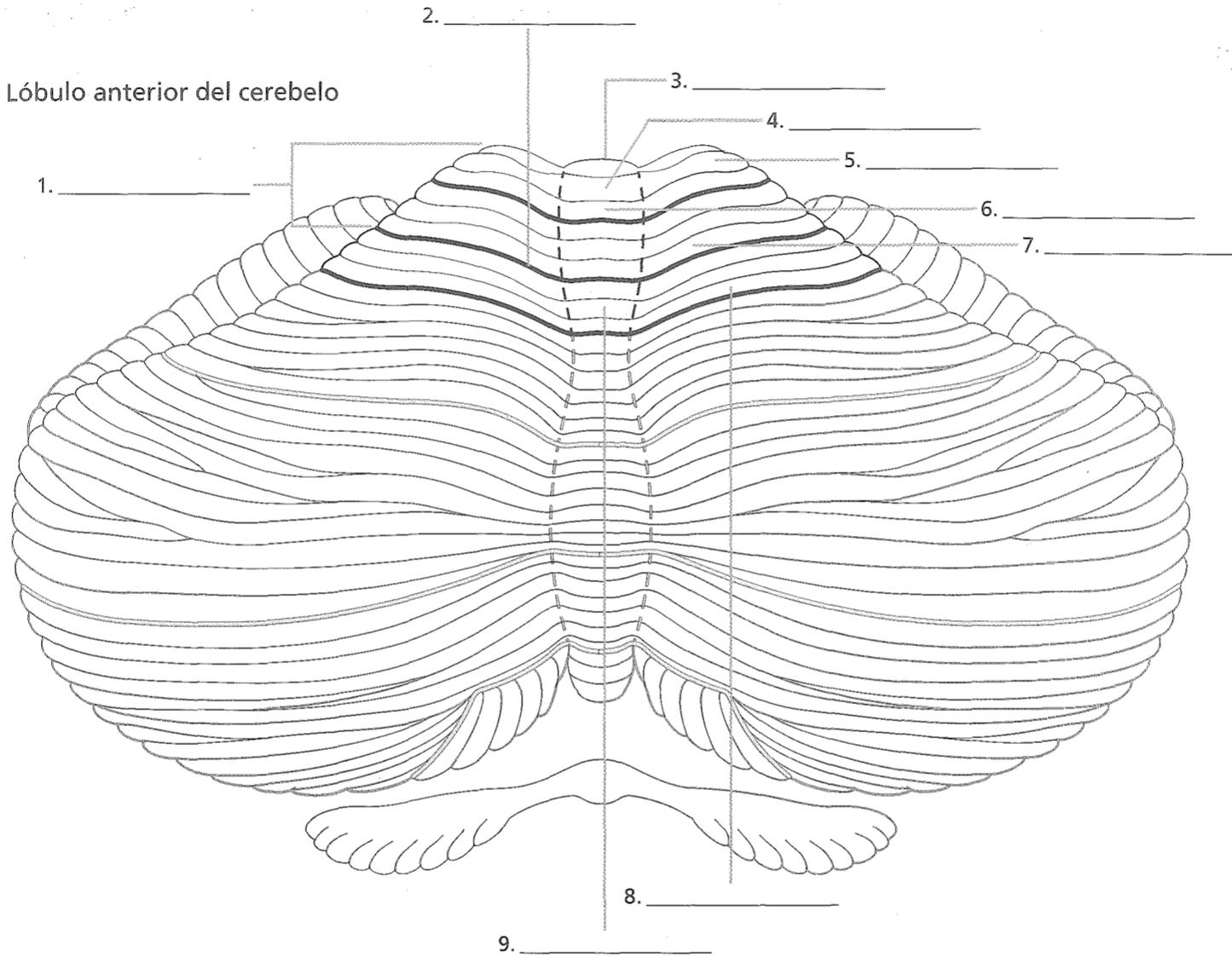
Los nervios parasimpáticos preganglionares nacen en el SNC e incluyen varios nervios craneales clave (NC III, NC VII, NC IX, NC X) así como los tres nervios espláncnicos de la pelvis. Estos nervios preganglionares liberan acetilcolina en sus sinapsis con nervios parasimpáticos posganglionares en cualquier otro sitio del cuerpo. Los ganglios parasimpáticos posganglionares se localizan típicamente muy cerca de su objetivo, donde también liberan acetilcolina para estimular los receptores muscarínicos del órgano diana.

La división parasimpática ayuda a equilibrar la división simpática haciendo descender la presión arterial y el ritmo cardíaco. También estimula otras funciones corporales, como la producción de saliva, la actividad muscular en el estómago y los intestinos para ayudar a la digestión, la eliminación de residuos mediante la micción y la defecación, además de la producción de lágrimas.

## Sistema nervioso autónomo: división parasimpática



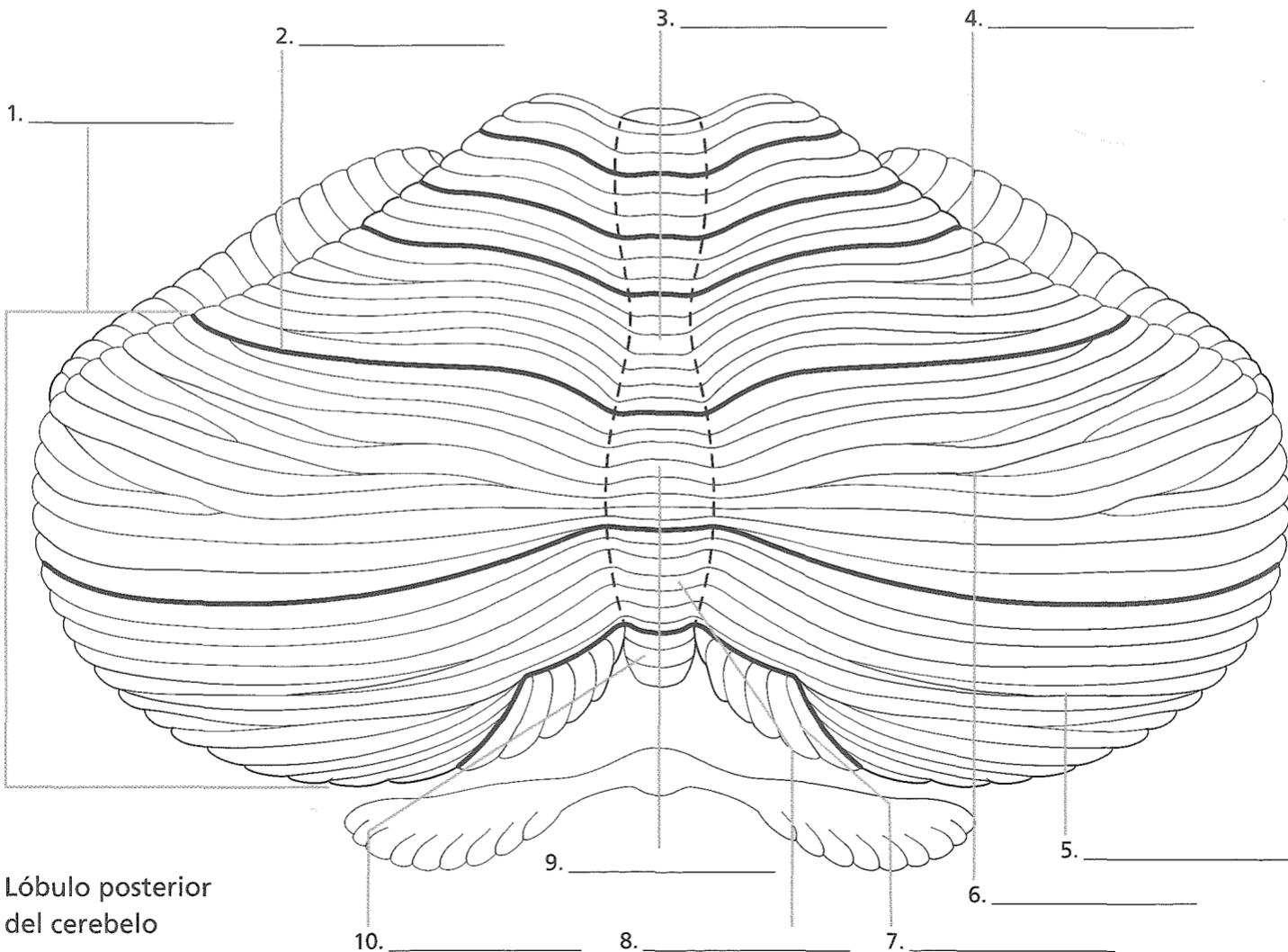
# Características externas del cerebelo: lóbulo anterior



El lóbulo anterior recibe información propioceptiva de la médula espinal, que permite la percepción de estímulos dentro del cuerpo respecto a la posición, el movimiento y el equilibrio. El lóbulo anterior se encuentra caudal a la cisura primaria. Junto con el resto del cerebelo, se organiza en subdivisiones denominadas lobulillos. La más anterior es la língula, que se une a la superficie superior del velo medular. Posteriores a la língula se encuentran las alas (II y III) del lobulillo central. Los lobulillos IV y V forman el culmen, adyacente a la cisura primaria en la cara rostral.

# Características externas del cerebelo: lóbulo posterior

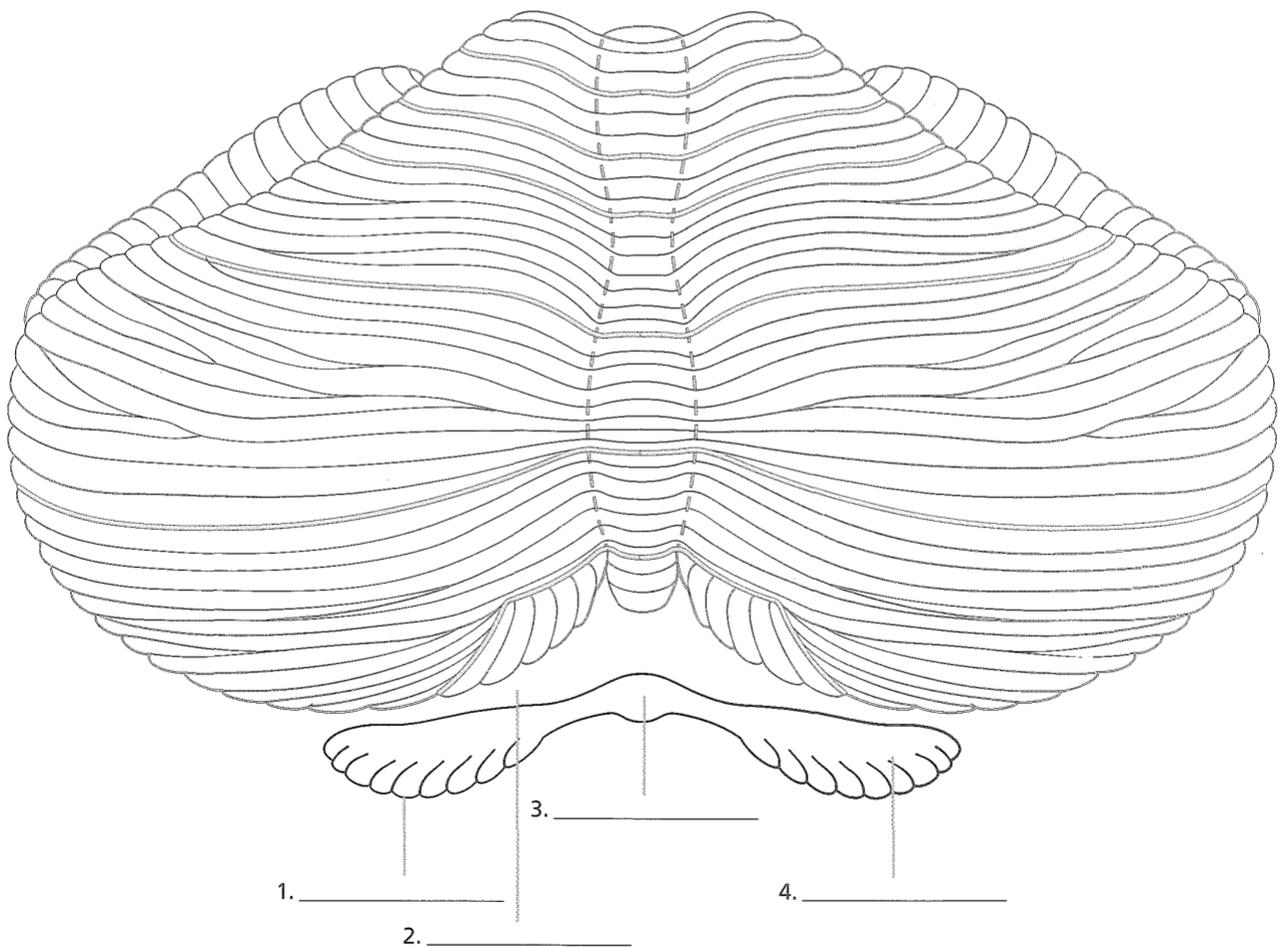
El lóbulo posterior está situado rostralmente respecto al lóbulo floclonodular y en dirección caudal al lóbulo anterior, separado por las cisuras posterolateral y primaria, respectivamente. Es el responsable de la coordinación de las habilidades motoras y el movimiento muscular. Resulta el más grande de los tres lóbulos del cerebelo y recibe información principalmente del tallo cerebral y la corteza. En el lóbulo posterior se encuentran seis de los diez lobulillos del cerebelo; son los responsables de coordinar y modificar el movimiento en diferentes áreas del cuerpo. La región más anterior del lóbulo posterior es el lobulillo simple, el lobulillo VI. El folium (VII A) y el túber (VII B) forman el lobulillo anseriforme, y son responsables de los movimientos bilaterales de los miembros superiores e inferiores. El folium es anterior a la cisura horizontal y el túber, posterior. Los lobulillos semilunares superior e inferior son áreas que crecen en pares y controlan los movimientos unilaterales del brazo, con el lobulillo semilunar superior en la cara anterior de la cisura horizontal y el lobulillo semilunar inferior en la cara posterior. La pirámide es posterior al lobulillo semilunar inferior e interviene en la contracción muscular del tronco. Los lobulillos más posteriores son la úvula (VIII) y la amígdala (IX), que cubren la cisura posterolateral en los lados anterior y posterior, respectivamente.



