

## CAPÍTULO XI

### TEJIDO NERVIOSO

**Definición.** — Es un tejido de origen ectodérmico, compuesto de corpúsculos muy diferenciados, generalmente estrellados y provistos de largas expansiones ramificadas, una de las cuales, mucho más larga que las otras, tiene por objeto ponerlos en relación dinámica, bien con elementos distantes de igual naturaleza, bien con células de tejidos subordinados (musculares, glandulares y tegumentarias).

**División.** — Consta el tejido nervioso de tres factores de construcción: las *células nerviosas*, los *elementos neuróglícos*, y las *fibras nerviosas*. Estas últimas no representan elementos independientes, sino mera continuación del cilindro-eje ó expansión larga de los corpúsculos nerviosos de los centros.

**1.º Células nerviosas.** — Estos corpúsculos, llamados también *neuronas* (Waldeyer), son, por lo común, voluminosos, ricos en protoplasma; de su reunión resulta la sustancia gris del encéfalo y médula, así como la trama de los ganglios simpáticos y raquídeos.

En ellos hay que considerar: la *talla*, la *morfología* y la *estructura*.

**Talla.** — Llega en las células del asta anterior de la médula, á 70 y más micras; pero existen también estaturas diminutas, como las de los granos del cerebelo y del bulbo olfatorio, que no pasan de 7  $\mu$ . La dimensión más común, medida de un extremo á otro del cuerpo celular y sin contar las expansiones, es de 35 á 40  $\mu$ .

**Forma.** — La figura de los corpúsculos nerviosos es muy variable, y con ella se relaciona la especialidad de su función. Bajo este aspecto, distingúense las siguientes variedades celulares: 1.º, *corpúsculos monopolares*, es decir, provistos de una sola

expansión, que suele bifurcarse ó ramificarse á poca distancia de su arranque (espongioblastos de la retina y células piriformes de los ganglios raquídeos); 2.º, *células bipolares* ó sean dotadas de dos apéndices contrapuestos, uno dirigido generalmente hacia una superficie sensible, y otro que marcha hacia regiones más profundas, á veces hacia el eje encefalo-medular (células

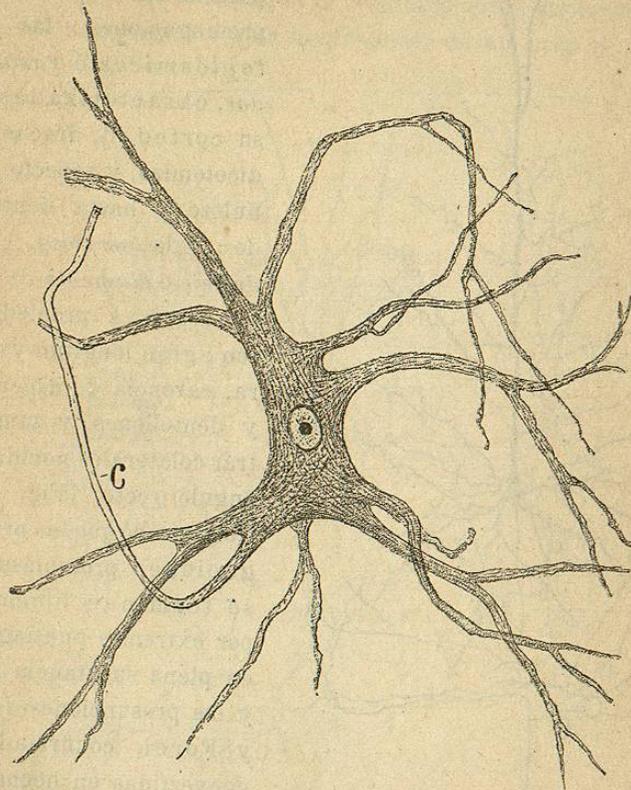


Fig. 128. — Célula nerviosa del asta anterior de la médula espinal del buey. — C, cilindro-eje.

las de la mucosa olfatoria, bipolares de la retina, células del ganglio espiral del caracol, etc.); 3.º *células multipolares*, así designadas por exhibir tres ó más prolongaciones generalmente ramificadas y terminadas libremente (casi todos los corpúsculos del cerebro, cerebelo, médula y gran simpático) (fig. 128).

