

ción auditiva es transmitida posteriormente a su encéfalo donde es procesada y se toma la decisión de responder el teléfono (función integradora). El encéfalo estimula, entonces, la contracción de músculos específicos que permiten tomar el teléfono y presionar el botón apropiado para responder (función motora).

✓ PREGUNTAS DE REVISIÓN

1. ¿Cuál es el propósito de un receptor sensitivo?
2. ¿Cuáles son los componentes y las funciones del SNS, del SNA y del SNE?
3. ¿Qué subdivisión del SNP controla las acciones voluntarias? ¿Cuál controla las acciones involuntarias?
4. Explique el concepto de integración y proporcione un ejemplo.

12.2 HISTOLOGÍA DEL TEJIDO NERVIOSO

● OBJETIVOS

- Comparar las características histológicas y las funciones de las neuronas y de la neuroglia.
- Distinguir entre la sustancia gris y la sustancia blanca.

El tejido nervioso tiene dos tipos de células: las neuronas y la neuroglia. Estas células se combinan de distintas formas en diferentes regiones del sistema nervioso. Además de formar las redes de procesamiento complejo dentro del encéfalo y la médula espinal, las neuronas también conectan todas las regiones del cuerpo con el encéfalo y la médula espinal. Como células altamente especializadas capaces de alcanzar grandes longitudes y de realizar conexiones extremadamente intrincadas con otras células, las neuronas realizan la mayoría de las funciones propias del sistema nervioso, como la sensación, el pensamiento, el recuerdo, el control de la actividad muscular y la regulación de las secreciones glandulares. Como resultado de su especialización, estas células han perdido la capacidad para realizar divisiones mitóticas. Las células de la neuroglia son más pequeñas pero superan en número a las neuronas, tal vez hasta 25 veces. La neuroglia sostiene, nutre y protege a las neuronas; además, mantiene el líquido intersticial que las baña. Al contrario de las neuronas, las células de la neuroglia se siguen dividiendo durante toda la vida. Las neuronas y la neuroglia difieren estructuralmente según su localización en el sistema nervioso central o en el sistema nervioso periférico. Estas diferencias de estructura se deben a las diferentes funciones del sistema nervioso central y del sistema nervioso periférico.

Neuronas

Como las células musculares, las **neuronas (células nerviosas)** tienen **excitabilidad eléctrica**: la capacidad para responder a un estímulo y convertirlo en un potencial de acción. Un **estímulo** es cualquier cambio en el medio que sea lo suficientemente importante para iniciar un potencial de acción. Un **potencial de acción (impulso nervioso)** es una señal eléctrica que se propaga (viaja) a lo largo de la superficie de la membrana plasmática de una neurona. Se inicia y se desplaza por el movimiento de iones (como los de sodio y potasio) entre el líquido intersticial y el interior de la neurona a través de canales iónicos específicos en su membrana plasmática. Una vez que ha comenzado, un impulso nervioso se desplaza rápidamente y con una amplitud constante.

Algunas neuronas son pequeñas y propagan los impulsos nerviosos a corta distancia (menos de 1 mm) dentro del SNC. Otras se encuentran entre las células más largas del cuerpo. Las neuronas motoras que nos permiten mover los dedos de los pies, por ejemplo, se extienden desde la región lumbar de la médula espinal (justo por encima del nivel de la cintura) hasta los músculos de los pies. Algunas neuronas sensitivas son incluso más largas. Aquellas que hacen posible percibir una pluma tocando los dedos del pie se extienden desde el pie hasta la porción más baja del encéfalo. Los impulsos nerviosos recorren estas grandes distancias a velocidades que van desde 0,5 a 130 metros por segundo.

Partes de una neurona

Casi todas las neuronas tienen 3 partes constitutivas: 1) un cuerpo celular, 2) dendritas y 3) un axón (Figura 12.2). El **cuerpo celular**, también conocido como *pericarion* o *soma*, contiene el núcleo rodeado por el citoplasma, en el que se hallan los típicos orgánulos celulares como los lisosomas, las mitocondrias y el complejo de Golgi. Los cuerpos celulares de las neuronas también contienen ribosomas libres y condensaciones del retículo endoplasmático rugoso, denominadas **cuerpos de Nissl**. Los ribosomas son los sitios donde tiene lugar la síntesis de las proteínas. Las proteínas recién sintetizadas que se forman en los cuerpos de Nissl sirven para reemplazar diversos componentes celulares utilizados en el crecimiento de las neuronas y en la regeneración de los axones dañados en el SNP. En el citoesqueleto se encuentran las **neurofibrillas**, compuestas por haces de filamentos intermedios que le dan forma y soporte a la célula, y los **microtúbulos**, que participan en el movimiento de materiales entre el cuerpo celular y el axón. Las neuronas que envejecen también contienen **lipofuscina**, un pigmento que aparece como acumulaciones de gránulos amarillentos en el citoplasma. La lipofuscina es un producto de los lisosomas neuronales que se acumula a medida que la neurona envejece, pero que no parece generar daño a la célula.