Lóbulo posterior del cerebelo

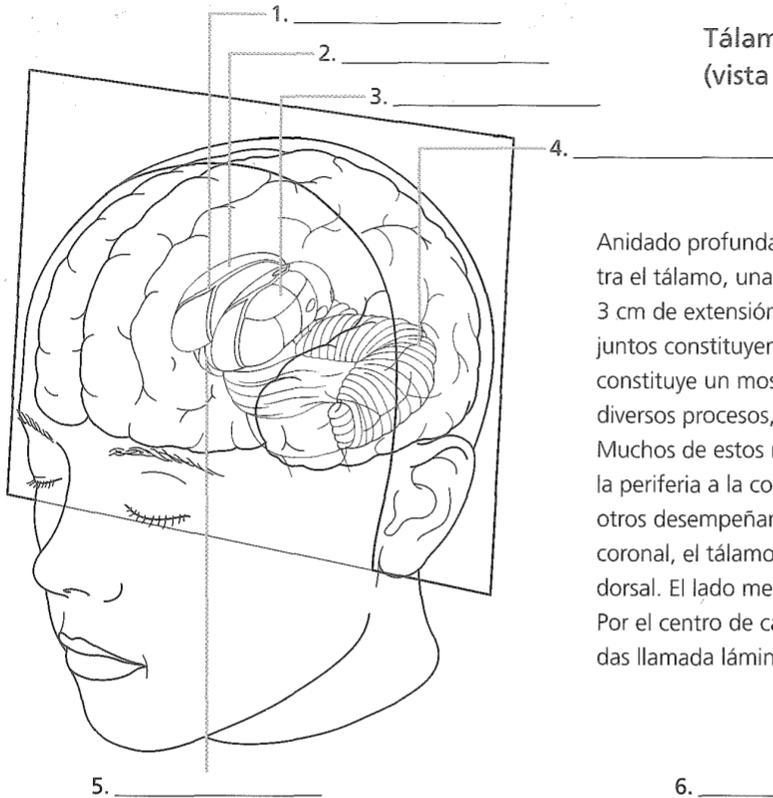
## Características externas del cerebelo: lóbulo floculonodular

El lóbulo floculonodular es el más pequeño de los tres lóbulos del cerebelo. Recibe información del sistema vestibular en el oído interno para percibir la colocación y ubicación del cuerpo. Está formado por el flóculo y el nódulo, que intervienen en la conservación del equilibrio y en el aprendizaje de las habilidades motoras básicas e influyen en el movimiento de los ojos. El flóculo también regula el equilibrio y ayuda a estabilizar la mirada durante la rotación de la cabeza. El nódulo es el único lobulillo del lóbulo floculonodular, el lobulillo X. El lóbulo floculonodular está separado del resto del cerebelo por la fisura posterolateral o uvulonodular; este lóbulo contiene núcleos vestibulares que se sitúan en el cuarto ventrículo en el bulbo raquídeo y el puente troncoencefálico. Proyectan a la médula espinal, el tálamo y la corteza para controlar los movimientos de los ojos, la postura y la percepción del movimiento.



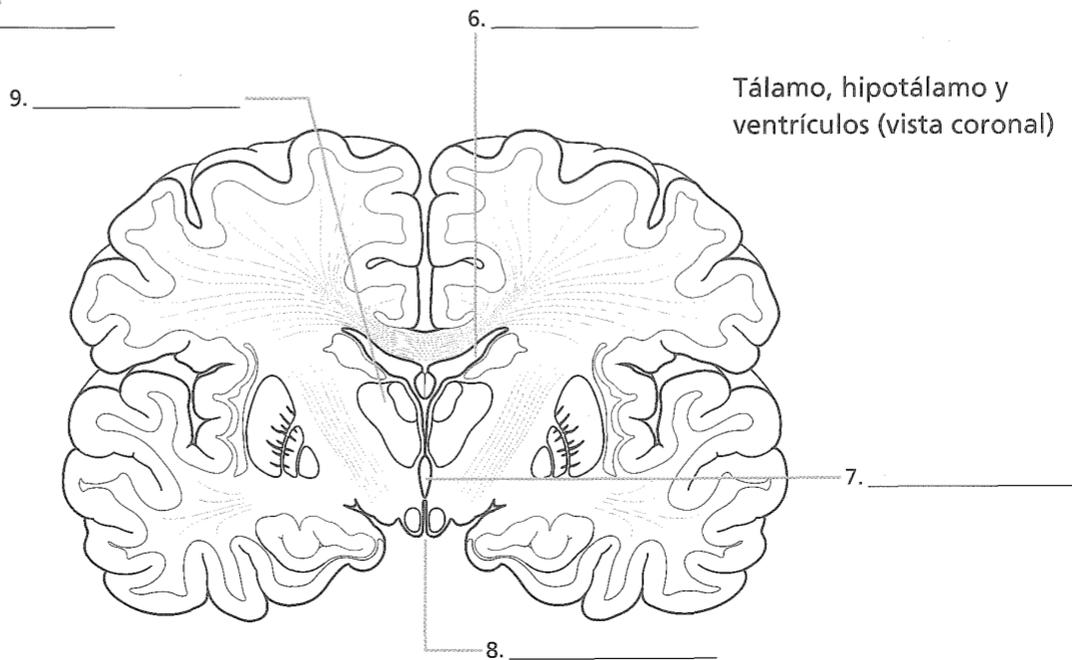
Lóbulo floculonodular del cerebelo

# Resumen del tálamo



**Tálamo, cerebelo y diencefalo (vista competa)**

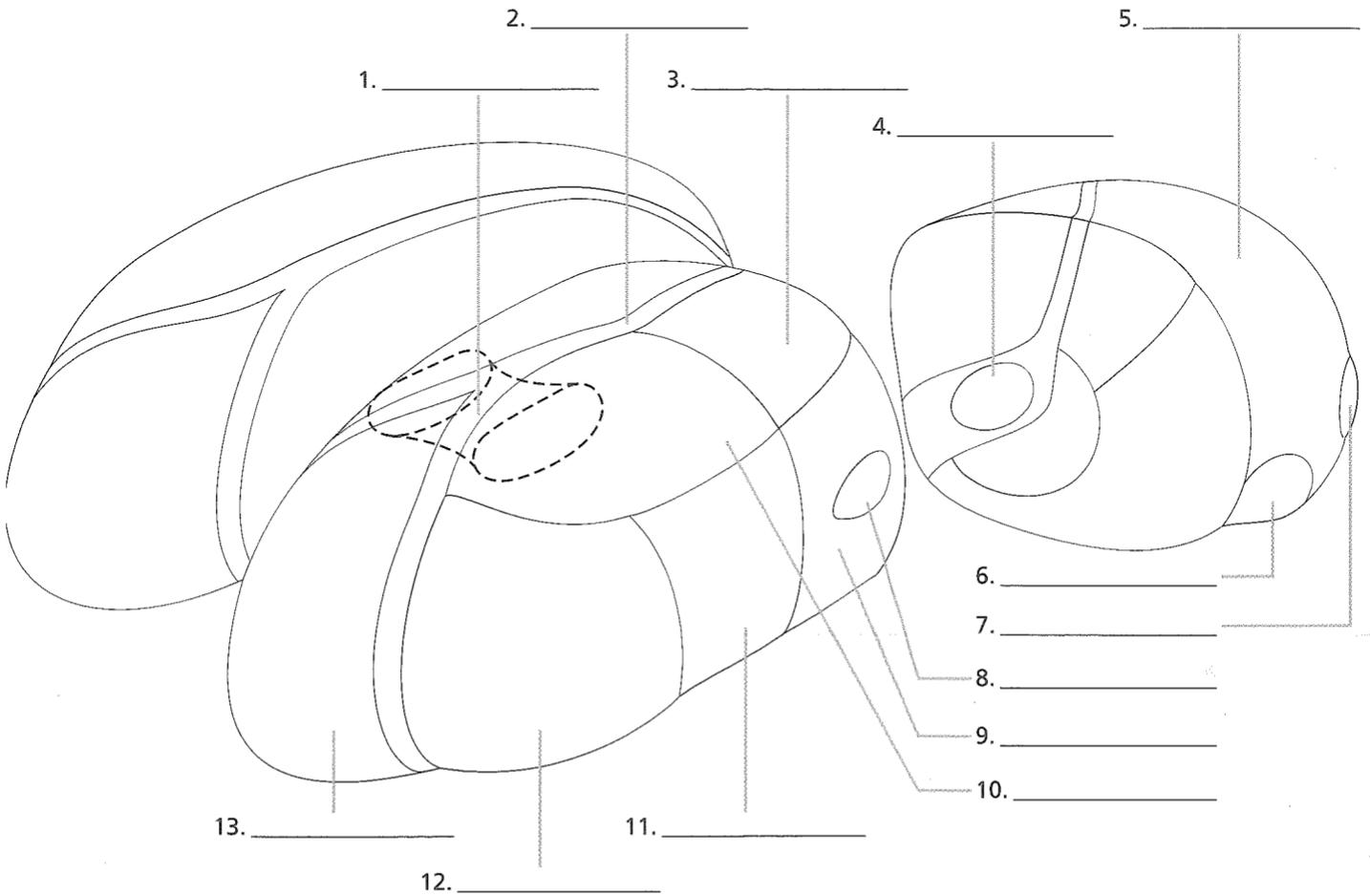
Anidado profundamente en cada hemisferio del encéfalo se encuentra el tálamo, una estructura de forma similar a una nuez y de unos 3 cm de extensión. El tálamo, hipotálamo, subtálamo y epitálamo juntos constituyen el diencefalo o «cerebro intermedio». El tálamo constituye un mosaico de múltiples núcleos que intervienen en diversos procesos, incluidas la sensación, la emoción y la memoria. Muchos de estos núcleos transmiten información sensorial desde la periferia a la corteza y las estructuras subcorticales, mientras que otros desempeñan un papel en el sueño y el insomnio. En un corte coronal, el tálamo está flanqueado por el ventrículo lateral en el lado dorsal. El lado medial del tálamo forma la pared del tercer ventrículo. Por el centro de cada tálamo discurre una banda de fibras mielinizadas llamada lámina medular interna.