En las células multipolares, no todas las expansiones tienen el

mismo aspecto é igual longitud. Desde los memorables trabajos de Deiters, confirmados por Gerlarch, Kölliker, Golgi, Ranvier, etc., quedó plenamente demostrado que dichos elementos poseen dos especies de prolongaciones: las *protoplásmicas* ó *ramificadas*, caracterizadas por su cortedad, frecuentes dicotomías, y aspecto granuloso y hasta dentellado; y la *nerviosa, cilindro-eje* ó *filamento de Deiters*, cuyas propiedades son: gran longitud y finura, carencia de asperezas y dentellones, y suministrar colaterales nacidas en ángulo recto. (Fig. 129). Golgi probó que las prolongaciones protoplásmicas se terminan libremente por extremos puntiagudos en plena substancia gris; y las presunciones de His y Forel, confirmadas y convertidas en hechos de observación por nosotros,

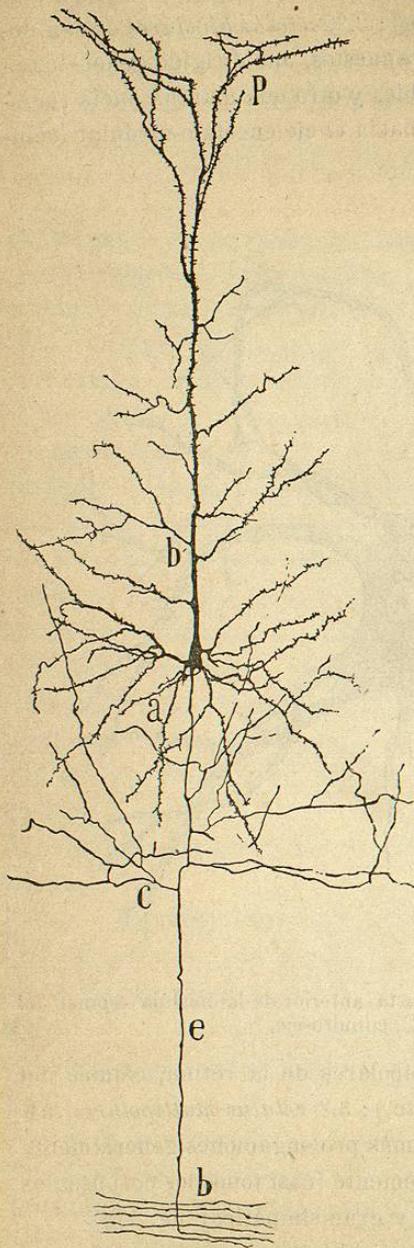


Fig. 129. — Célula piramidal del cerebro del conejo. Tipo celular de cilindro-eje largo. — *a*, expansiones protoplásmicas basilares; *b*, tallo y sus ramas; *c*, colaterales del cilindro-eje; *e*, cilindro-eje largo; *d*, substancia blanca.

han conducido á admitir igual modo de terminación para el cilindro-eje ó filamento de Deiters (1). No existen, pues, las redes nerviosas que algunos sabios, basándose en observaciones incompletas, habían imaginado entre las células; éstas representan verdaderas unidades independientes ó *neuronas* — para servirnos de la expresión sugerida por Waldeyer — y cada centro nervioso no es otra cosa que el resultado de la superposición ó articulación, según reglas invariables, de un gran número de