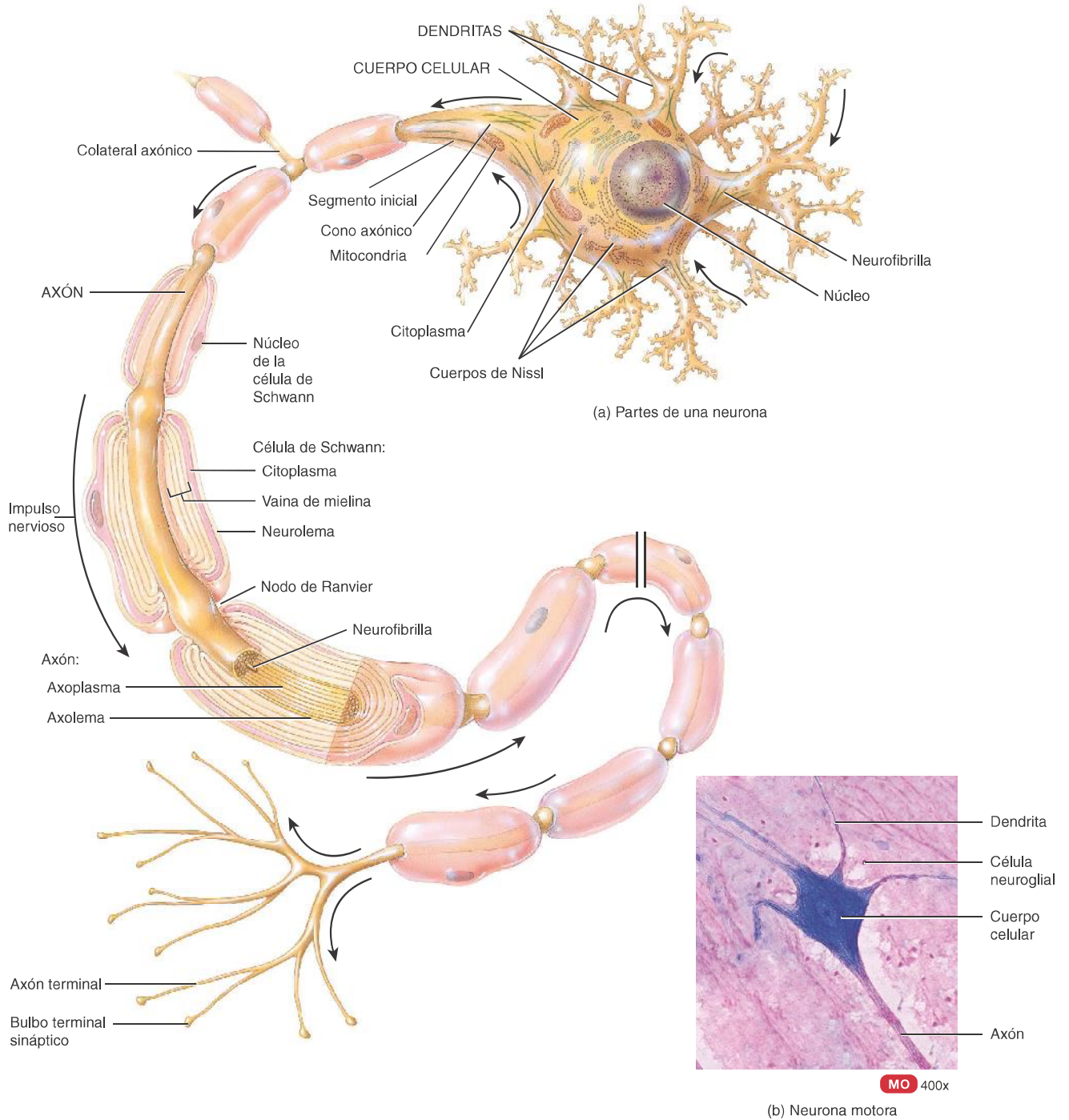
Fibra nerviosa es un término general con el que se designa cualquier proyección que emerge del cuerpo de una neurona. La mayoría de las neuronas tiene dos tipos de prolongaciones: las dendritas (múltiples) y el axón (único). Las **dendritas (déndron-, árbol)** conforman la porción receptora o de entrada de una neurona. Las membranas plasmáticas de las dendritas (y los cuerpos celulares) contienen numerosos sitios receptores para la fijación de mensajeros químicos provenientes de otras células. Las dendritas habitualmente son cortas, aguzadas y presentan múltiples ramificaciones. En muchas neuronas, las dendritas adoptan una disposición arborescente de ramificaciones que se extienden desde el cuerpo celular. Su citoplasma contiene cuerpos de Nissl, mitocondrias y otros orgánulos.

El **axón (áxon-, eje)** de una neurona propaga los impulsos nerviosos hacia otra neurona, una fibra muscular o una célula glandular. El axón es una proyección cilíndrica larga y fina que generalmente se une con el cuerpo celular en una elevación cónica denominada **cono axónico**. El sector del axón más cercano al cono axónico es el **segmento inicial**. En casi todas las neuronas, los impulsos nerviosos se originan en la unión entre el cono axónico y el segmento inicial, área que se denomina **zona gatillo**, desde donde estos impulsos se dirigen a lo largo del axón hasta su destino final. Un axón contiene mitocondrias, microtúbulos y neurofibrillas. Como no presenta retículo endoplasmático rugoso, no puede realizarse la síntesis de proteínas. El citoplasma de un axón, denominado **axolema**, está rodeado por una membrana plasmática conocida como **axolema** (de axón; y *-lemma*, vaina o corteza). A lo largo del axón puede haber ramificaciones, denominadas **colaterales axónicas**, que forman un ángulo recto con el axón del que originalmente salieron. El axón y sus colaterales terminan en muchas prolongaciones delgadas que se denominan **axón terminal**, o **telodendrán (télos-, fin, término; y -déndron, árbol)**.



Figura 12.2 Estructura de una neurona multipolar (una neurona con un gran cuerpo celular, varias dendritas cortas y un solo axón largo). Las flechas indican la dirección del flujo de información: dendritas → cuerpo celular → axón → axones terminales.

Las partes básicas de una neurona son las dendritas, el cuerpo celular y el axón.



¿Qué roles desempeñan las dendritas, el cuerpo celular y el axón en la comunicación de señales?

El lugar de la comunicación entre dos neuronas o entre una neurona y una célula efectora es la **sinapsis** (*synapsis*-, unión, conexión). Los extremos de algunos terminales axónicos se ensanchan para formar estructuras que por su forma se denominan **bulbos sinápticos terminales**; otros muestran una cadena de porciones ensanchadas que reciben el nombre de **varicosidades**. Tanto los bulbos sinápticos terminales como las varicosidades contienen gran número de sacos rodeados de membrana, las **vesículas sinápticas**, que almacenan una sustancia química denominada **neurotransmisor**. Un neurotransmisor es una molécula liberada desde una vesícula sináptica que excita o inhibe otra neurona, una fibra muscular o una célula glandular. Muchas neuronas presentan dos o incluso tres tipos de neurotransmisores, cada uno con diferentes efectos sobre las estructuras postsinápticas.

Como algunas de las sustancias que se sintetizan o reciclan en el cuerpo neuronal son necesarias en el axón o en los **axones terminales**, existen dos tipos de sistemas de transporte que conducen sustancias desde el cuerpo o soma de la célula hasta los axones terminales y desde éstos hacia el cuerpo celular. El sistema más lento, que traslada estas sustancias aproximadamente a 1-5 mm por día, se denomina **transporte axónico lento**. Este sistema sólo transporta el axoplasma en una dirección: desde el cuerpo celular hacia los axones terminales. El transporte axónico lento abastece de axoplasma nuevo a los axones que están en desarrollo o en regeneración y lo repone en los axones en crecimiento o en los ya maduros.