**Tálamo, hipotálamo y ventrículos (vista coronal)**

# Topología del tálamo

Compuesto de numerosos núcleos con diversas funciones, el tálamo es una estructura compleja multifuncional. Anatómicamente se puede dividir en tres regiones: anterior, medial y lateral. El núcleo anterior es el más anterior y está demarcado por la lámina medular interna, que tiene forma de «Y». Dentro de la lámina medular interna hay pequeños grupos de células llamados núcleos intralaminares, incluido el núcleo centromediano. El grupo lateral está formado por los núcleos ventral anterior, ventral lateral, ventral posterior, lateral geniculado, lateral posterior y medial geniculado. El pulvinar, que es el núcleo talámico más grande en los seres humanos, también forma parte del grupo lateral y es el más posterior. El grupo medial incluye el núcleo mediodorsal. La adhesión intertalámica es un grupo de células nerviosas y fibras entre las superficies mediales del tálamo, pero no contiene conexiones directas entre los hemisferios.

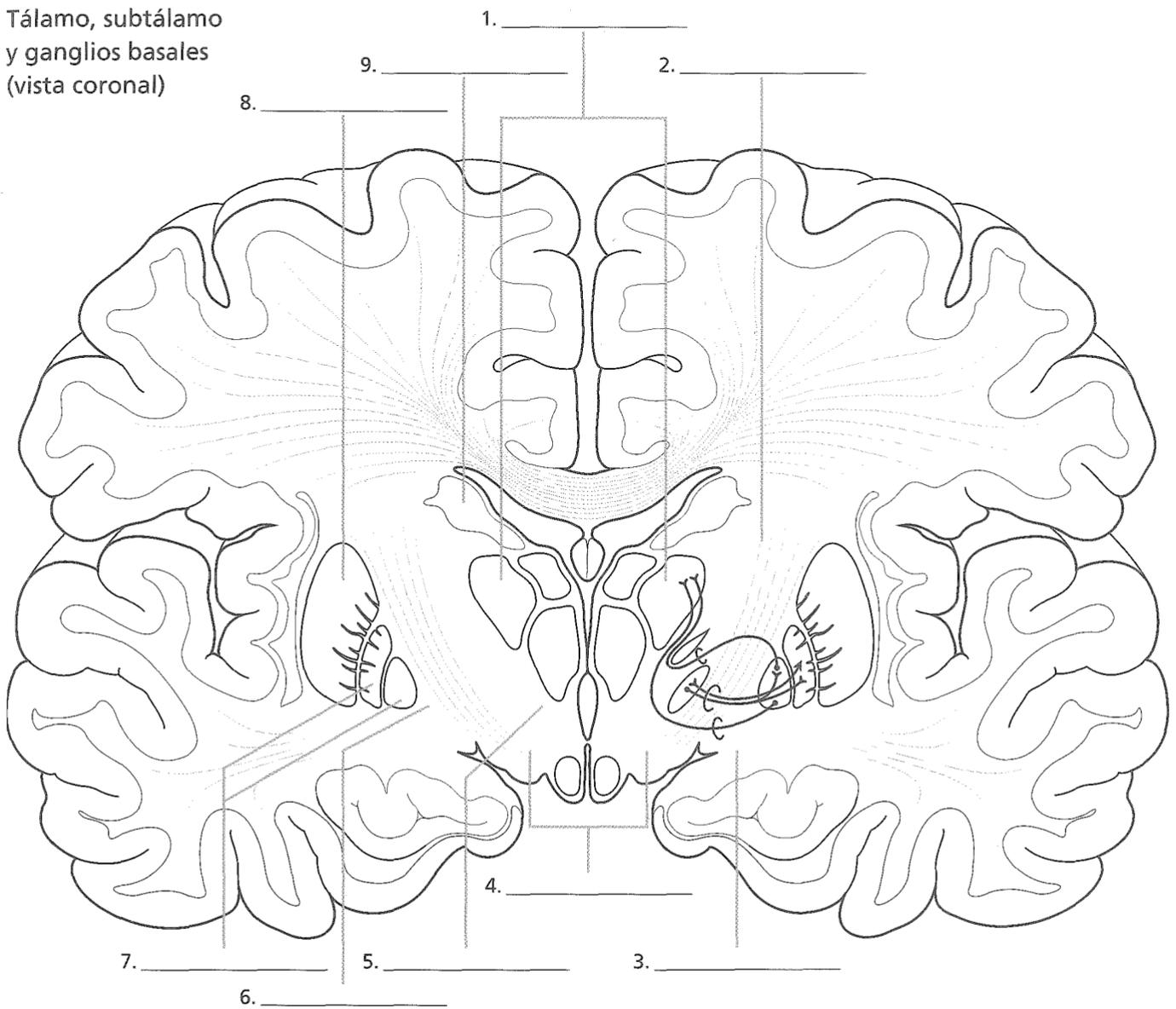


Núcleos del tálamo

# Estructura y función del subtálamo

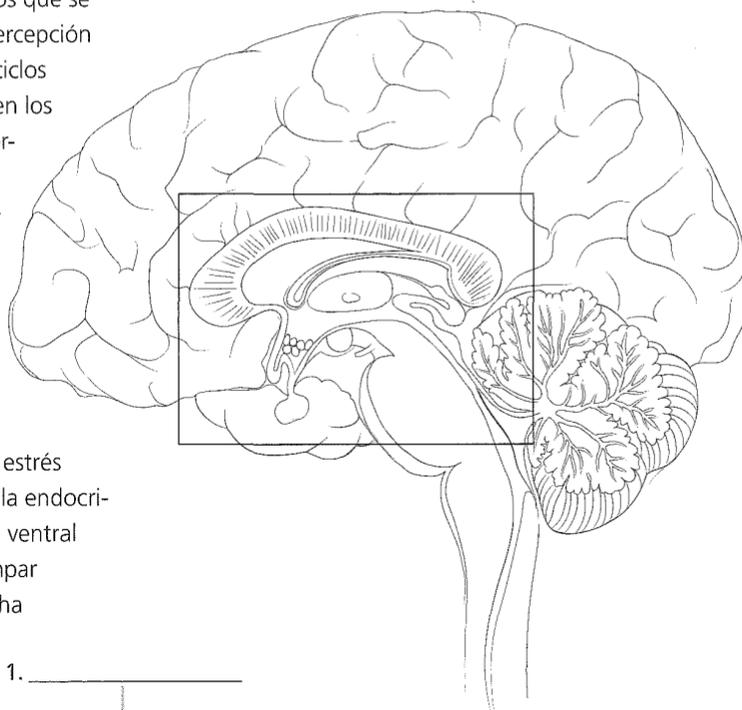
Debajo del tálamo hay dos estructuras: el subtálamo y los cuerpos mamilares del hipotálamo. A menudo denominado pretálamo, el subtálamo es una región que contiene múltiples estructuras, incluidos los núcleos subtalámicos, la zona incierta, el fascículo subtalámico y el asa lenticular. El núcleo subtalámico (NST) forma parte del sistema motor y da forma a las respuestas motoras tales como el alcance y el caminar. Tiene conexiones recíprocas con las distintas partes de los ganglios basales, incluido el globo pálido (GP) y la sustancia negra. Debido a la implicación del NST en tales vías motoras clave, la enfermedad de Parkinson a menudo se caracteriza por la disfunción de este núcleo. El fascículo subtalámico y el asa lenticular son tractos de materia blanca que conectan el NST con el GP y el GP con el tálamo ventral, respectivamente. La zona incierta (ZI) proyecta con amplitud a varias estructuras corticales y subcorticales. Aunque su función precisa se desconoce, se cree que la ZI interviene en la integración límbico-motora.

Tálamo, subtálamo  
y ganglios basales  
(vista coronal)

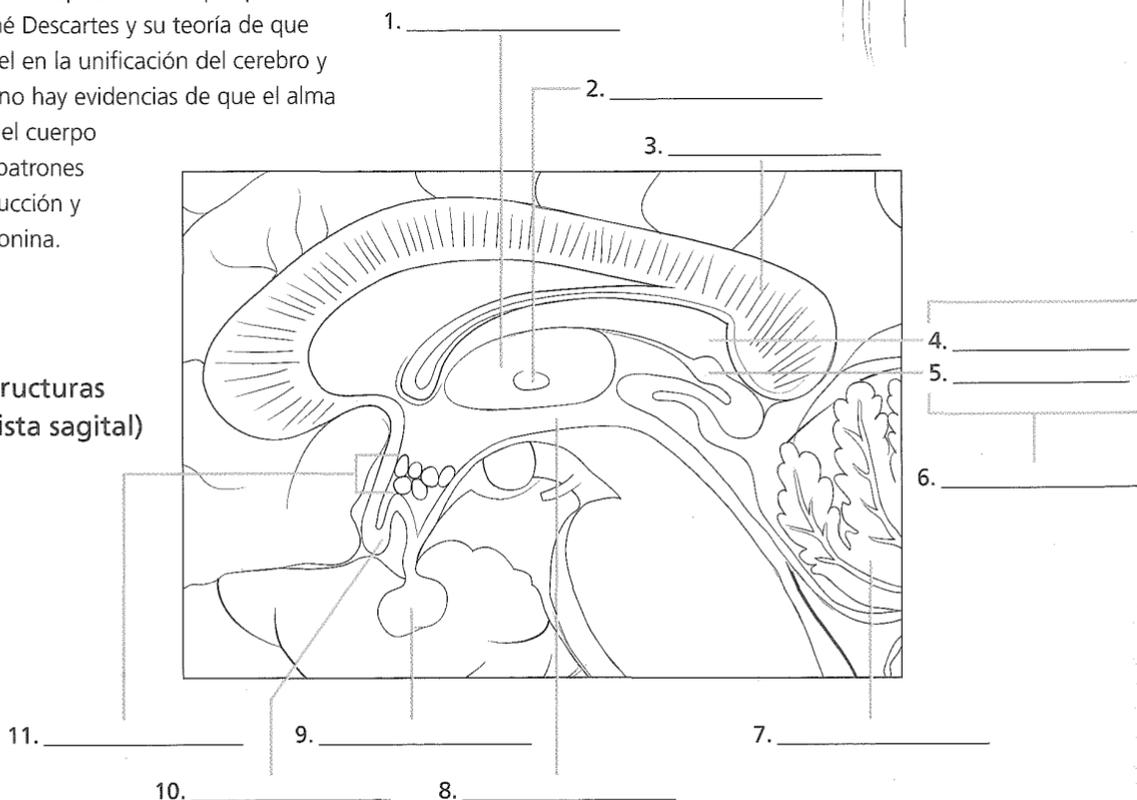


# Estructura y función del epítalamo

El epítalamo se sitúa detrás del tálamo y contiene la habénula y el cuerpo pineal. La habénula es un conjunto de núcleos que se asocia a una amplia variedad de procesos, incluidos la percepción del dolor, el aprendizaje basado en la recompensa y los ciclos de sueño-vigilia. La habénula influye significativamente en los sistemas neuromoduladores dopaminérgico y serotoninérgico, y se relaciona con trastornos como la enfermedad de Parkinson y la depresión. A menudo se divide en porciones mediales y laterales, según sus patrones de expresión genética y conectividad. La porción lateral se halla conectada con regiones tales como los ganglios basales y el núcleo accumbens; se relaciona con el procesamiento de la recompensa y la toma de decisiones emocionales, mientras que la porción media desempeña una función destacada en procesos como el estrés o la memoria. El cuerpo o glándula pineal es una glándula endocrina con forma de piña de 1 cm de longitud, de ubicación ventral respecto a la habénula. Es la única estructura cerebral impar (no tiene una mitad derecha y una izquierda), y por ello ha sido motivo de muchas especulaciones por parte de filósofos, como René Descartes y su teoría de que desempeña un papel en la unificación del cerebro y el cuerpo. Aunque no hay evidencias de que el alma se encuentre en él, el cuerpo pineal controla los patrones del sueño y la producción y liberación de melatonina.



