

LA DOCTRINA DEL NEURÓN

TEORÍAS Y HECHOS

Puede parecer un hecho singular, que habiéndome declarado decididamente contrario á la teoría del neurón, aunque reconociendo que su punto de partida debe buscarse precisamente en mis estudios, le haya elegido por tema y que esto ocurra cuando ya de muchas partes llega la afirmación de que la teoría alcanza su ocaso.

A pesar de esta decadencia manifiesta, el tema es siempre importante, más bien dicho, de plena actualidad, ya que fisiólogos, anatómicos y patólogos, en su inmensa mayoría, están aún ligados á la teoría del neurón y ningún clínico se juzgaría bastante moderno, si no aceptase estas ideas como artículo de fe. El argumento merece ser objeto de un nuevo examen, á causa de que va delineándose una tendencia á dar á la palabra neurón, un significado diverso del que lo aguarda. En rigor, para muchos es juego de palabras, sustituyendo el término neurón al de célula nerviosa, ya consagrado por el uso común y por la tradición.

Reconociendo que el asunto no implica una cuestión de principios y, por otra parte, nadatendría de nuevo en sí, por cuanto la continuidad entre célula y fibra nerviosa era ya conocida, no obstante debería pronunciarme contra la oportunidad de dar á una palabra un significado diverso de aquel que le fué atribuído por quien la introdujo en la ciencia. En un período en el que apenas comenzaban á difundirse los resultados de la coloración negra, difusión que se efectuó cuando ya desde un decenio obtenía resultados de mayor finura, de los que en otras partes habían despertado tan viva atención la idea de que célula y fibra nerviosa formasen una unidad anatómica, ha podido asomar de una manera objetiva más luminosa, de lo que resultara de los estudios precedentes. Surgió entonces el concepto de que el cuerpo celular con todas sus prolongaciones constituyese un organismo elemental independiente, no agregado á los otros, sino simplemente contiguo á ellos; á tal unidad, así entrevista, es á la que Waldeyer dió el nombre de neurón.

Pero en este punto, firme en la idea que la palabra neurón debe ser referida al concepto de quien la creó, debo reproducir integralmente la fórmula de Waldeyer, tal como fué en síntesis, traducida en una exposición hecha en 1891, acerca de las nuevas investigaciones en el campo de la anatomía del sistema nervioso. En aquella publicación, así se expresa: «El sistema nervioso está formado por innumerables unidades, anatómica y genéticamente independientes (neuronas); cada unidad consta de tres partes; la célula, la fibra y la ramificación terminal». «La conducción fisiológica puede verificarse tanto en la dirección de la célula á la ramificación terminal, cuanto en opuesta dirección. La transmisión de las excitaciones motrices ocurre sólo en la dirección de la célula á la terminación nerviosa; las excitaciones sensitivas la transmiten tanto en una como en otra».

Aquí se afirma la unidad anatómica y embriológica del sistema nervioso; la delimitación fisiológica, que en esta síntesis se diría no comprendida, está mejor delineada por el autor al fin del mismo trabajo, en que declara que el resultado capital de los trabajos por él sintetizados, consiste en haber verificado la posibilidad de una delimitación del elemento anatómico y funcional del sistema nervioso. Mayor precisión se le asignó luego gracias á los trabajos de otros estudiosos y el concepto del neurón se ha presentado con el triple atributo de elemento anatómico, embriológico y funcional independiente.

De mayor precisión, son los conceptos siguientes, con los cuales la teoría del neurón se ha impuesto en la actualidad:

1º El neurón es una unidad embriológica, esto es, deriva de una célula embrionaria.

2º En el estado adulto, anatómicamente, es también una unidad celular. Aun en el animal adulto, el entero complejo: célula ganglionar, prolongaciones protoplasmáticas y prolongación nerviosa, representan una sola célula.

3º Es una unidad fisiológica.

Esta concepción fundamental, formulada por Waldeyer, se extendió pronto en el concepto anatómico y funcional, con otras proposiciones accesorias, como la de que las relaciones entre los neurones, solo se establecen mediante contactos simples; que fuera de los neurones no existen otros elementos nerviosos; que los neurones son también unidades tróficas.

Desde el punto de vista fisiológico, la doctrina del neurón se encuentra más expresada en la teoría de la polarización dinámica, ya bosquejada por Van Gehuchten y desarrollada, completada y sostenida por Ramón y Cajal.

Las notas fundamentales de la doctrina se resumen en esto: la transmisión del movimiento nervioso se efectúa por prolongaciones protoplasmáticas y cuerpo celular, hacia la prolongación nerviosa; cada célula posee así: un aparato receptor constituido por el cuerpo y por las prolongaciones protoplasmáticas; un aparato de conducción, la prolongación nerviosa y un aparato de emisión ú órgano de descarga, la ramificación terminal de la prolongación nerviosa. Las prolongaciones protoplasmáticas tendrían, pues, la función de

conductores celúlípetos; el prolongamiento nervioso de conductor celúlífugo. Hay que notar que el mismo autor ha modificado sucesivamente su teoría, ya para adaptarla á algunas disposiciones topográficas particulares del punto de origen del prolongamiento nervioso, ya para ponerla en armonía con estudios más prolijos acerca de la estructura de los órganos de los sentidos y del sistema nervioso de los animales inferiores. Para obviar algunas objeciones relativas al curso de las corrientes nerviosas en las células de los ganglios espinales, ha modificado el esquema primitivo respecto á estos elementos, admitiendo que la corriente de la periferia pase directamente á la rama central de la división en T, evitando la célula.