El **transporte axónico rápido**, capaz de conducir sustancias a una velocidad de 200 a 400 mm por día, utiliza proteínas que funcionan como “motores” para movilizarlas a lo largo de la superficie de los microtúbulos del citoesqueleto neuronal. El transporte axónico rápido conduce materiales en ambas direcciones: desde el cuerpo celular y hacia él. El transporte axónico rápido que ocurre en dirección **anterógrada** (hacia adelante) conduce orgánulos y vesículas sinápticas desde el cuerpo celular hacia los axones terminales. Aquel que se pro-

duce en dirección **retrograda** (hacia atrás) conduce las vesículas de la membrana y otros materiales celulares desde los axones terminales hacia el cuerpo celular, para que sean degradados o reciclados. Las sustancias que entran en la neurona en los axones terminales también son conducidas hacia el cuerpo celular, por medio de transporte axónico rápido. Estas sustancias incluyen productos químicos tróficos como el factor de crecimiento nervioso y agentes nocivos como la toxina tetánica y los virus que producen rabia, herpes simple y poliomielitis.

Diversidad estructural de las neuronas

Las neuronas presentan una gran diversidad de formas y de tamaños. Por ejemplo, sus cuerpos celulares tienen un diámetro que va desde los 5 micrómetros (µm) (ligeramente menor que un eritrocito) hasta los 135 µm (lo suficientemente grande como para ser percibido apenas por el ojo humano). El patrón de ramificación de las dendritas es variado y distintivo de cada clase de neurona en los diferentes sectores del sistema nervioso. Unas pocas neuronas pequeñas carecen de axón, y muchas otras tienen axones muy cortos. Como ya hemos visto, la longitud de los axones más largos es casi igual a la estatura de una persona, ya que abarca una superficie que va desde la parte más baja del encéfalo hasta los dedos de los pies.

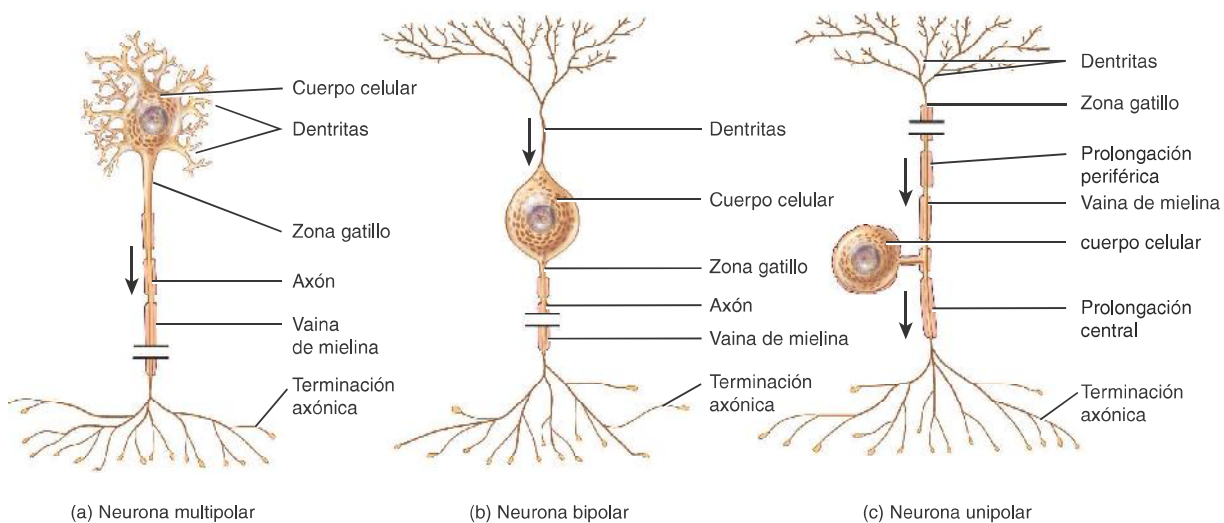
Clasificación de las neuronas

Para clasificar las diferentes neuronas que se encuentran en el cuerpo, se utilizan tanto sus características funcionales como las estructurales.

CLASIFICACIÓN ESTRUCTURAL. Las neuronas se clasifican en cuanto a su estructura, según el número de prolongaciones que afloran de su cuerpo celular (**Figura 12.3**).

Figura 12.3 Clasificación estructural de las neuronas. Las líneas de corte en las figuras indican que los axones son más largos que lo que se muestra.

Una neurona multipolar tiene muchas prolongaciones que se extienden desde el cuerpo celular; una neurona bipolar tiene dos prolongaciones y una neurona unipolar tiene sólo una.



¿Qué tipo de neurona que se observa en esta figura es el más abundante en el SNC?




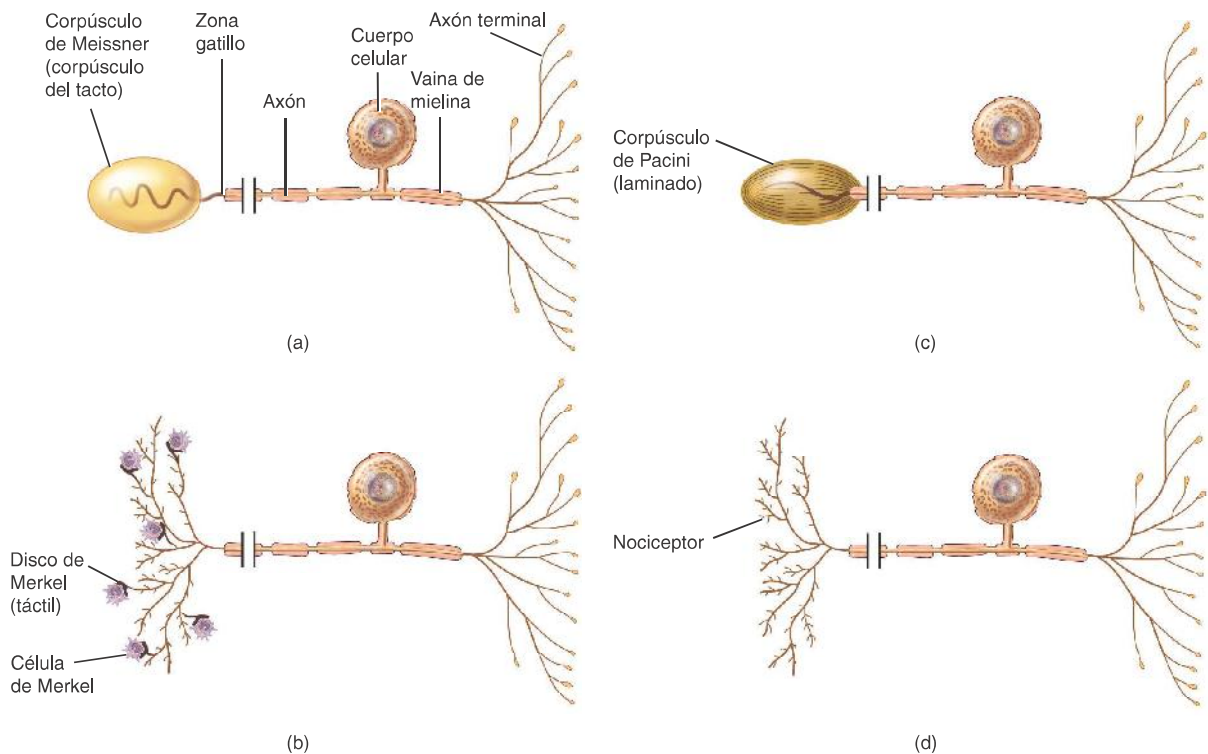
1. Las **neuronas multipolares** tienen generalmente varias dendritas y un axón (Figura 12.3a). La mayoría de las neuronas situadas en el encéfalo y en la médula espinal son de este tipo, como todas las neuronas motoras (tratadas más adelante).
2. Las **neuronas bipolares** tienen una dendrita principal y un axón (Figura 12.3b). Se encuentran en la retina del ojo, en el oído interno y en el área olfatoria del encéfalo.
3. Las **neuronas unipolares** tienen dendritas y un axón que se fusionan para formar una prolongación continua que emerge del cuerpo celular (Figura 12.3c). Estas neuronas se denominan más adecuadamente **neuronas pseudounipolares** porque comienzan en el embrión como neuronas bipolares. Durante el desarrollo, las dendritas y el axón se fusionan en una prolongación única. Las dendritas de la mayoría de las neuronas unipolares funcionan como receptores sensoriales que detectan un estímulo sensitivo como tacto,