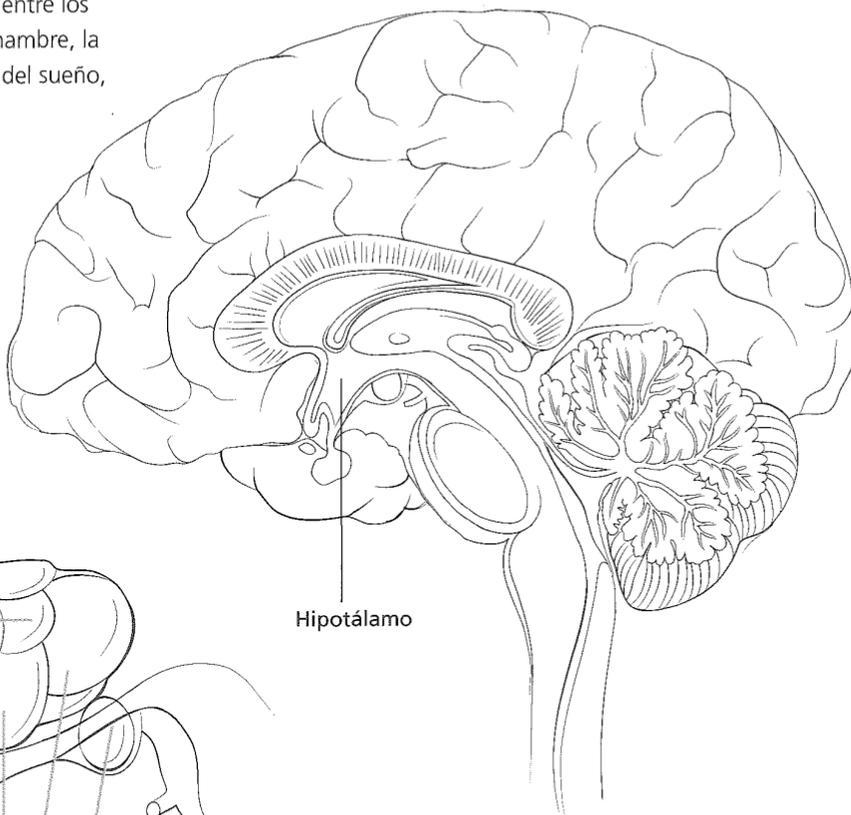
**Epítalamo y estructuras circundantes (vista sagital)**



# Núcleos del hipotálamo

El hipotálamo es una región del encéfalo del tamaño de una almendra que se sitúa por encima del tallo cerebral, justo debajo del tálamo. Forma parte del sistema límbico y está relacionado con numerosas funciones diferentes, entre otras: la facilitación de la comunicación entre los sistemas nervioso y endocrino; el control del hambre, la sed y la temperatura corporal; y la regulación del sueño, de la fatiga y de los ritmos circadianos.

Encéfalo (corte sagital)



El hipotálamo y sus núcleos

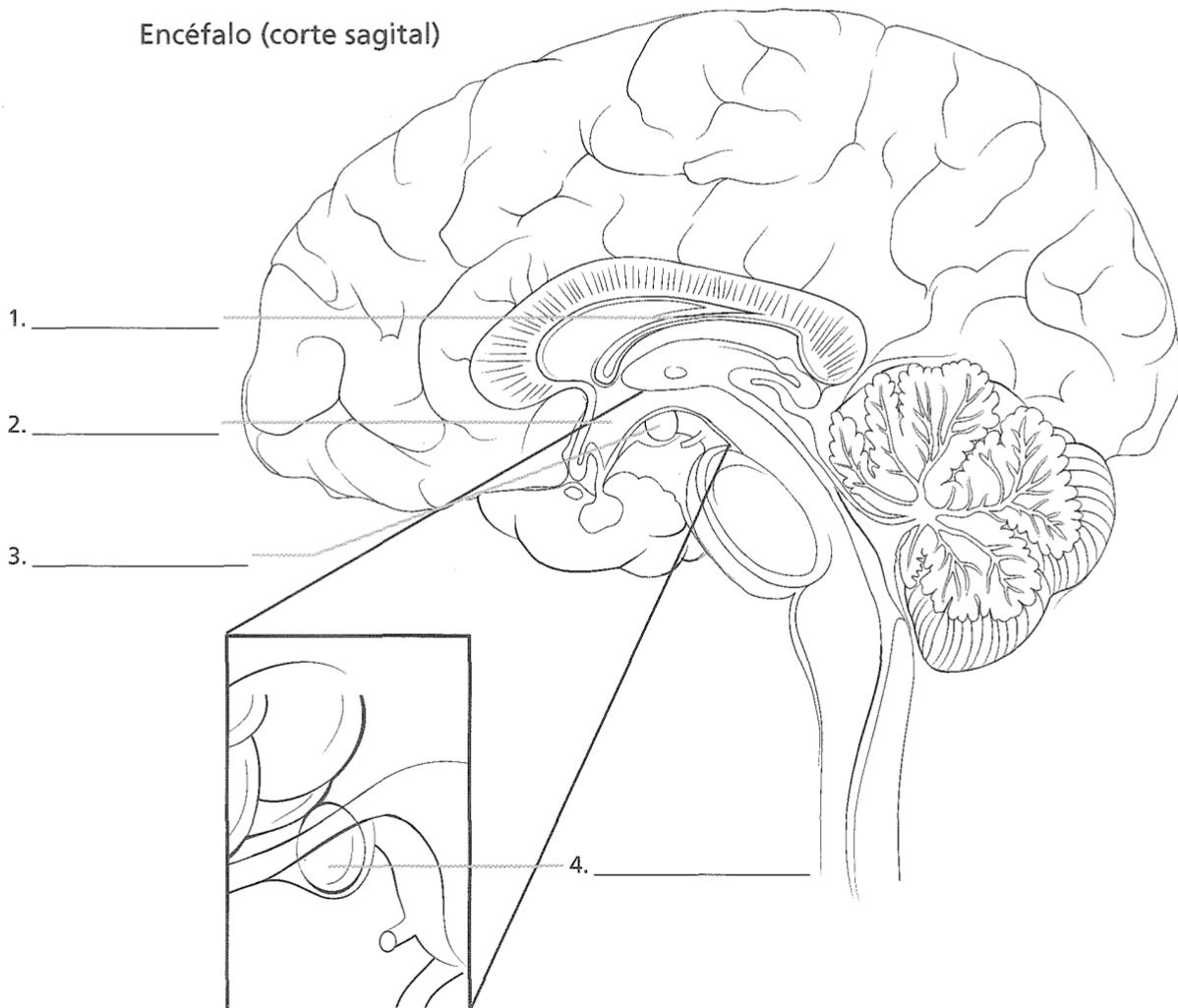


Estas diversas funciones del hipotálamo las llevan a cabo los diferentes núcleos que lo componen. Mientras que algunos núcleos son anatómicamente distintos, otros no lo son. Los núcleos se dividen en tres regiones principales. La región anterior incluye el hipotálamo anterior y el área preóptica (ambos intervienen en la termorregulación), el núcleo supraquiasmático (que modula el ritmo circadiano) y el núcleo paraventricular (que libera ciertas hormonas metabólicas). La región posterior está formada por el hipotálamo posterior (termorregulación) y los cuerpos mamilares (que participan en la memoria episódica). En el centro se localiza el hipotálamo lateral, que contiene principalmente neuropéptidos de orexina (que modulan la alimentación y el insomnio) y los núcleos hipotalámicos dorsomedial y ventromedial (que intervienen en el hambre y la saciedad, respectivamente).

# Cuerpos mamilares

Los cuerpos mamilares son un par de pequeñas estructuras redondas situadas en la región posterior del hipotálamo. Debido a su ubicación única en los arcos anteriores del fórnix, los cuerpos mamilares intervienen en la memoria episódica, o recuerdos de eventos autobiográficos, tales como lugares y momentos, y las emociones asociadas a ellos.

Los cuerpos mamilares reciben esta información de los hipocampos (relacionados con la consolidación de recuerdos a corto plazo para el almacenamiento a largo plazo) y la amígdala, que procesa nuestras reacciones emocionales ante eventos. Las lesiones en los cuerpos mamilares se relacionan con la amnesia anterógrada, o la incapacidad de crear nuevos recuerdos. La atrofia de los cuerpos mamilares se observa en la enfermedad de Alzheimer, la esquizofrenia y los fallos cardíacos, pero el papel que desempeña esta estructura en las enfermedades no está del todo claro.