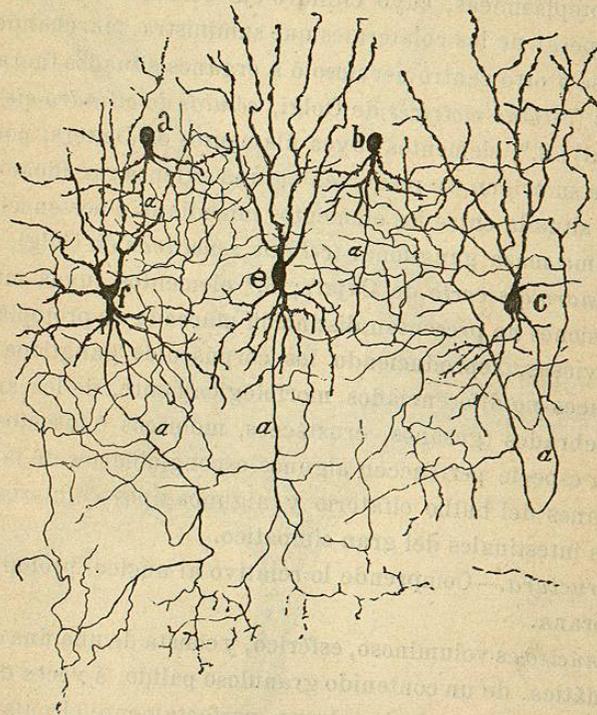


Fig. 130. — Células de cilindro-eje corto de la corteza cerebral; *a*, axon. unidades nerviosas. La terminación de los cilindros-ejes, según resulta de nuestros numerosos trabajos sobre el cerebro, reti-

(1) El cilindro-eje ó filamento de Deiters se denomina también *axon* (Kölliker), y *dendritas* las expansiones protoplásmicas. Nosotros usaremos indistintamente las citadas expresiones.

na, médula espinal, cerebelo, bulbo, confirmados por His, Kölliker, van Gehuchten, Retzius, von Lenhossék, Sala, Falcone, Lugaro, etc., se verifica á favor de arborizaciones ó ramificaciones libres, varicosas y flexuosas, que se aplican, ora al cuerpo de las células, ora á la superficie de las prolongaciones protoplásmicas.

Bajo el aspecto de la longitud del cilindro-eje ó del carácter de las prolongaciones celulares, cabe todavía distinguir tres variedades de corpúsculos multipolares: 1.º, células con expansiones protoplásmicas, cuyo cilindro-eje conserva su individualidad, á pesar de las colaterales que suministra, marchando á distribuirse á otro centro nervioso ó á órganos situados fuera de los centros (*células motrices* de Golgi, *células de cilindro-eje largo*, de Cajal); 2.º, elementos cuyos filamentos de Deiters, poco después de su origen, se resuelven en una extensa ramificación terminal, situada entre los elementos inmediatos ó pertenecientes á la misma masa ganglionar (*células sensitivas* de Golgi, *células de cilindro-eje corto* de Cajal); 3.º elementos cuyas múltiples expansiones no presentan distinción marcada en protoplásmicas y nerviosas, reproduciendo los corpúsculos ganglionares, de apéndices no diferenciados morfológicamente, de los animales invertebrados (gusanos, crustáceos, moluscos ó insectos, etc.). A esta especie pertenecen algunos espongioblastos de la retina, los granos del bulbo olfatorio y algunos tipos celulares de los plexos intestinales del gran simpático.

**Estructura.**—Comprende lo relativo al núcleo, protoplasma y membrana.

El *núcleo* es voluminoso, esférico, y consta de una fina cubierta acromática, de un contenido granuloso pálido, á veces dispuesto en red, y de un nucleolo robusto, perfectamente circular, homogéneo y colorable por el carmín, hematoxilina y anilinas. Falta, pues, en casi todas las células nerviosas, el armazón cromático que tan vivamente se tiñe en otros elementos; se exceptúan, sin embargo, algunos corpúsculos pequeños del cerebro, cerebelo, y retina, cuyos núcleos exhiben una red muy aparente de cromatina, á más de un fino nucleolo (granos del cerebelo y del bulbo olfatorio, células bipolares de la retina, etc.). La concentración

de toda la cromatina en nucleolo, es tanto más acentuada cuanto más voluminosa es la célula. Algunos autores, invocando la fácil coloración de dicho grueso nucleolo por las anilinas ácidas, tienden á estimarlo como formado, no de nucleína, sino de una substancia especial (Levi, Lenhossék).