presión, dolor o estímulos térmicos (véase la Figura 12.10). La zona gatillo de los impulsos nerviosos en una célula unipolar se halla en la unión entre las dendritas y el axón (Figura 12.3c). Los impulsos se dirigen luego hacia los bulbos terminales sinápticos. Los cuerpos celulares de la mayoría de las neuronas unipolares están localizados en los ganglios de los nervios craneales y espinales. En la Figura 12.4, se muestran varios ejemplos de receptores sensoriales que son dendritas de neuronas unipolares.

Además del esquema de clasificación que acabamos de describir, algunas neuronas reciben su nombre en honor al histólogo que las describió originalmente o por su forma o aspecto; algunos ejemplos de ello son las **células de Purkinje** en el cerebelo y las **células piramidales**, de la corteza cerebral, que poseen cuerpos celulares con forma de pirámide (Figura 12.5).

Figura 12.4 Ejemplos de receptores sensoriales que son dendritas de neuronas unipolares. Las interrupciones indican que los axones son más largos que lo que se muestra. a) Un corpúsculo de Meissner es un receptor táctil que consiste en una masa de dendritas encerradas por una cápsula de tejido conectivo. b) Un disco de Merkel es un receptor táctil compuesto por terminaciones nerviosas libres (dendritas desnudas) que hacen contacto con células de Merkel del estrato basal de la piel. c) Un corpúsculo de Pacini es un receptor de presión compuesto por una cápsula con múltiples capas de tejido conectivo que encierra una dendrita. d) Un nociceptor es un receptor para el dolor que consiste en terminaciones nerviosas libres (dendritas desnudas). Los termorreceptores (que detectan sensaciones térmicas), los receptores del prurito y los receptores del cosquilleo se asemejan a los nociceptores en que son neuronas unipolares con terminaciones nerviosas libres que sirven como receptores sensitivos.

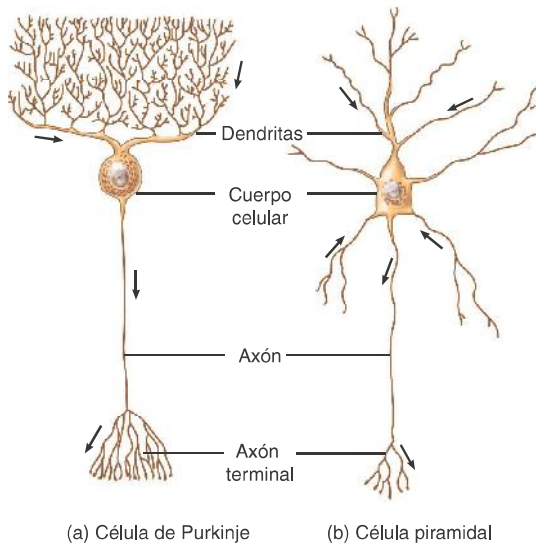
 El tipo de receptor sensorial hallado en las dendritas de una neurona unipolar determina el tipo de estímulo sensitivo que puede detectar esa neurona.



 ¿En que parte del cuerpo se localizan la mayoría de las neuronas unipolares?

Figura 12.5 Dos ejemplos de neuronas del SNC. Las flechas indican la dirección del flujo de información.

El patrón de ramificación de las dendritas suele ser distintivo de cada tipo particular de neurona.



(a) Célula de Purkinje

(b) Célula piramidal

¿Cómo obtuvo su nombre la célula piramidal?

CLASIFICACIÓN FUNCIONAL. En cuanto a su función, las neuronas se clasifican según la dirección en la que se transmite el impulso nervioso (potencial de acción) con respecto al SNC.

1. Las **neuronas sensitivas** o **aférentes** (*af-*, hacia; y *-ferente*, transportado) contienen receptores sensitivos en sus extremos distales (dendritas) (véase la Figura 12.10) o se localizan inmediatamente después de los receptores sensitivos, que son células separadas. Una vez que un estímulo adecuado activa un receptor sensitivo, la neurona sensitiva produce un potencial de acción en su axón y éste es transmitido en el SNC, a través de los nervios craneales o espinales. La mayoría de las neuronas sensitivas tienen una estructura unipolar.
2. Las **neuronas motoras** o **eférentes** (*ef-*, lejos de) transmiten los potenciales de acción lejos del SNC hacia los **efectores** (músculos y glándulas) en la periferia (SNP), a través de los nervios craneales y espinales (véase la Figura 12.10). Las neuronas motoras tienen una estructura multipolar.
3. Las **interneuronas** o **neuronas de asociación** se localizan fundamentalmente dentro del SNC, entre las neuronas sensitivas y motoras (véase la Figura 12.10). Las interneuronas integran (procesan) la información sensitiva entrante proveniente de las neuronas sensitivas y luego producen una respuesta motora, al activar las neuronas motoras adecuadas. La mayoría de las interneuronas tienen una estructura multipolar.