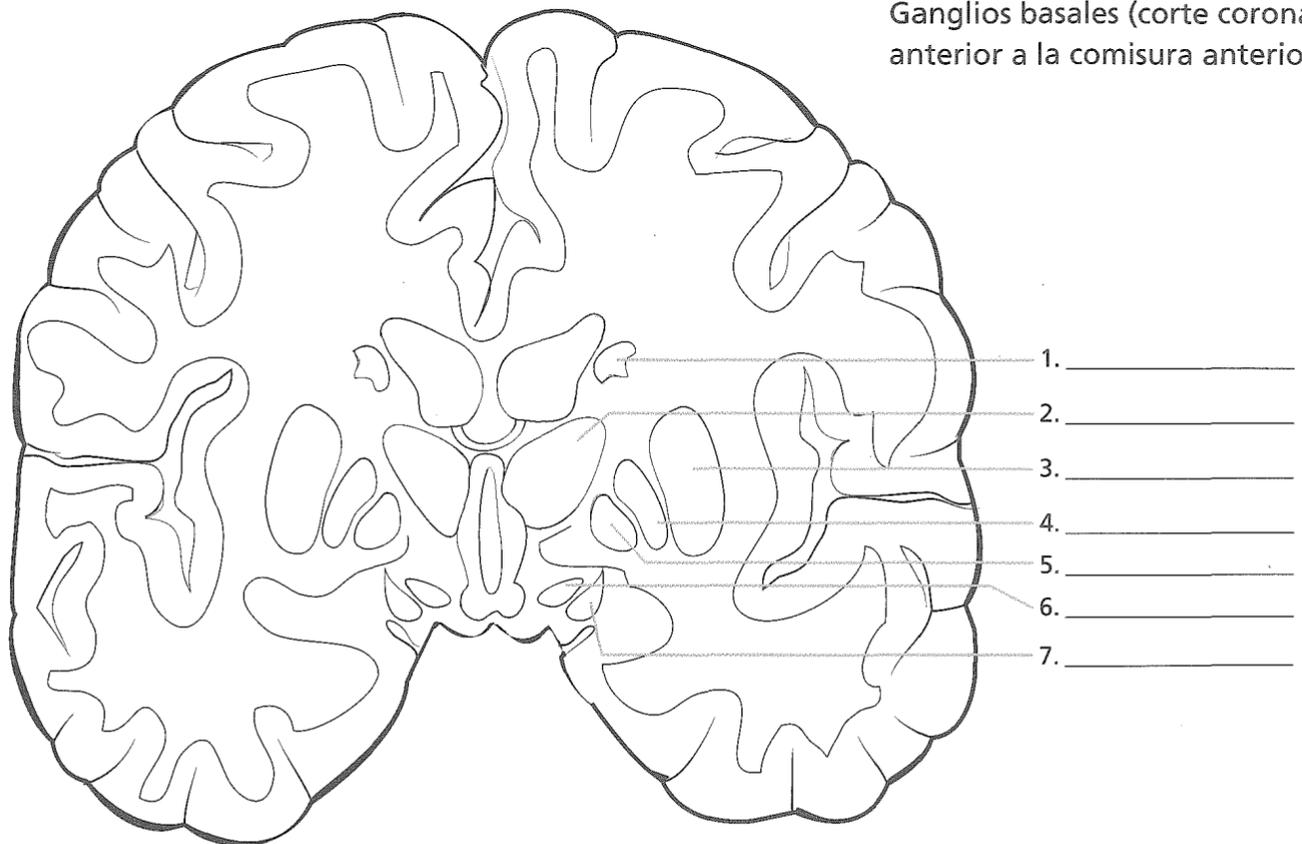


# Topografía de los ganglios basales

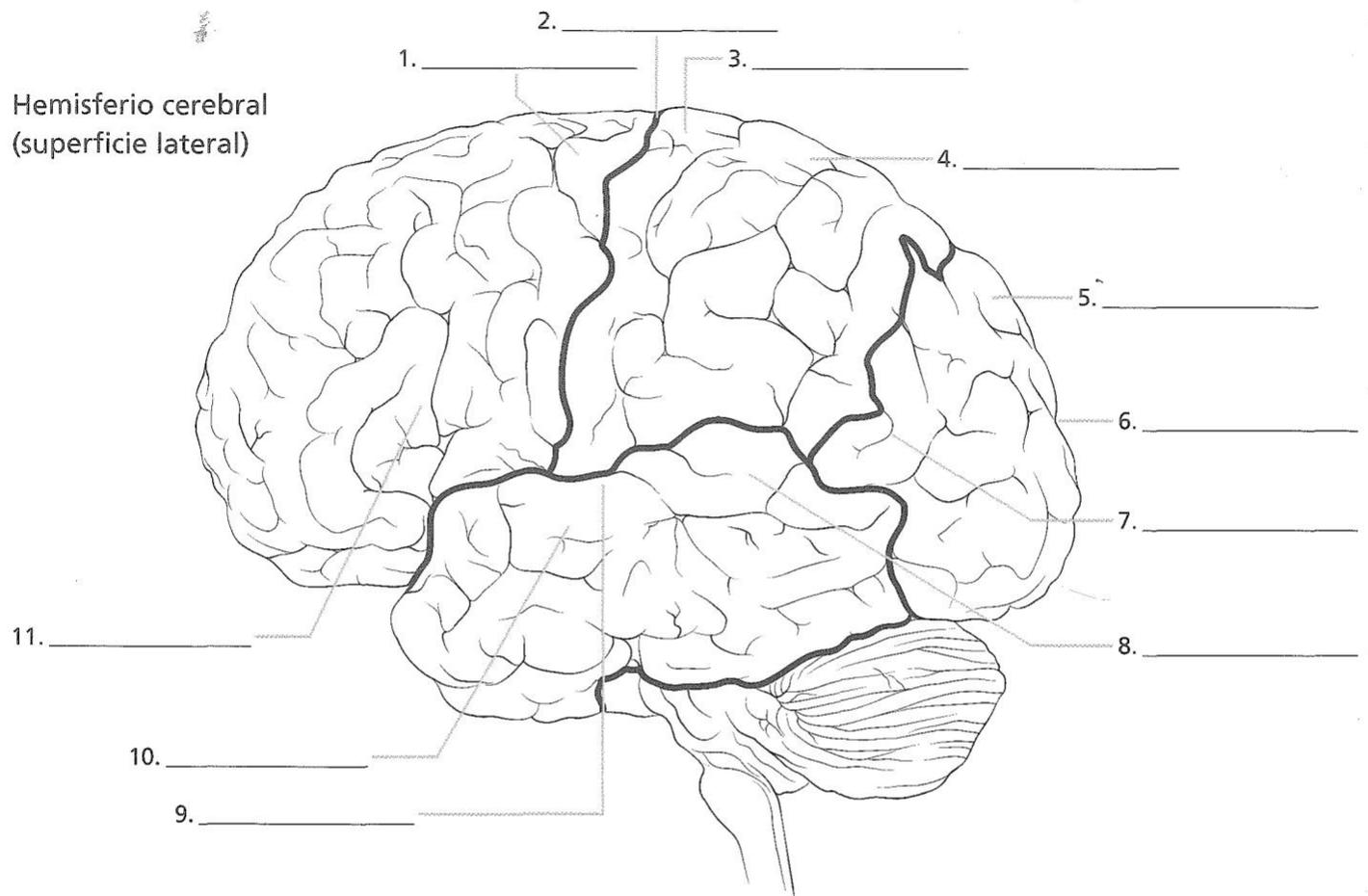
Los ganglios basales se describieron por primera vez agrupados, basándose en el hecho de que el daño en estas áreas causaba trastornos del movimiento. Ahora sabemos que estas zonas tienen una función mucho más compleja y que desempeñan un papel en la motivación, la atención, los trastornos del estado anímico y otros comportamientos.

Los ganglios basales se dividen en seis núcleos principales: el caudado, el putamen, el núcleo accumbens y el globo pálido (con segmentos internos y externos), que se agrupan en la parte superior y en los lados del tálamo; y el núcleo subtalámico y la sustancia negra, situados ventralmente y más atrás hacia el tallo cerebral, paralelos entre sí.

El caudado posee una gran cabeza rostral y se estrecha hacia una cola caudalmente. El núcleo accumbens se sitúa en el punto más rostral de los ganglios basales, donde se unen el caudado y el putamen. El globo pálido ocupa el lugar del accumbens en porciones más caudales. El caudado y el putamen se hallan separados en toda su longitud por la cápsula interna.



# Vista general de la topografía de los hemisferios cerebrales: superficie lateral

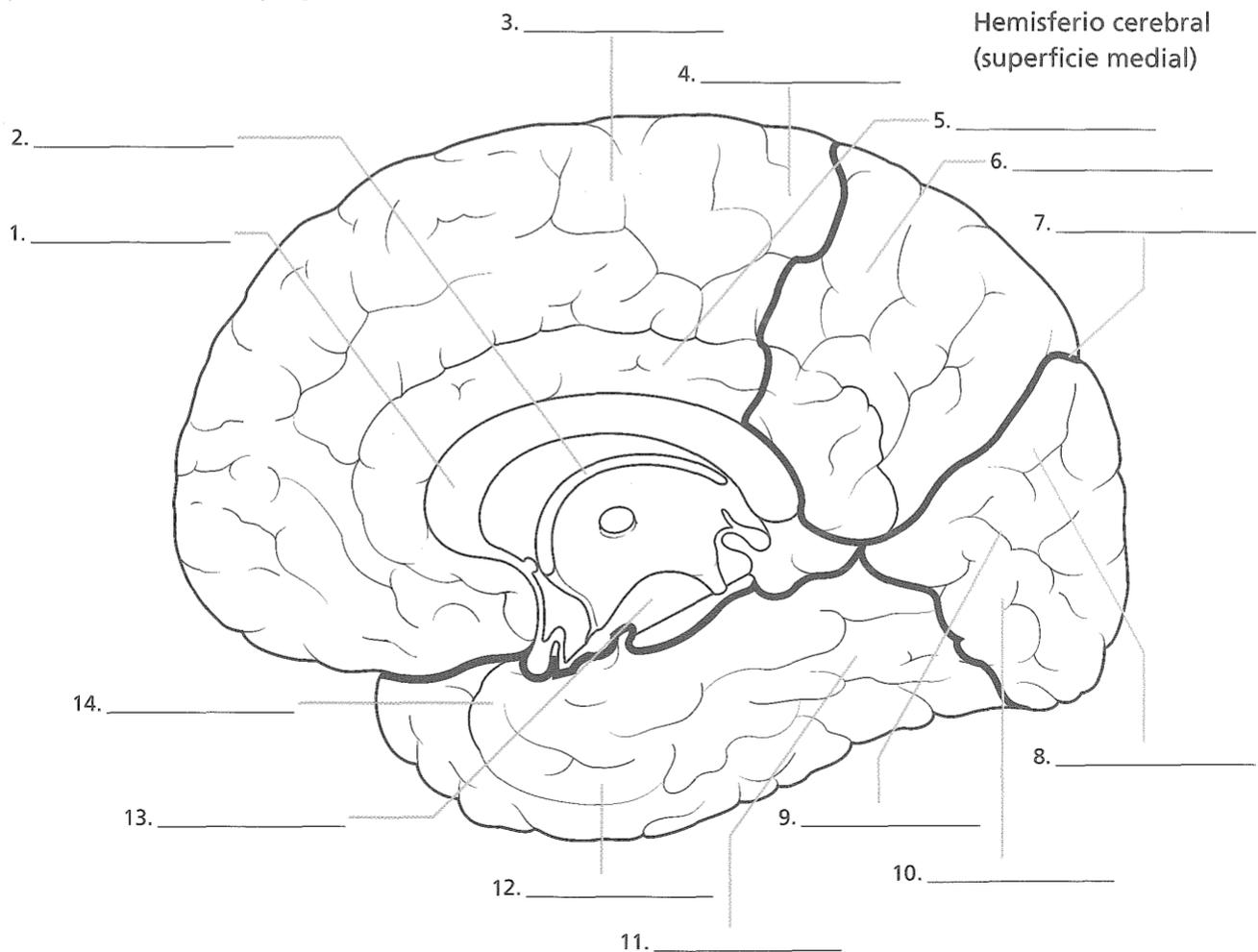


La superficie lateral es la mejor perspectiva para ver los cuatro lóbulos de los hemisferios cerebrales: frontal, temporal, parietal y occipital. El lóbulo frontal es el más anterior, separado del lóbulo parietal por el surco central, y contiene la corteza motora, que es el origen de los impulsos musculares voluntarios y también inicia respuestas a estímulos. Además, es responsable de procesos intelectuales como la planificación y la toma de decisiones. El lóbulo temporal se halla separado de los lóbulos frontal y parietal por el surco lateral, y en él se encuentran la corteza auditiva, el hipocampo y otras estructuras principales sensoriales y cognitivas. Sus funciones son la comprensión del lenguaje, la memoria y el reconocimiento de estímulos. El lóbulo parietal es posterior al surco central y aloja la corteza somatosensorial; este lóbulo es el responsable de la sensación corporal y de la atención a estímulos, así como de la expresión de pensamientos y emociones. El lóbulo occipital es el lóbulo más posterior y en él se encuentra la corteza visual, donde se procesa la información visual; sus funciones principales son el enfoque de los ojos, la percepción consciente de la visión y la correlación de imágenes visuales con experiencias previas.