La *membrana celular* es de extraordinaria finura, y sólo se percibe apelando á los más fuertes objetivos (1'60 apocrom. de Zeiss); á causa de esta delicadeza, ha sido negada por varios

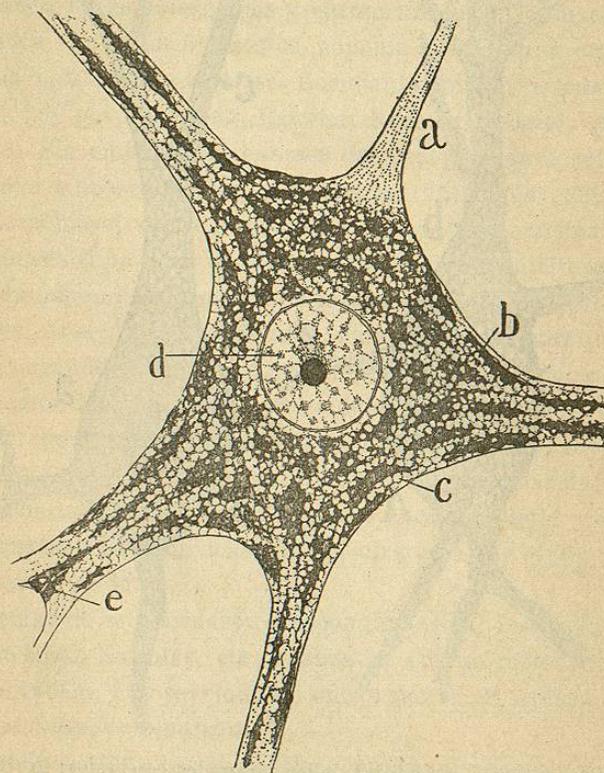


Fig. 131. — Célula motriz de la médula espinal del conejo. Coloración por la tionina. — a, cilindro-eje; b, grumo cromático; d, núcleo; c, espongioplasma; e, cono de bifurcación.

autores. Las células del asta anterior de la médula, los corpúsculos de Purkinje y las grandes pirámides del cerebro y asta de Ammon, son los elementos más á propósito para discernirla.

Esta cubierta aparece como una corteza pálida, exenta de gránulos y estrias, que se prolonga en torno de las expansiones protoplásmicas y el cilindro-eje.

En torno de la membrana existe, pero sólo en las células nerviosas grandes, una red superficial primeramente descrita por Golgi y confirmada por Bethe. Nosotros también la hemos con-

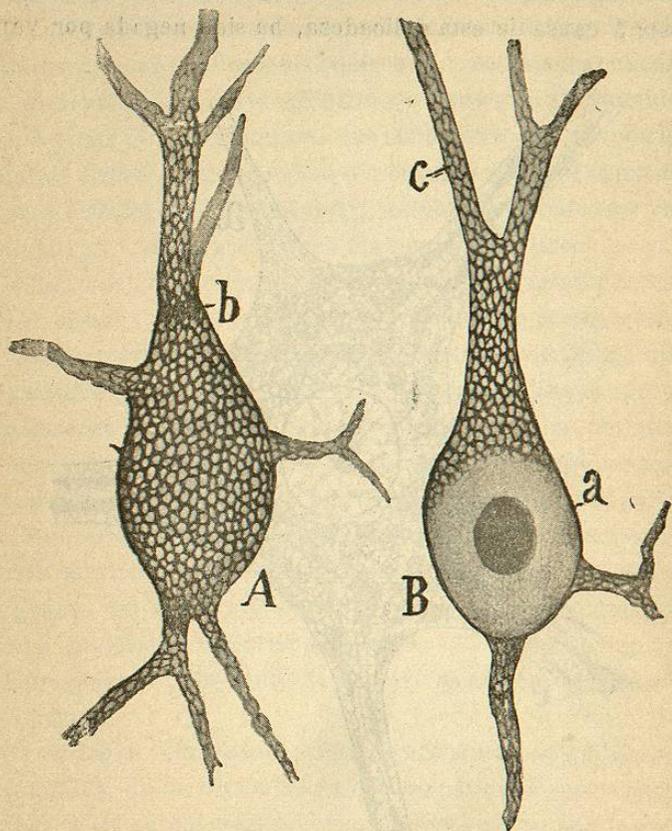


Fig. 132. — Reticulo superficial de las pirámides cerebrales: A, enfoque superficial; B, enfoque ecuatorial. (Método de Ehrlich).