He creído de mi deber resumir esta teoría y no puede decirse que forme parte del concepto del neurón; ella, en verdad, no expresa sino una interpretación del modo de funcionar de los elementos nerviosos, sin que sea excluída la posibilidad de otras. No quiero detenerme á discutirla; solo me permitiré recordar, que aun admirando lo genial de la doctrina, digna expresión de la mente elevada del ilustre colega español, no he podido ponerme de acuerdo con él acerca de algunos puntos de carácter anatómico, que tienen para tal doctrina mucha importancia.

Por ejemplo, opino se excluya en absoluto la opinión de que, la rama periférica del prolongamiento de las células de los ganglios espinales, haya que identificarla á un prolongamiento protoplasmático y que se debe considerar el revestimiento mielínico como un hecho muy secundario, necesario sólo por la longitud del mismo. Tampoco me fué posible aceptar como argumento demostrativo en favor de la teoría, el hecho—que sin embargo constituye el principal punto de partida—de que las prolongaciones de las células del estrato ó capa molecular del cerebelo, vayan á formar terminaciones sobre el cuerpo de las células de Purkinje; habiendo verificado personalmente que los copos de fibrillas nerviosas, provenientes de la prolongación nerviosa de las células del estrato molecular, que constituyen los llamados nidos pericelulares, no hacen más que pasar rasando el cuerpo de las células, para continuarse en la rica y bien característica red, existente en el estrato de los gránulos.

En fin, con respecto á la nueva fórmula de la doctrina de la polarización dinámica, no me fué posible adherirme á la idea de mi ilustre colega, acerca del paso directo de la corriente nerviosa, desde la rama periférica á la central de la división T en los ganglios espinales, ya que no es difícil demostrar, que desde este punto las fibrillas del cilindro-eje periférico y central desvíanse para dirigirse hacia el cuerpo celular, mientras que no resulta el pase directo de la rama periférica á la central.

En este punto,—que trataré aún más adelante—quiero significar, que cuando unánimemente consentida la teoría del neurón ingresó en la ciencia, me encontré imposibilitado de seguir esa corriente, porque ante mí existía un hecho anatómico bien concreto: la existencia, esto es, la formación de lo que llamé *red nerviosa difusa*. A esta red, que he considerado como un órgano nervioso, debí darle una importancia tanto mayor, cuanto que su significado érame reve-

lado con lucidez por su constitución. En su formación toman parte indistintamente, aunque con modalidad y medida diversas, todos los elementos del sistema nervioso central. Al mismo tiempo, no podía dejar de pesar sobre mí lo concerniente á uno de los modos de comportarse de las prolongaciones protoplasmáticas. ¿Cómo podría yo considerar esta categoría de prolongaciones como órganos destinados á la recepción de los estímulos nerviosos, cuando para algunas categorías de células, veía estas prolongaciones llegar á la superficie de las circunvoluciones y lanzarse hasta más allá del estrato molecular superficial y á veces hasta el espesor de las meninges?

Pero, volviendo á la metódica exposición de nuestro argumento, veamos el primero de la doctrina del neurón.

I. *El neurón es una unidad embriológica, esto es, deriva de una única célula embrionaria.*—La base de este concepto fundamental, así formulado por Waldeyer, está representado por los estudios clásicos de His, acerca del desarrollo de los elementos nerviosos y en particular de la formación de los neuroblastos, de cuyo estudio resulta que las fibras nerviosas deben considerarse como expansiones directas de los neuroblastos, que él consideraba como elementos independientes. No es superfluo recordar que estos resultados y el hecho esencial de la pretendida independencia de los neuroblastos, se basa sobre preparados obtenidos, en el embrión humano, con los métodos comunes de coloración; ahora bien, si en cambio tenemos en cuenta, que ya desde el 4º día de incubación, con la *reazione nera*, en el embrión del pollo se observan hechos sorprendentemente más finos y más complejos y que ya en este período se puede seguir el filamento que representa la prolongación nerviosa desde su punto de origen en el cuerpo de las células, seguir á través del esbozo del sistema central y fuera de éste, hasta el segmento muscular primitivo, está justificada la duda de que la supuesta independencia no corresponde sino á la imposible verificación de las íntimas relaciones eventualmente existentes. A pesar de todo, no sé si sea lícito atribuir al hecho un valor absoluto. Nadie ha podido hasta aquí, negar que existan relaciones entre los elementos nerviosos desde el período inicial de su desarrollo; dado que los mismos elementos sean en su origen independientes, no puede afirmarse que tal independencia se mantenga en lo sucesivo. Es una discusión que podría hacerse á propósito de otras categorías de elementos de nuestro organismo; por ejemplo, las células epiteliales del estrato de Malpighi de la epidermis, fueron consideradas hasta hace poco, como tipo de elementos independientes; en cambio, mediante los nuevos métodos de coloración ¿quién no está en condiciones de verificar que tales células hállanse entre sí en la más íntima conexión, mediante fascículos de fibrillas que pasan de una á otra? Es el caso de preguntarse: ¿se trata de conexiones primitivas ó bien de conexiones sucesivas, formadas durante el desarrollo?