Neuroglia

La **neuroglia** (*néuron-*, nervio; y *-glía*, gluten) o **glía** representa alrededor de la mitad del volumen del SNC. Su nombre deriva de la

idea que tenían los primeros histólogos, de que era el “adhesivo” que mantenía unido el sistema nervioso. Ahora sabemos que la neuroglia no es un mero espectador pasivo, sino que participa activamente en las actividades del tejido nervioso. En general, las células gliales tienen menor tamaño que las neuronas, pero son entre 5 y 25 veces más numerosas. A diferencia de las neuronas, las células gliales no generan ni propagan potenciales de acción, y se pueden multiplicar y dividir en el sistema nervioso ya maduro. En caso de lesión o enfermedad, la neuroglia se multiplica para rellenar los espacios que anteriormente ocupaban las neuronas. Los tumores encefálicos derivados de la glía, denominados **gliomas**, tienden a ser muy malignos y a crecer con gran rapidez. De los seis tipos de células gliales, cuatro (los astrocitos, los oligodendrocitos, la microglia y las células ependimarias) se encuentran sólo en el SNC. Los dos tipos restantes (las células de Schwann y las células satélite) están presentes en el SNP.

Neuroglia del SNC

Las células de la neuroglia del SNC pueden clasificarse según el tamaño, las prolongaciones citoplasmáticas y la organización intracelular, en cuatro tipos: astrocitos, oligodendrocitos, microglia y células ependimarias (Figura 12.6).

ASTROCITOS (*astro-*, estrella; y *-cytos*, cavidad). Estas células con forma de estrella tienen muchas prolongaciones celulares y son las más largas y numerosas de la neuroglia. Existen dos tipos de astrocitos. Los *astrocitos protoplasmáticos* tienen gran cantidad de prolongaciones cortas y ramificadas y se encuentran en la sustancia gris (tratada más adelante). Los *astrocitos fibrosos* tienen gran cantidad de largas prolongaciones no ramificadas y se localizan principalmente en la sustancia blanca (también tratada más adelante). Esas prolongaciones hacen contacto con capilares sanguíneos, con neuronas y con la pia madre (una delgada membrana que se dispone alrededor del encéfalo y la médula espinal).

Las funciones de los astrocitos son las siguientes: (1) Contienen microfilamentos que les dan una resistencia considerable y les permiten sostener las neuronas. (2) Las proyecciones de los astrocitos que envuelven los capilares sanguíneos aíslan las neuronas del SNC de diferentes sustancias potencialmente nocivas de la sangre, mediante la secreción de compuestos químicos que mantienen las características exclusivas de permeabilidad que tienen las células endoteliales de los capilares. En efecto, las células endoteliales forman la *barrera hematoencefálica*, que restringe el paso de sustancias entre la sangre y el líquido intersticial del SNC. Los detalles de la barrera hematoencefálica se tratan en el Capítulo 14. (3) En el embrión, los astrocitos secretan sustancias químicas que aparentemente regulan el crecimiento, la migración y la interconexión entre las neuronas cerebrales. (4) Los astrocitos contribuyen a mantener las condiciones químicas propicias para la generación de impulsos nerviosos. Por ejemplo, regulan la concentración de iones tan importantes como el K^+ , capturan los neurotransmisores excedentes y sirven como conducto para el paso de nutrientes y otras sustancias entre los capilares sanguíneos y las neuronas. (5) Los astrocitos también desempeñan una función en el aprendizaje y en la memoria, por medio de la influencia que ejercen sobre la formación de las sinapsis (véase la Sección 16.5).

OLIGODENDROCITOS (*oligo-*, poco; y *-dendón*, árbol). Estas células se asemejan a los astrocitos, pero son más pequeñas y contienen menor cantidad de prolongaciones. Las prolongaciones de los **oligodendrocitos** son responsables de la formación y mantenimiento de la vaina de mielina que se ubica alrededor de los axones del SNC. Como usted verá más adelante, la **vaina de mielina** es una cubierta con múltiples capas, formada por lípidos y proteínas, que envuelve a ciertos



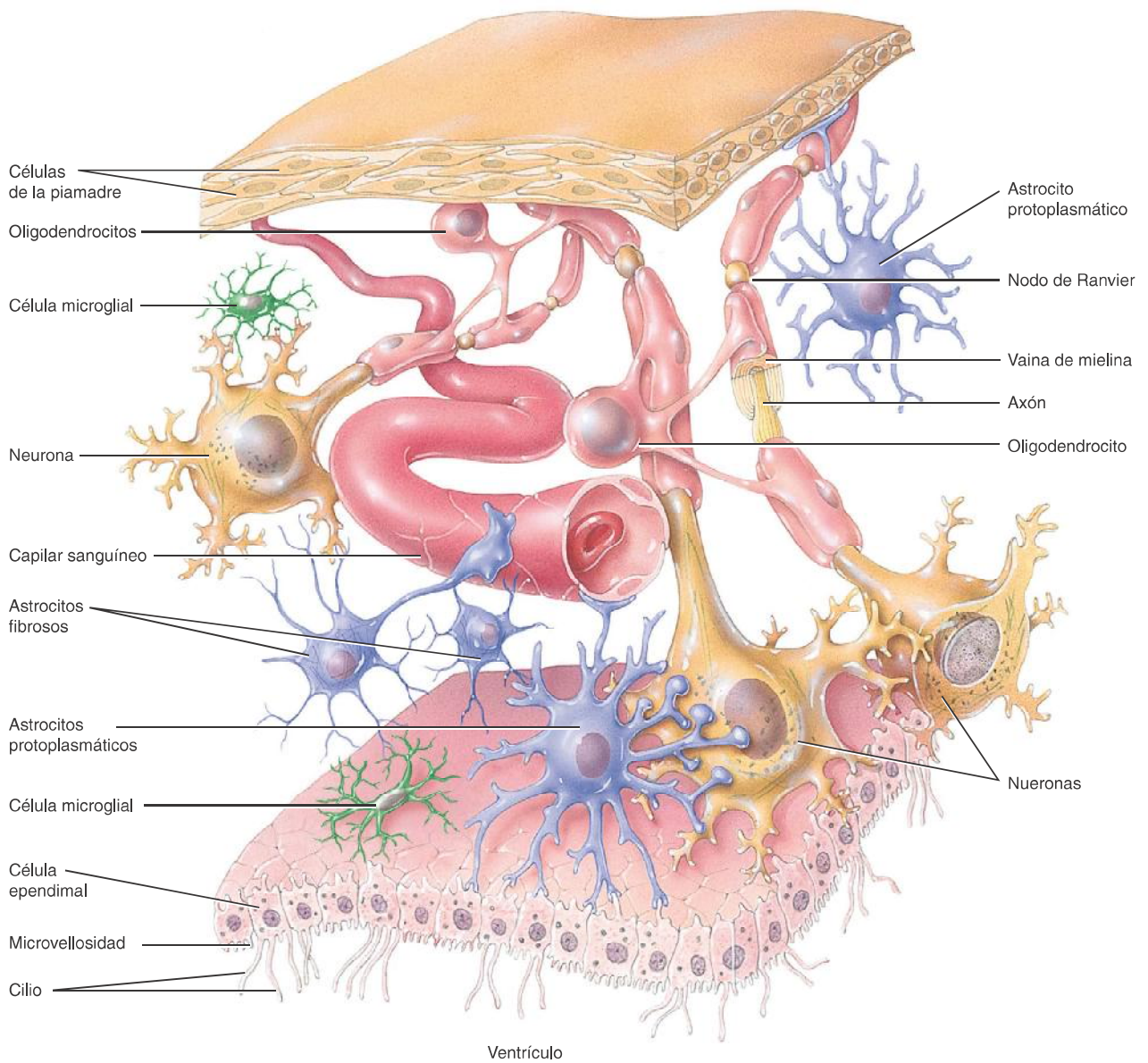
axones, los aísla y aumenta la velocidad de conducción de los impulsos nerviosos. Se dice que tales axones están **mielinizados**.