firmado usando el método de Ehrlich. El paraje preciso donde yace este retículo aplanado es dudoso; á nuestro juicio, hállase en la membrana misma, á guisa de refuerzo exterior (fig. 132, a).

El *protoplasma* se muestra finamente granuloso, examinado en estado fresco y á regulares aumentos. En un lado del cuerpo

celular suele existir un islote de granos morenos redondeados, probablemente formados de melanina. A estos granitos se debe, quizá el color moreno de la substancia gris del cerebro y médula.

Como en todo protoplasma, se ha descrito en el de las células nerviosas un almacén ó espongioplasma de finas hebras, separado por un jugo celular sembrado de inclusiones ó gránulos. Máximo Schültze creía que estas fibrillas eran independientes, y que llegadas al cuerpo celular por las expansiones de éste, formaban haces divergentes y entrecruzados en la masa protoplásmica. Entre los filamentos, suponía este sabio la existencia de una substancia granulosa. Semejante opinión es todavía sostenida hoy por Flemming, Ranvier, Kronthal, Dogiel, etc. (figura 128). Sin embargo, el examen del protoplasma nervioso con los mejores apocromáticos, no da una textura fibrilar, sino reticular ó esponjosa, que se prolongaría con una rejilla de mallas longitudinales situada en el axon y expansiones dendríticas. Parecido dictamen han formulado Lenhossék, Held, Bustehli, Marinisco y otros (fig. 131). Debemos, empero, hacer notar que Bethe (1900), usando recientemente un método especial y muy complicado de tñido, ha puesto en evidencia la existencia de unas fibrillas homogéneas no anastomosadas que, partiendo de las dendritas, se concentran en el axon. El protoplasma podría, pues, contener hilos independientes ó fibras de Bethe y una red ó espongioplasma que acaso no sea otra cosa que algún albuminoide coagulado.

Además de este almacén ó espongioplasma, las investigaciones de Nissl, Schäffer, etc., realizadas con un método especial de coloración, han revelado un nuevo factor protoplásmico: los *grumos ó husos cromáticos*.

Cuando se tñen por el rojo magenta, azul de metileno  $\beta$ , ó la tionina, etc., las gruesas células del asta anterior de la médula, previa induración en alcohol, se advierten, en medio de una masa protoplásmica casi incolora, unos cuerpos fuertemente coloreados, de un tamaño superior al de los gránulos ordinarios, puesto que miden un diámetro de  $1\frac{1}{2}$  á  $3\mu$ . Semejantes *grumos cromáticos* afectan forma triangular ó poliédrica en las inmediaciones

del núcleo y están separados por escasa cantidad de substancia pálida; mas los residentes cerca de la periferia se muestran alargados, á menudo fusiformes y separados por mayor cantidad de protoplasma incoloro (fig. 131, *b*). Algunos pocos grumos cromófilos se extienden también, durante un buen trecho, por las expansiones protoplásmicas, en las cuales se disponen en largos husos paralelos; en cambio, faltan completamente en el cilindro-eje, que se presenta pálido hasta en su mismo cono de origen (fig. 131, *a*). Esta diferencia, señalada primeramente por Simarro y confirmada por Schäffer, permite distinguir bien ambas