# Vista general de la topografía de los hemisferios cerebrales: superficie medial

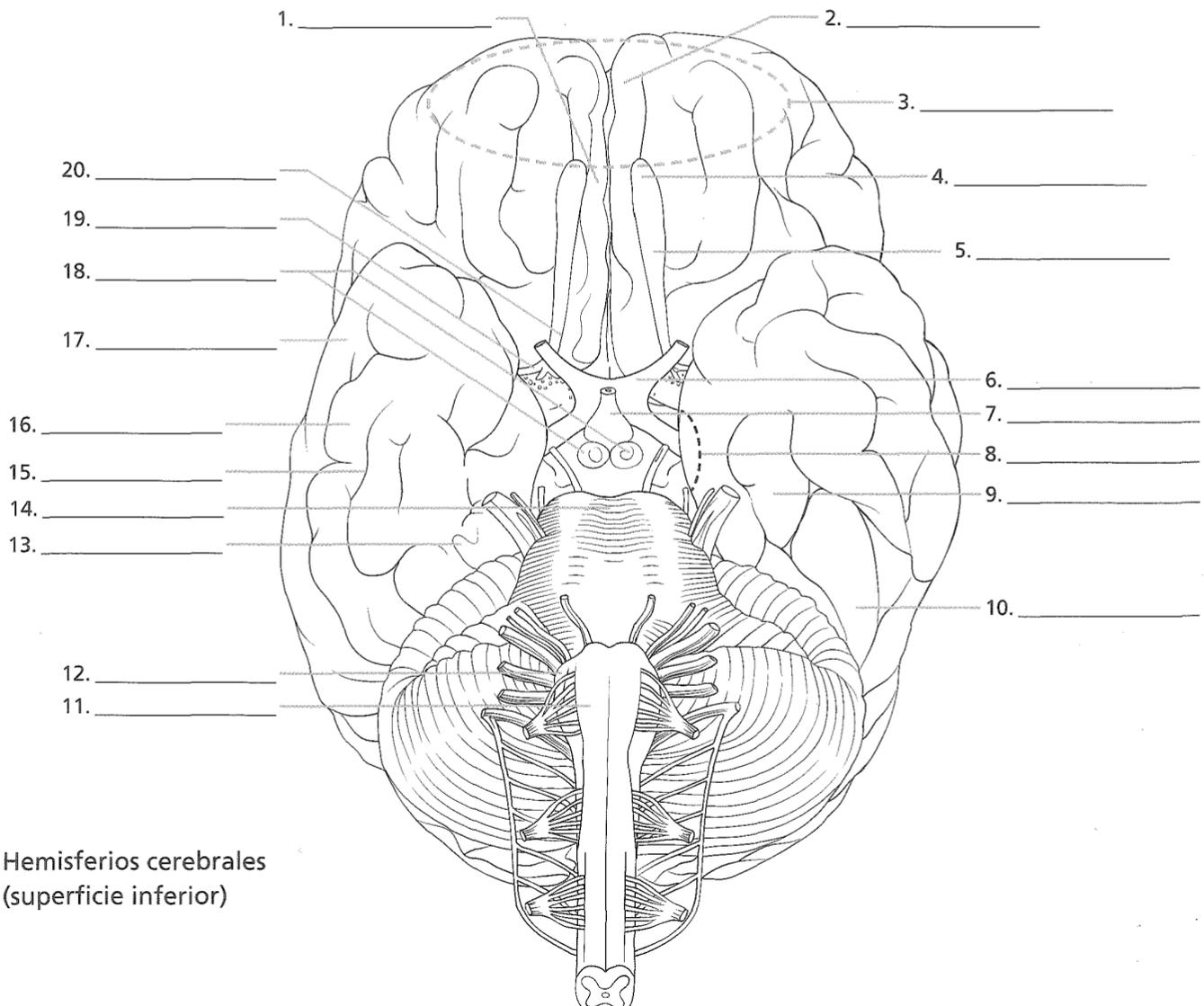
Las estructuras principales de la superficie medial del cerebro son el cuerpo caloso, el fórnix y la cisura parietooccipital. El cuerpo caloso es un gran haz de fibras neuronales que conecta los hemisferios izquierdo y derecho del cerebro para facilitar la comunicación. También es la mayor estructura cerebral de materia blanca. El extremo posterior del cuerpo caloso se denomina esplenio y el anterior, genu. Una de las malformaciones cerebrales más comunes observada en los seres humanos es la agenesia del cuerpo caloso; ocurre durante el primer trimestre, y se cree que se debe a una variedad de factores como defectos cromosómicos, toxinas o infecciones prenatales. Los individuos con agenesia del cuerpo caloso tienen dificultad para transferir información entre los hemisferios cerebrales.

Un tratamiento común para tratar la epilepsia refractaria consiste en cortar el cuerpo caloso para alterar la conexión. Otras zonas de la superficie medial participan en la conciencia, la memoria, las emociones y el procesamiento visual. Por ejemplo, el fórnix es un haz de fibras nerviosas que transporta señales desde el hipocampo a otras partes del sistema límbico; se ha demostrado que las lesiones en el fórnix provocan pérdida de memoria. Las cortezas cinguladas son actores clave en el procesamiento emocional y cognitivo a través del sistema límbico.

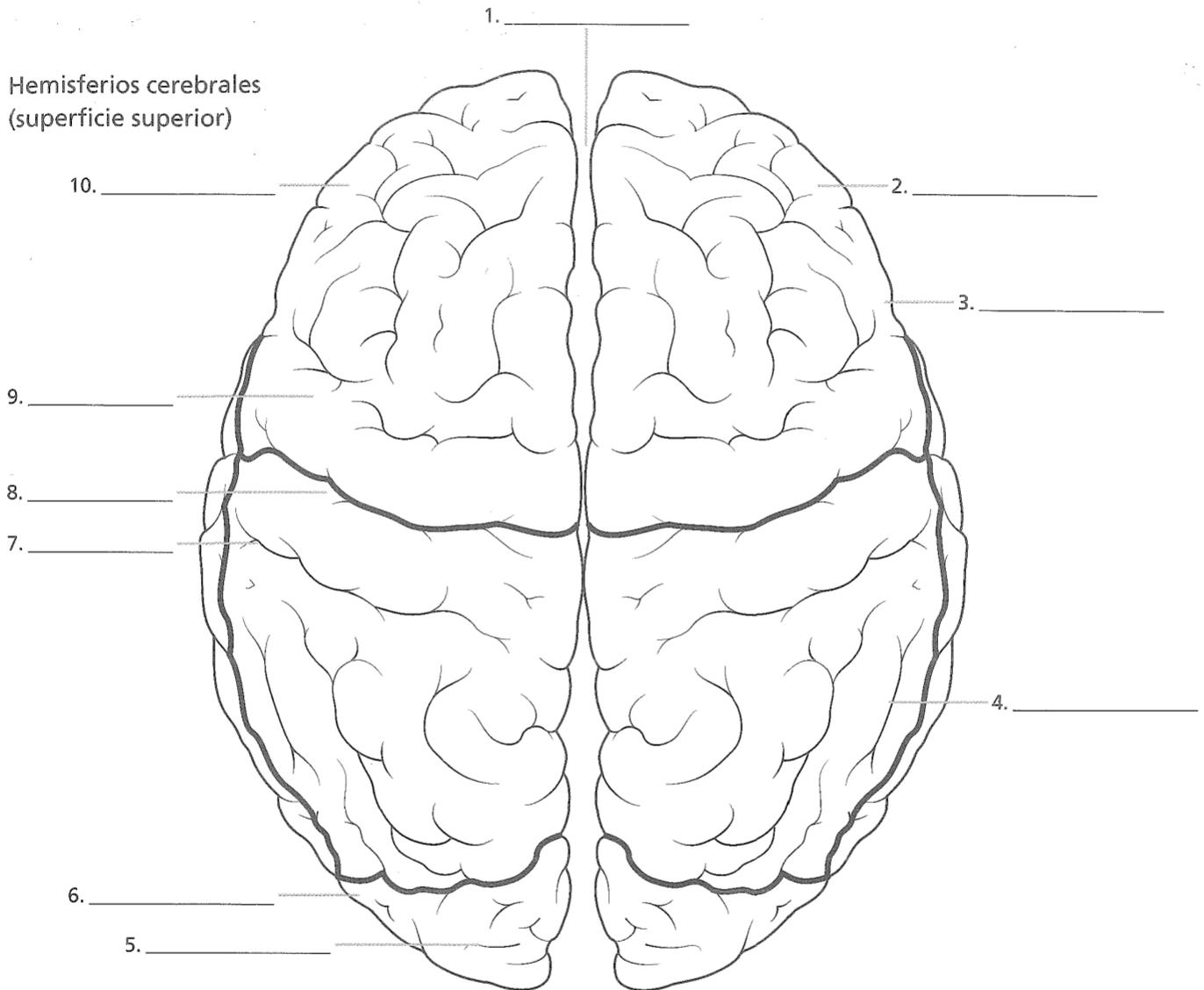


# Vista general de la topografía de los hemisferios cerebrales: superficie inferior

La superficie inferior ofrece una vista de varias regiones en la «parte inferior» del cerebro que están relacionadas con los sentidos. Una excepción es la vista de los cuerpos mamilares, que forman parte del sistema límbico y participan en la memoria colectiva. El sentido del olfato es un actor importante desde este ángulo, que se basa en la presencia del bulbo olfatorio, el tracto olfatorio y las estrías olfatorias lateral y medial. El tracto olfatorio es único porque conecta partes del bulbo olfatorio con unas cuantas regiones diana del encéfalo, como la corteza piriforme, la amígdala y la corteza entorrinal. El bulbo olfatorio utiliza un circuito neuronal, que empieza con la entrada de información de los nervios olfatorios en la nariz y termina en la corteza olfatoria del encéfalo. Otras áreas sensoriales de esta parte del encéfalo son el núcleo olivar inferior (relacionado con el control motor) y el giro recto (que interviene en la función cognitiva superior). La corteza orbitofrontal (COF) es otra región que participa en el procesamiento cognitivo superior; es responsable de la integración sensorial y de la toma de decisiones. Los daños en la COF provocan un comportamiento desinhibido. El quiasma óptico es caudal a la COF y en él se cruzan los nervios ópticos. El procesamiento de la información procedente de ambos nervios permite la visión binocular y estereoscópica.



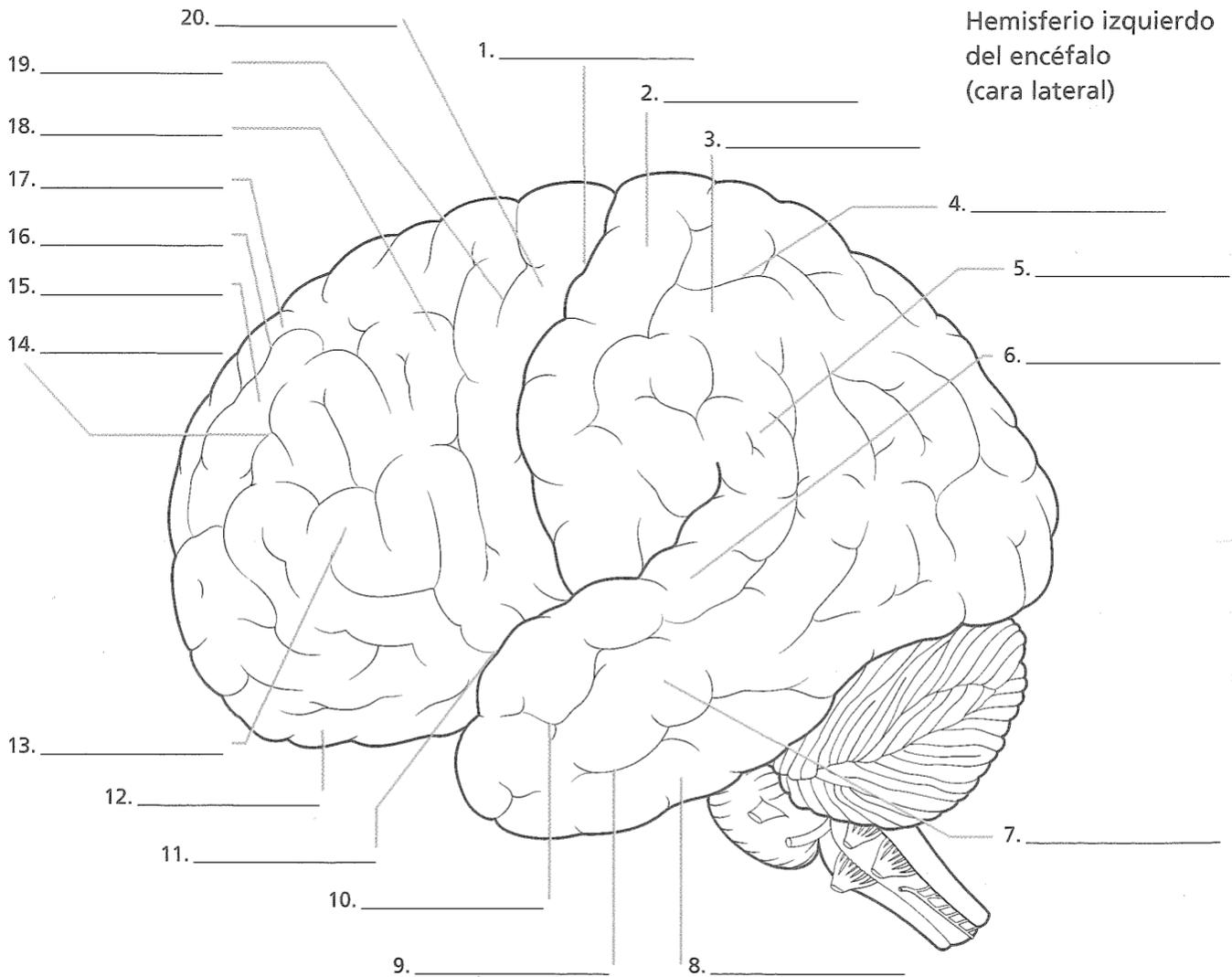
## Vista general de la topografía de los hemisferios cerebrales: superficie superior