MICROGLIA (*micro-*, pequeño). Estas células de la neuroglia son pequeñas y tienen delgadas prolongaciones que emiten numerosas proyecciones con forma de espinas. La **microglia** cumple funciones fagocíticas. Como los macrófagos de los tejidos, eliminan los detritos celulares que se forman durante el desarrollo normal del sistema nervioso y fagocitan microorganismos y tejido nervioso dañado.

CÉLULAS EPENDIMARIAS. Las **células endimarias** (*epen-*, encima; y *-dymo*, vestidura) tienen forma cuboide o cilíndrica y están distribuidas en una monocapa con microvellosidades y cilios. Estas células tapizan los ventrículos cerebrales y el conducto central de la médula espinal (espacios que contienen líquido cefalorraquídeo, que protege y nutre al encéfalo y la médula). En cuanto a su función, las células endimarias producen, posiblemente monitorizan, y contribuyen a la circulación del líquido cefalorraquídeo. También forman parte de la barrera hematoencefálica, que será tratada en el Capítulo 14.

Figura 12.6 Neuroglia del sistema nervioso central (SNC).

Las células gliales del SNC se diferencian de acuerdo con su tamaño, sus prolongaciones citoplasmáticas y su organización intracelular.



¿Qué células de la neuroglia del SNC funcionan como fagocitos?

Neuroglia del SNP

La neuroglia del SNP rodea por completo los axones y los cuerpos celulares. Los dos tipos de células gliales que se hallan en el SNP son las células de Schwann y las células satélite (Figura 12.7).

CÉLULAS DE SCHWANN. Estas células rodean los axones del SNP. Como los oligodendrocitos, forman la vaina de mielina que envuelve los axones. Sin embargo, un solo oligodendrocito mieliniza a varios axones, mientras que cada **célula de Schwann** mieliniza un único axón (Figura 12.7a; véase también la Figura 12.8a, c). Una sola célula de Schwann también puede rodear 20 o más axones amielínicos (axones que carecen de la vaina de mielina) (Figura 12.7b). Las células de Schwann participan en la regeneración axónica, que se alcanza con más facilidad en el SNP que en el SNC.

CÉLULAS SATÉLITE. Estas células aplanadas rodean los cuerpos celulares de las neuronas de los ganglios del SNP (Figura 12.7c). Además de dar soporte estructural, las **células satélite** también regulan los intercambios de sustancias entre los cuerpos de las neuronas y el líquido intersticial.

Mielinización

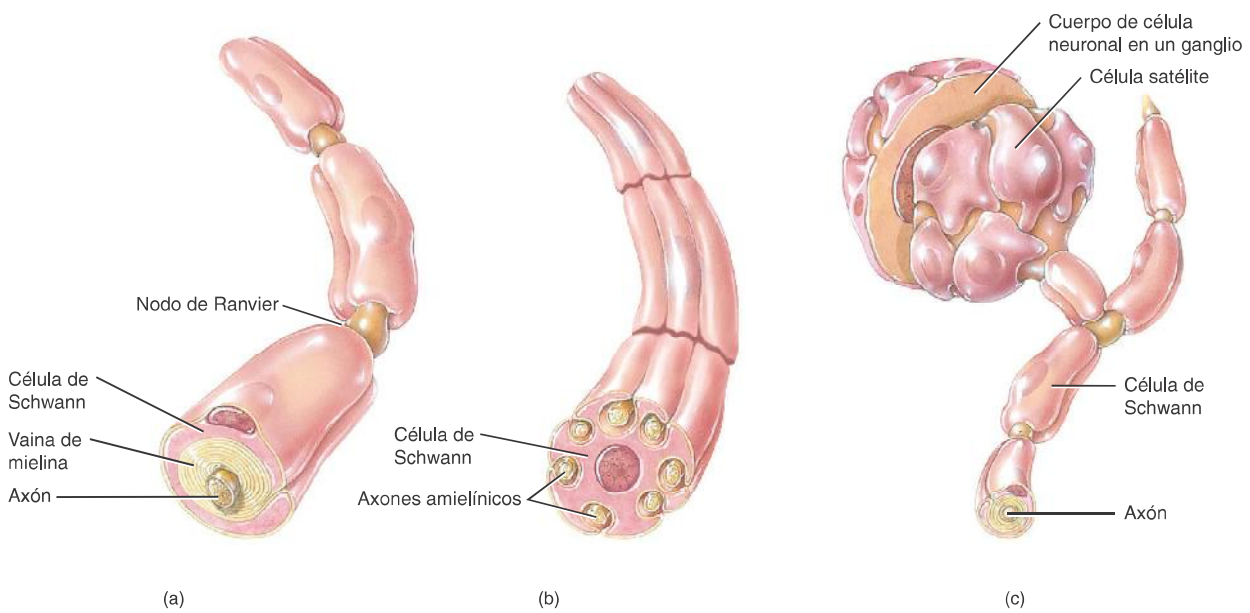
Como ya vimos, se dice que están **mielinizados** los axones que tienen una vaina de mielina, constituida por múltiples capas de lípidos y proteínas (Figura 12.8a). Esta vaina actúa como aislante eléctrico del axón de una neurona y aumenta la velocidad de conducción de los impulsos nerviosos. Los axones que carecen de esa cubierta se denominan **amielínicos** (Figura 12.8b).