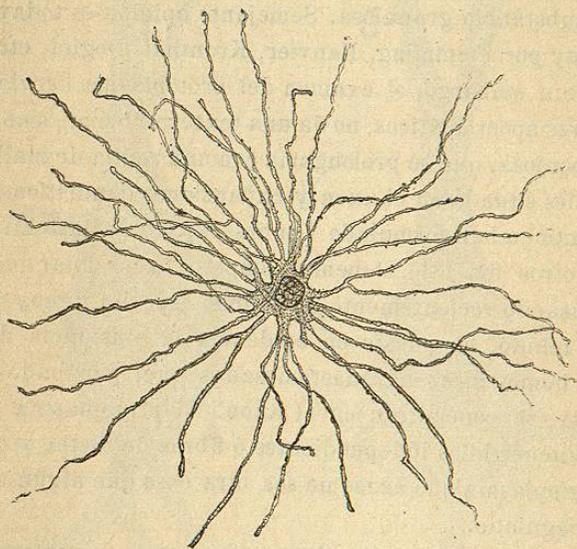


Fig. 133. — Célula de neuroglia de la substancia blanca de la médula espinal. Disociación por el bicromato de potasa diluido. Coloración con carmín.

especies de expansiones, y establece entre el cilindro-eje y el cuerpo celular un contraste de estructura y composición química, que debe guardar relación con la distinta actividad funcional de ambas partes celulares.

Recientes investigaciones nuestras, nos permiten afirmar que los grumos cromáticos exhiben en su interior un espongionplasma vacuolado, de trabéculas continuados con el armazón del proto-

plasma. Asimismo hemos notado que los grumos de Nissl no están colocados al azar dentro de la célula, sino que aparecen constantemente emplazados en los parajes por los cuales no pasan nunca los cauces ó líneas de conducción nerviosa (Lugaro, Cajal); por donde cabe conjeturar que los tales grumos desempeñan en la fisiología celular un papel pasivo, probablemente de naturaleza nutritiva. Las observaciones recientes de Lugaro, Man, Marinisco y otros, prueban además que los referidos grumos pueden sufrir grandes alteraciones en condiciones patológicas.

**Células de neuroglia ó de Deiters.** — Entre las células y tubos nerviosos de los centros, residen unos corpúsculos menudos, de cuerpo estrellado, y guarnecidos de largas, finas y abundantes expansiones divergentes (fig. 133). En las preparaciones por disociación, previa maceración en bicromato de potasa, se nota que estas expansiones proceden á menudo de eminencias cónicas y aun de verdaderas crestas protoplásmicas, y que en su camino se ramifican

una ó dos veces, terminando libremente. El núcleo ocupa casi todo el cuerpo celular, y á diferencia del de los elementos nerviosos, exhibe una red cromática bien aparente y dispuesta en capa cortical, por debajo de la membrana acromática.

La abundancia, finura, escasas dicotomías y aspecto granuloso y flexuoso de los apéndices de las células neuróglías, distin-

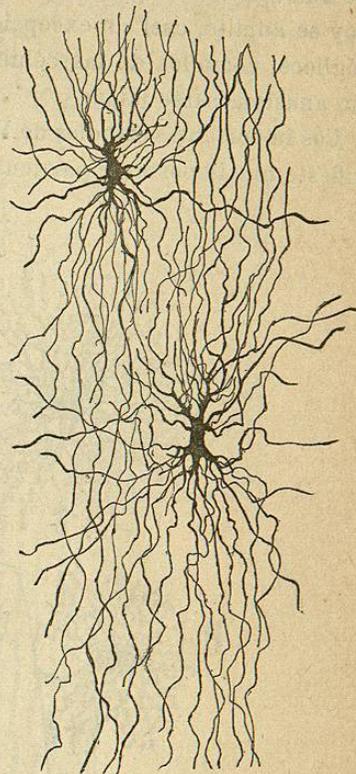


Fig. 134. — Células neuróglías de largas radiaciones, tomadas de la substancia blanca del cerebelo.

guen perfectamente estos elementos de los nerviosos. De la reunión de semejantes apéndices, entrecruzados de mil modos, resulta la trama ó plexo de hilos que separa los tubos de la sustancia blanca y algunas células de la gris. A favor del método de Golgi, se reconoce fácilmente que esta trama es un plexo y no una red como algunos autores habían creído. Por lo demás, hoy se admite, casi sin excepción, que tanto los apéndices neuróglícos, como los de las células nerviosas, acaban libremente sin anastomosarse jamás.