La superficie superior del cerebro, igual que la lateral, abarca los cuatro lóbulos de la corteza. En esta vista pueden apreciarse los lóbulos frontal, temporal, parietal y occipital, y también los hemisferios izquierdo y derecho. Los lóbulos están separados por las cisuras longitudinal y lateral del cerebro, así como por la cisura parietooccipital. Cada hemisferio se compone de una capa externa de materia gris, conocida como corteza cerebral, y de una capa interna de materia blanca. Los hemisferios están conectados por un gran tracto de materia blanca llamada cuerpo caloso. Con frecuencia se afirma que ciertas funciones son específicas del hemisferio derecho o izquierdo, pero en realidad la mayoría de ellas se distribuyen entre ambos. No obstante, en algunos casos las áreas principales que participan en la percepción se localizan en un hemisferio; por ejemplo, las del lenguaje (áreas de Broca y Wernicke) se sitúan en el hemisferio izquierdo.

# Resumen de la corteza cerebral

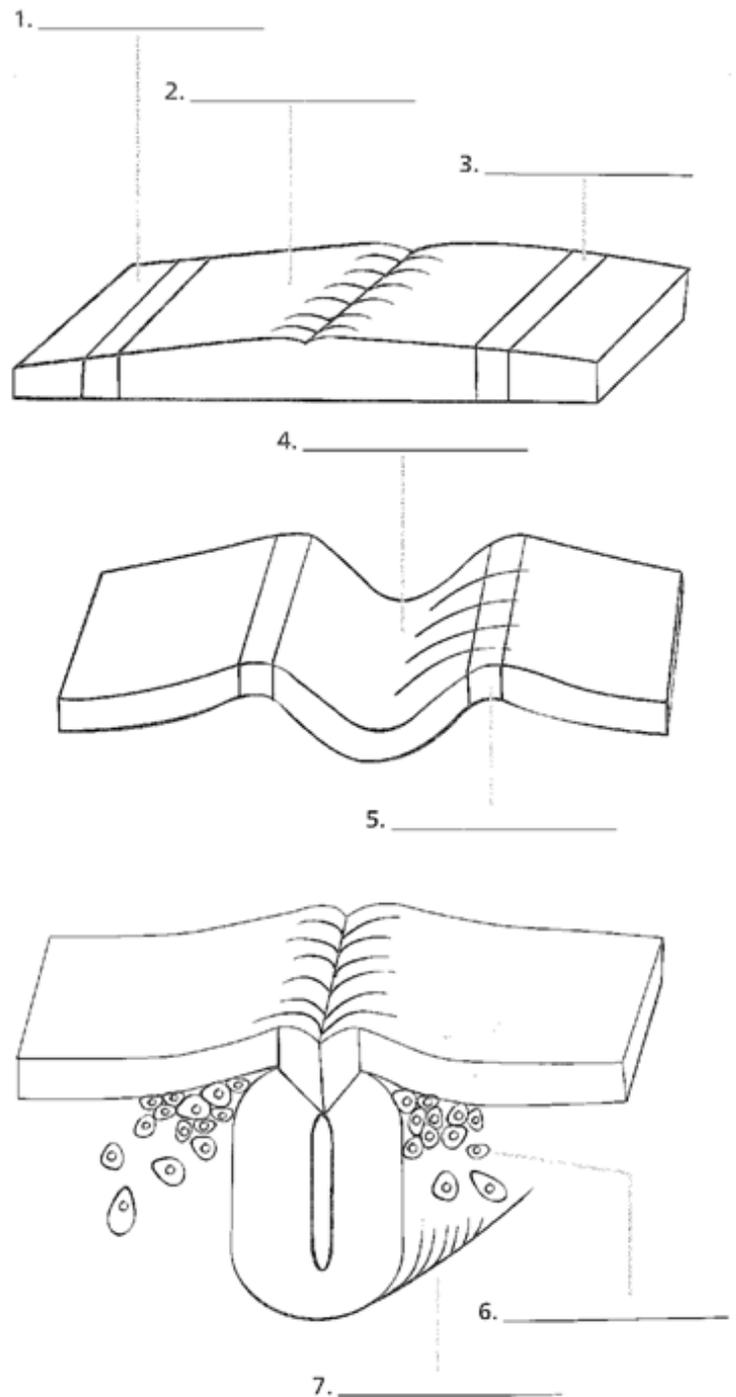
La corteza cerebral es la parte más grande del encéfalo (constituye el 77 % de este). Está plegada sobre sí misma formando cisuras o surcos (del latín *sulcus*) y circunvoluciones o giros (del latín *gyrus*). Si la estiráramos completamente (eliminando los pliegues), la corteza cerebral cubriría un área de 2300 cm<sup>2</sup>. Los surcos prominentes constituyen puntos de referencia físicos del área cortical: el surco central separa el lóbulo central del lóbulo parietal, y el surco lateral separa los lóbulos frontal y parietal del lóbulo temporal. Dos áreas importantes y bien delineadas de la corteza son el giro precentral (anterior al surco central, contiene la corteza motora primaria) y el giro poscentral (posterior al surco central, contiene la corteza somatosensorial primaria). Además de las áreas topográficas con funciones específicas como las mencionadas anteriormente, muchas otras regiones poseen funciones asociadas: por ejemplo, el giro temporal superior contiene la corteza auditiva primaria, mientras que los giros orbitarios son básicos para la toma de decisiones y el aprendizaje basado en la recompensa.



# Placa neural y tubo neural

El sistema nervioso empieza a formarse en las primeras etapas del desarrollo embrionario, con el neuroectodermo a las tres semanas. El neuroectodermo forma parte del ectodermo, que es la capa más externa de las tres que forman el tejido embrionario; las otras dos son el mesodermo y el endodermo. Componentes clave en el desarrollo del sistema nervioso son la placa neural, origen de la mayoría de las neuronas y glías, y el tubo neural, precursor del cerebro y la médula espinal. Los extremos anterior y posterior de la placa neural se convierten en el encéfalo y la médula espinal, respectivamente. La notocorda (similar a la médula espinal) es un cuerpo flexible con forma de vara que se encuentra en los embriones de todos los cordados. Deriva del mesodermo e induce el desarrollo de la placa neural cuando la tasa de proliferación celular es elevada. La placa neural se engrosa y extiende, formando el surco neural. El surco neural es la depresión longitudinal de la placa neural que da lugar a la formación del tubo neural. Las células del borde del surco neural migran para formar la cresta neural. Los bordes de la placa neural, conocidos como pliegues neurales, se fusionan en la línea media para formar el tubo neural. El tubo neural se cierra y se convierte en un elemento fundamental en el desarrollo del encéfalo y la médula espinal.

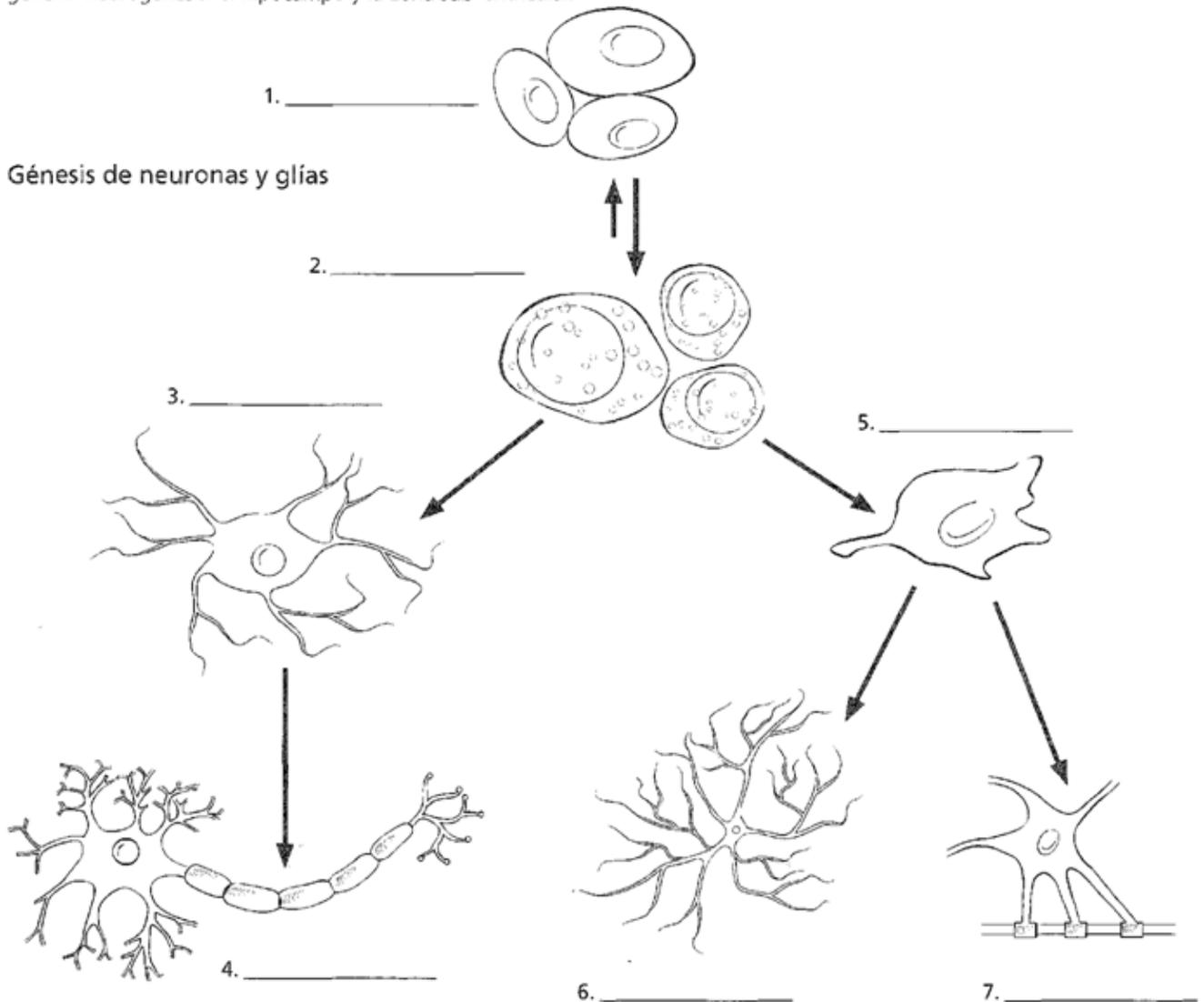
## Desarrollo del tubo neural



# Génesis de neuronas y glías

Un cerebro humano desarrollado contiene aproximadamente 100 000 millones de neuronas e incluso más células gliales. Una población de células autorrenovables conocidas como células madre dan lugar a las células progenitoras que al final se convertirán en neuronas y glías. Las células progenitoras del sistema nervioso, incluidas las neuronas, así como los astrocitos y los oligodendrocitos —las células gliales— surgen de regiones del ectodermo del embrión tardío conocidas como neuroectodermo. Las células progenitoras tienen el potencial de dar lugar a cualquiera de estos tipos de células del sistema nervioso. Antes de la diferenciación, las células pueden volver al estado anterior; sin embargo, una vez diferenciadas ya no disponen de la capacidad de autorrenovación.