Hay dos tipos de células gliales que producen vainas de mielina: las células de Schwann (en el SNP) y los oligodendrocitos (en el SNC). Las células de Schwann comienzan a formar las vainas de mielina alrededor de los axones, durante el desarrollo fetal. Cada célula de Schwann se envuelve varias veces alrededor de un axón y cubre alrededor de 1 mm de su longitud (Figura 12.8a). Finalmente, múltiples capas de membranas plasmáticas gliales rodean el axón, y el citoplasma y el núcleo de las células de Schwann forman parte de la capa más externa. La porción más interna, constituida hasta por 100 capas superpuestas de la membrana plasmática de las células de Schwann, forma la vaina de mielina. La capa citoplasmática nuclear externa de la célula de Schwann, que encierra la vaina de mielina, es el **neurolema (vaina de Schwann)**. El neurolema se encuentra solamente alrededor de los axones en el SNP. Cuando un axón resulta dañado, el neurolema contribuye a la regeneración, mediante la formación de un conducto que guía y estimula el nuevo crecimiento del axón. A lo largo de todo el axón se encuentran, a intervalos regulares, interrupciones de la vaina de mielina denominados **nodos de Ranvier** (Figura 12.8; véase también la Figura 12.2). Cada célula de Schwann envuelve sólo un segmento axónico entre dos nodos.

En el SNC, un oligodendrocito mieliniza diferentes segmentos de varios axones. Cada oligodendrocito emite alrededor de 15 prolongaciones extensas y aplanadas que se enrollan alrededor de los axones en el SNC y forman la vaina de mielina. Sin embargo, no hay neurolema porque el cuerpo celular y el núcleo del oligodendrocito no envuelven el axón. Por otra parte, los nodos de Ranvier, aunque presentes, son menos numerosos. Los axones del SNC tienen poca capa-

Figura 12.7 Neuroglia del sistema nervioso periférico (SNP).

Las células gliales del SNP rodean completamente los axones y los cuerpos de las neuronas.



¿En qué difieren las células de Schwann y los oligodendrocitos respecto de la cantidad de axones que mielinizan?



cidad para regenerarse después de una lesión. Se piensa que esto se debe en parte a la ausencia de neurolema y en parte a la influencia inhibitoria que ejercerían los oligodendrocitos sobre la reconstrucción de los axones.


La cantidad de mielina aumenta desde el nacimiento hasta la madurez, y su presencia incrementa la velocidad de conducción de los impulsos nerviosos. Las respuestas de un lactante a un estímulo no

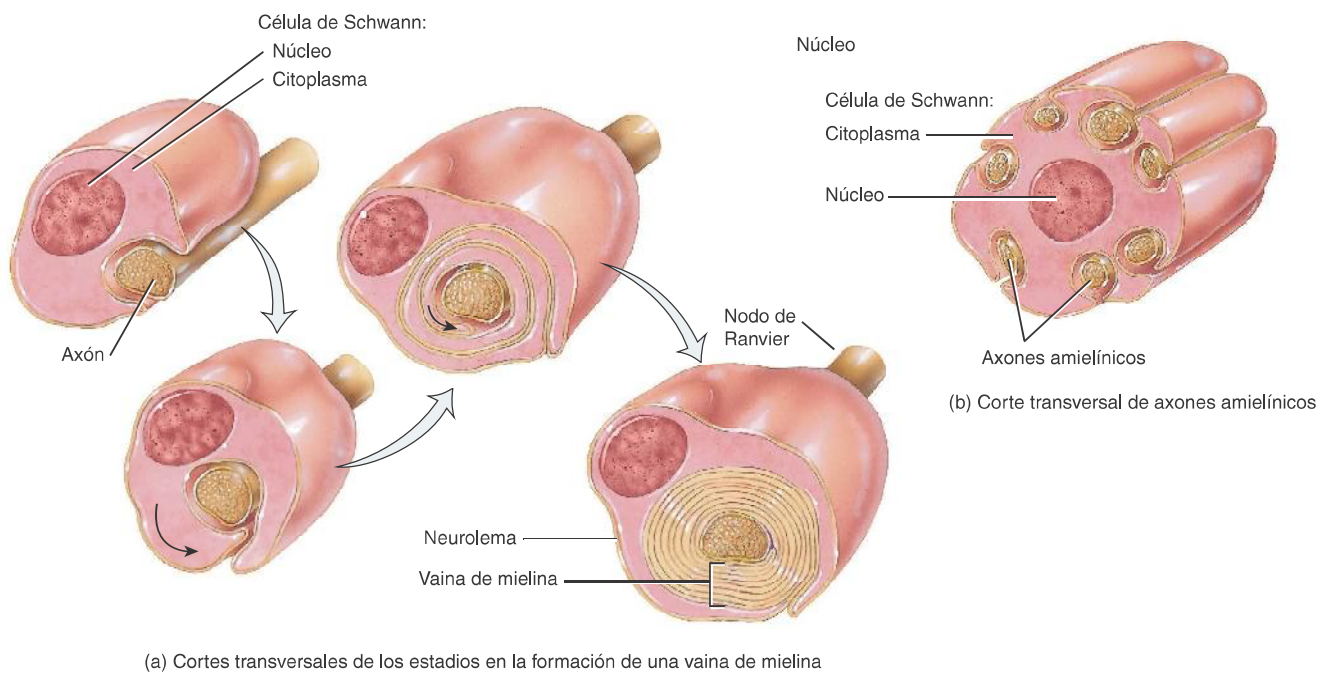
son tan rápidas ni coordinadas como las de un niño mayor o las de un adulto porque la mielinización, entre otros factores, está todavía en desarrollo en el lactante.

Colecciones de tejido nervioso

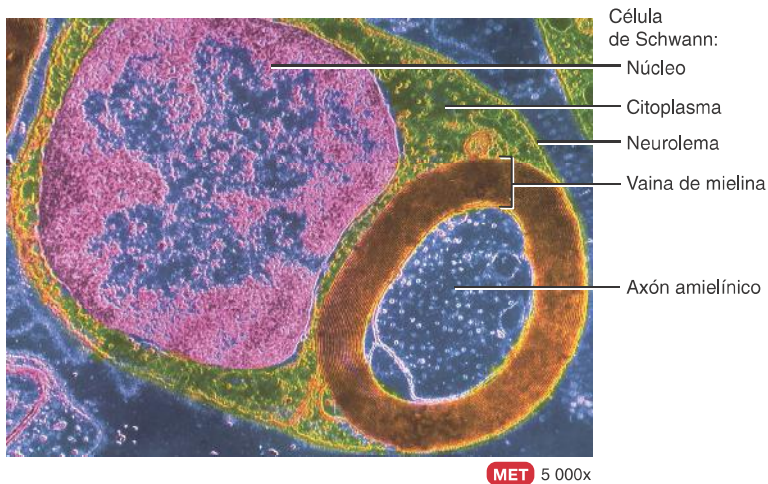
Los componentes del tejido nervioso se agrupan de distintas formas.