Los importantes estudios de Weigert (1895) han puesto de manifiesto una importante particularidad de las fibras neuróglícas.

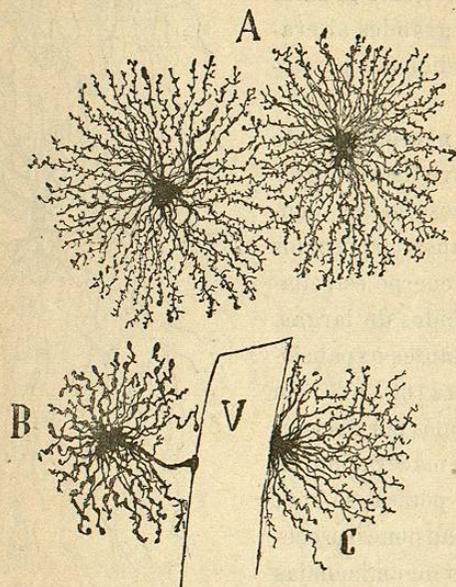


Fig. 125.—Células neuróglícas de cortas radiaciones, tomadas de la sustancia gris del cerebro: B, C, células perivasculares.

Usando un método especial de coloración (véase más adelante la técnica del tejido nervioso), ha demostrado este sabio en las células en araña dos substancias: una granulosa, que forma el cuerpo celular y acompaña en parte los filamentos; y otra homogénea, dispuesta en hilos (filamentos neuróglícos propiamente dichos), y la cual atrae vivamente el violado de metilo

(método de Weigert). Tales filamentos coloreables atravesarían de parte á parte el cuerpo celular; de manera que dicho cuerpo con su materia granulosa, vendría á ser solamente un punto de

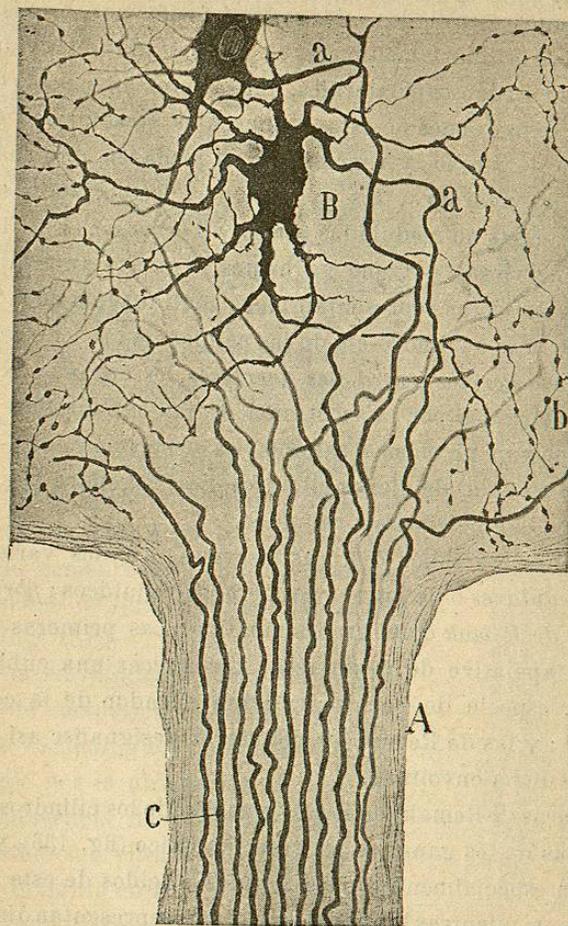


Fig. 126.—Células del gran simpático del gato (método de Ehrlich). a, axones; b, ramas protoplásmicas varicosas; c, axones penetrantes en el cordón interganglionar.

entrecruzamiento de multitud de filamentos neuróglícos independientes.

Bajo el aspecto de la forma, es preciso distinguir dos tipos de