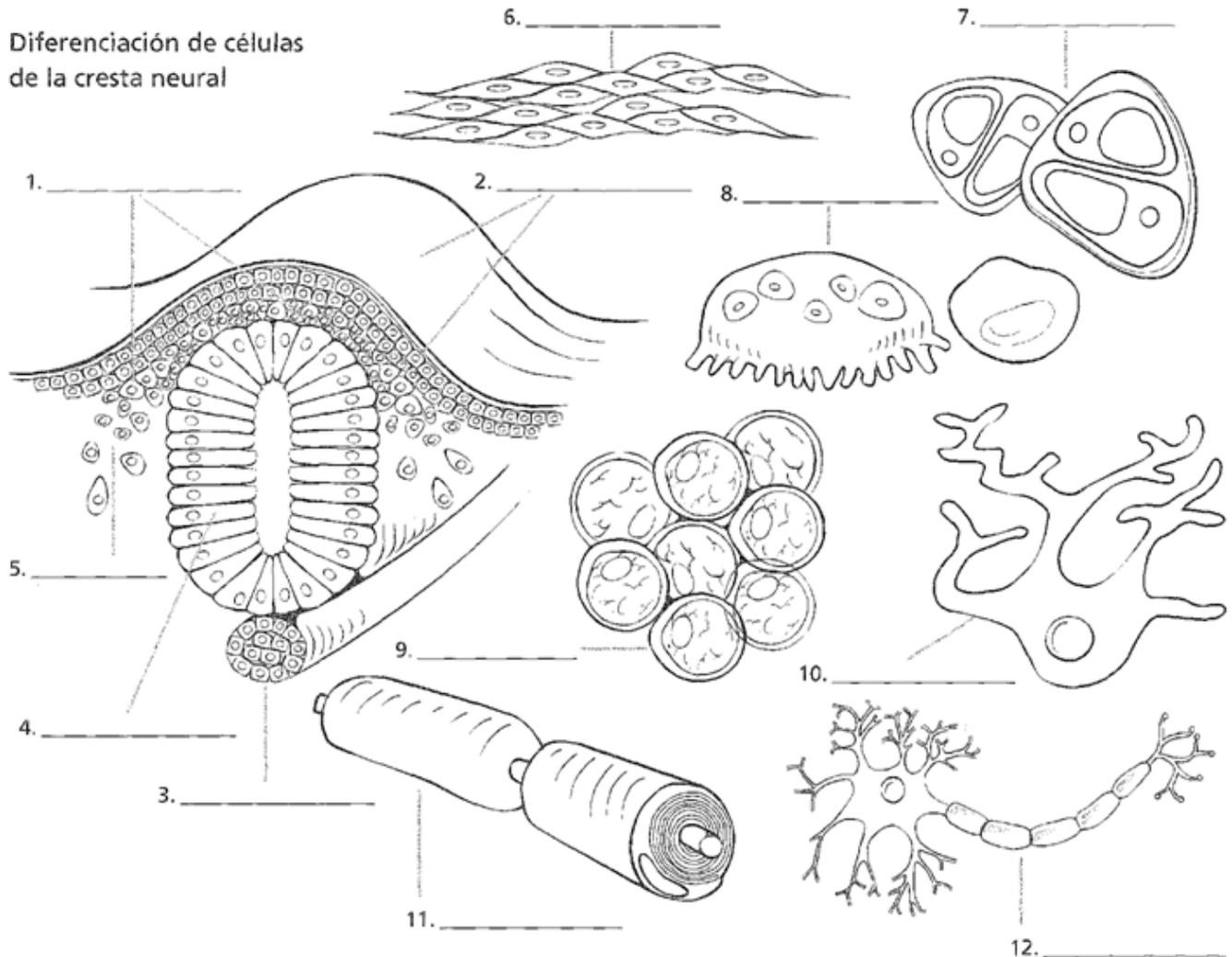
La diferenciación de célula progenitora a neurona o glia ocurre mediante un proceso estrechamente controlado en el que participan mensajeros químicos tales como hormonas y factores de crecimiento. El proceso de generación de neuronas a partir de células madre neurales y células progenitoras se conoce como neurogénesis. La neurogénesis ocurre durante una fase muy temprana del desarrollo embrionario de los mamíferos, mientras que la gliogénesis empieza típicamente entre las semanas 15 y 20 después de la fertilización. En la fase prenatal, la neurogénesis se manifiesta por todo el cerebro, incluidas regiones como el giro dentado y el núcleo accumbens. Hasta la fecha, se conocen dos regiones del cerebro en mamíferos adultos capaces de generar neurogénesis: el hipocampo y la zona subventricular.



# Desarrollo y función de la cresta neural

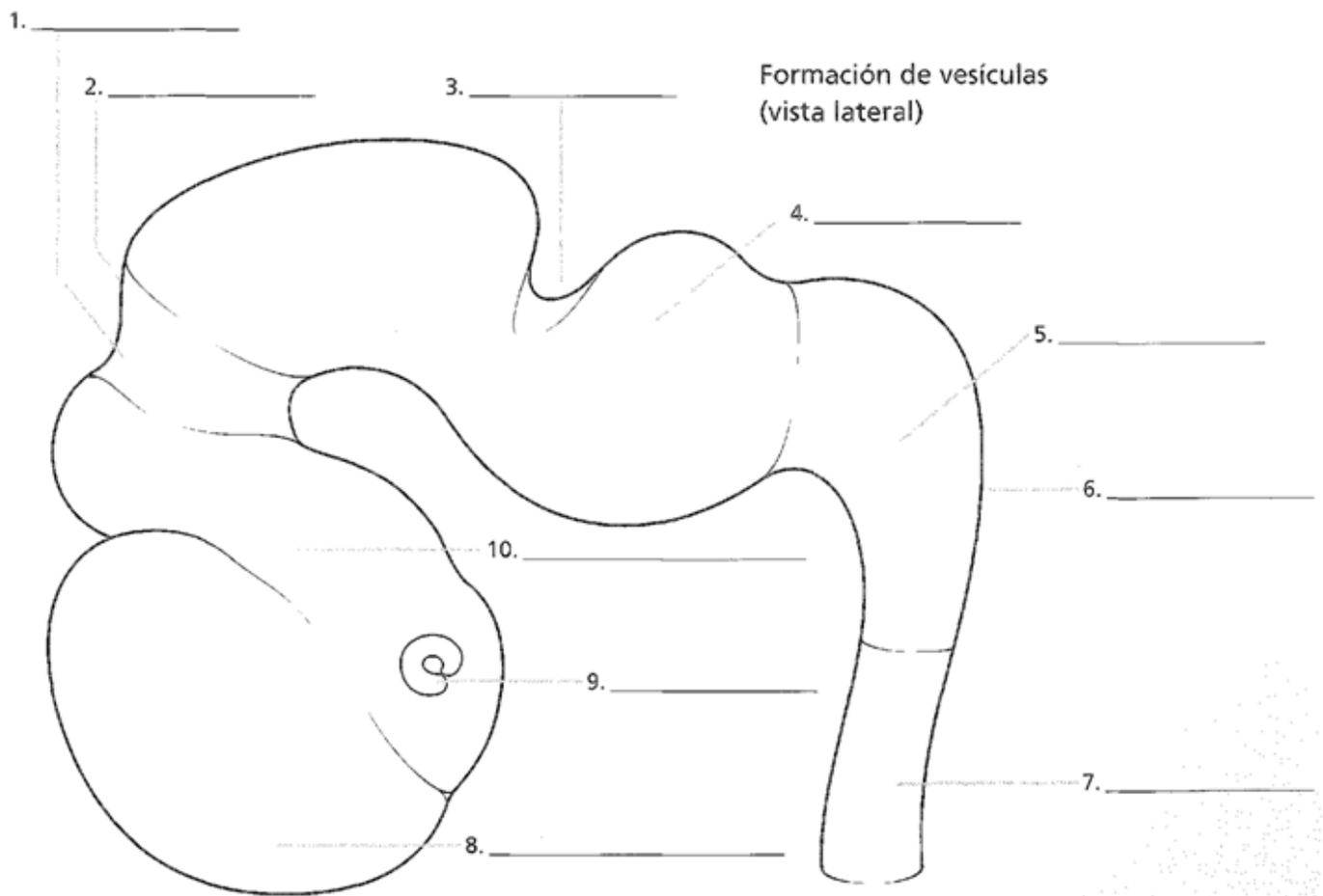
Durante la cuarta semana del desarrollo embrionario, las células del borde lateral del surco neural derivadas del ectodermo migran a los bordes del tubo neural para formar la cresta neural. Las células de la cresta neural migran a numerosos lugares diferentes y se diferencian en muchos tipos diversos de células en el embrión según la señalización bioquímica local. Ejemplos de diferentes tipos celulares incluyen células musculares lisas, osteoblastos, adipocitos, condrocitos, melanocitos y neuronas. Las vías de migración de las células de la cresta neural también están controladas por factores de señalización en el entorno celular. La cresta neural se compone de cinco regiones: cefálica, del tronco, vagal, sacral y cardíaca. Las regiones de la cresta neural cefálica se componen de tres subdivisiones primarias del cerebro embrionario: el cerebro anterior, el cerebro medio y el cerebro posterior. Las células de la cresta neural en la región del tronco se convierten en ganglios y racimos. Las células de las crestas neurales vagal y sacra generan los ganglios parasimpáticos de las vísceras. Otro tipo, las células de la cresta cardíaca, producen el tejido conectivo-muscular de paredes de arterias, así como cartílago, tejido conectivo y neuronas.

## Diferenciación de células de la cresta neural



# Formación de las vesículas cerebrales

El tubo neural es el precursor embrionario del SNC. Forma las tres vesículas primarias del encéfalo al cerrarse —incluidos el cerebro anterior (prosencefalo), el cerebro medio (mesencefalo) y el cerebro posterior (rombencefalo)— durante la cuarta semana del periodo embrionario. Las vesículas son pequeñas subdivisiones dentro del encéfalo en desarrollo, que corresponden a diferentes estructuras y funciones. De estas tres vesículas primarias derivan las cinco vesículas secundarias y sus correspondientes regiones cerebrales; todo esto se desarrolla durante la sexta semana después de la concepción. El telencefalo incluye regiones del encéfalo como la corteza cerebral, los ganglios basales, el hipocampo y el sistema olfativo. El diencefalo incluye el tálamo, la glándula pineal, la retina y el nervio óptico. El mesencefalo es el cerebro medio, el metencefalo es el puente troncoencefálico y el cerebelo, y el mielencefalo es el bulbo raquídeo. Regiones del cerebro anterior o prosencefalo controlan la temperatura corporal, la función reproductora, el apetito y el sueño. El cerebro medio, que incluye el diencefalo y el mesencefalo, controla la vista, el oído, el control motor y el estado de alerta. El cerebro posterior abarca el metencefalo y el mielencefalo, y controla la coordinación motora, el equilibrio y funciones inconscientes tales como la respiración y el ritmo cardíaco.



**CORTES CEREBRALES**