Figura 12.8 Axones mielínicos y amielínicos. Se observa que una capa formada por la membrana celular de la célula de Schwann rodea los axones amielínicos.

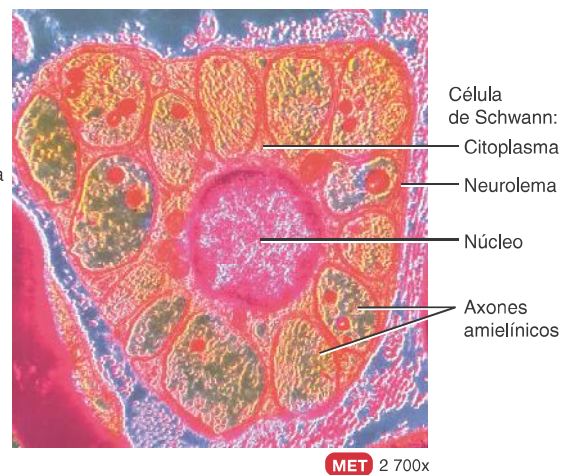
 Los axones rodeados por una vaina de mielina producida por las células de Schwann en el SNP y por los oligodendrocitos en el SNC se dice que son mielínicos.



(a) Cortes transversales de los estadios en la formación de una vaina de mielina



(c) Corte transversal del axón mielínico



(d) Corte transversal de axones amielínicos

 ¿Cuál es la ventaja funcional de la mielinización?

Los cuerpos de las neuronas, a menudo, se agrupan en conjuntos. Los axones de las neuronas suelen agruparse juntos en haces. Además, regiones amplias del tejido nervioso se acumulan como sustancia gris o sustancia blanca.

Agrupaciones de los cuerpos de las neuronas

Recuerde que un **ganglio** está constituido por la agrupación de los cuerpos de células neuronales localizada en el SNP. Como ya mencionamos, los ganglios se encuentran íntimamente asociados a los nervios craneales o espinales. Por el contrario, un **núcleo** es un conjunto de cuerpos de células neuronales, localizado en el SNC.

Haces de axones

Recordemos que un nervio es un haz de axones localizado en el SNP. Los nervios craneales conectan el encéfalo con la periferia, mientras que los nervios espinales conectan la médula espinal con la periferia. Un tracto es un haz de axones localizado en el SNC. Los tractos interconectan las neuronas en la médula espinal y el encéfalo.

Sustancia gris y sustancia blanca

En los cortes del cerebro o de la médula espinal recientemente disecados, algunas regiones se ven blancas o brillantes, mientras que otras aparecen grisáceas (Figura 12.9). La **sustancia blanca** está compuesta principalmente por axones mielínicos, y le debe su nombre al color blanquecino de la mielina. La **sustancia gris** del sistema nervioso contiene los cuerpos celulares de las neuronas, dendritas, axones amielínicos, axones terminales y neuroglia. Tiene un tinte grisáceo por los cuerpos de Nissl, que le dan ese color, y porque la mielina es escasa o nula en estas regiones. Tanto la sustancia blanca como la gris contienen vasos sanguíneos. En la médula espinal, la sustancia blanca envuelve un núcleo interno de sustancia gris, que dependiendo de su imaginación, tiene la forma de una mariposa o de la letra H; por su

parte, una delgada capa de sustancia gris cubre la superficie de las porciones más grandes del encéfalo, el cerebro y el cerebelo (Figura 12.9). La disposición de la sustancia gris y la blanca en la médula espinal y en el encéfalo será tratada más extensamente en los Capítulos 13 y 14, respectivamente.

✓ PREGUNTAS DE REVISIÓN

5. Describa las partes de una neurona y la función de cada una.
6. Proporcione varios ejemplos de las clasificaciones estructurales y funcionales de las neuronas.
7. ¿Qué es el neurolema? ¿Cuál es su importancia?
8. En referencia al sistema nervioso, ¿qué es un núcleo?

12.3 SEÑALES ELÉCTRICAS EN LAS NEURONAS

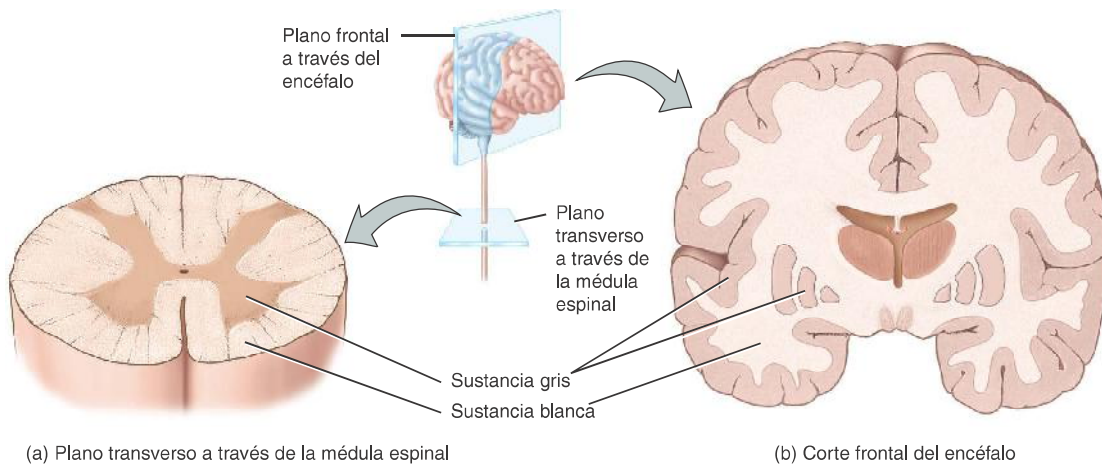
■ OBJETIVOS

- Describir las propiedades celulares que permiten la comunicación entre las neuronas y sus efectores.
- Comparar los tipos básicos de canales iónicos y explicar cómo se relacionan con los potenciales de acción y con los potenciales graduados.
- Describir los factores que mantienen el potencial de membrana de reposo.
- Enumerar secuencia de procesos que conducen a la generación de un potencial de acción.

Como las fibras musculares, las neuronas son eléctricamente excitables. Se comunican entre sí mediante dos tipos de señales eléctricas:

Figura 12.9 Distribución de las sustancias gris y blanca en la médula espinal y en el encéfalo.

? La sustancia blanca está constituida principalmente por axones mielínicos provenientes de muchas neuronas. La sustancia gris se halla formada por cuerpos celulares, dendritas, terminales axónicos, axones amielínicos y neuroglia.



? ¿Qué sustancia es responsable del aspecto de la sustancia blanca?