La respuesta no es fácil. Respecto á la cuestión de la unidad del neurón referente á la embriología, podrían tener importancia directa ó indirecta, por una parte los estudios sobre el origen pluricelular de la célula nerviosa (Capobianco-Fragno) por la otra, aque-

llos acerca de la derivación de las fibras nerviosas de cadenas de células (Balfour — Beard — Dohrn — Raffaelli — Bethe, etc).

Estos estudios resultarían contrarios á la doctrina del neurón; pero respecto á la teoría del origen pluricelular de las células ganglionares, los hechos presentados para su sostén, no son demostrativos; por lo que respecta al origen de la fibra nerviosa, de las cadenas de elementos, téngase presente, aunque el argumento sea de valor indirecto, los estudios que he visto emprender en mi laboratorio sobre la regeneración de las fibras nerviosas (Perroncito), de los cuales resulta que las fibras de nueva formación derivan constantemente de fibras nerviosas preexistentes, teniendo relaciones con la célula de origen y no con las suspuestas cadenas celulares periféricas.

Después de haber declarado que no puedo tener en cuenta los resultados de orden histogenético sobre el origen pluricelular de las fibras nerviosas y de los elementos ganglionares, como argumentos contrarios á la teoría del neurón, debo añadir que los resultados de recientes estudios, con los cuales, en oposición á la doctrina de la regeneración autógena, se demuestra el origen central de las fibras nerviosas regeneradas, yo no puedo atribuirle un valor demostrativo en favor de la misma teoría.

No creo que los últimos estudios justifiquen una afirmación más amplia de la que va incluida en la frase: origen central de las fibras nerviosas; esta frase está lejos de significar el origen de cada fibra de una célula correspondiente como se debería admitir para que los resultados proporcionen argumentos en favor de la doctrina del neurón. Basta, al respecto, tener en cuenta las complicadas conexiones que las fibras nerviosas en general, no excluyendo las motrices, contraen en los órganos nerviosos centrales mediante sus colaterales. Este es el resultado que arrojan mis estudios, sobre los que insistiré en breve.

Finalmente, volviendo á los criterios que pueden deducirse de los estudios histogenéticos, no creo del caso detenerme sobre afirmaciones, que como las de Joris, admiten el origen de los fascículos, independientemente de la célula, y el englobamiento sucesivo de aquellos proveniente de ésta; ni es posible que yo tome en consideración los incomprensibles resultados de Besta, tanto más cuanto que ellos no encuentran apoyo en los conocimientos fundamentales acerca de la estructura fina del sistema nervioso.

Con lo expuesto, se justifica la afirmación de que en el estado actual de los conocimientos referente á la histogenesis del sistema nervioso, no es posible afirmar que lo conocido acerca del origen de las células nerviosas vale como cimiento de la pretendida independencia embriológica de la célula nerviosa.

II. *El neurón también, en el estado adulto, es una unidad celular independiente.* — Refiriéndonos á la época en que se difundieron los resultados de la coloración negra, no es difícil comprender como ellos dieron fundamento á la idea de que todo el aparato nervioso elemental deba considerarse como una unidad anatómica independiente.

Si pensamos en uno de los preparados de la reacción del nitrato de plata, donde las células nerviosas, se presentan salientes y diferenciadas, provistas de numerosas prolongaciones que pueden seguirse hasta una gran distancia de la célula de origen, sin sorprender anastomosis; donde las mismas células demuestran la presencia constante de un único prolongamiento funcional, diferenciado de los demás — el prolongamiento nervioso — si tenemos en cuenta todo esto, se puede fácilmente comprender como los estudios de aquel tiempo hayan impuesto la idea de la unidad celular.

Pero ya los conocimientos no eran tan simples, ni tan limitados, como pudiera creerse.

Recordaré que, respecto al modo como se comporta la prolongación nerviosa, distinguí dos categorías de células, á las cuales, por razones que me reservo hasta tratar el significado fisiológico, di simplemente el nombre de células de primero y de segundo tipo.

Llamaba de primer tipo, á las células cuya prolongación nerviosa, después de suministrar un número más ó menos grande de colaterales, conservando siempre la propia individualidad, en la mayor parte de los casos, continua en el cilindro-eje de una fibra nerviosa medulada; las de segundo tipo eran aquellas cuya prolongación nerviosa veía subdividirse indefinidamente, hasta perder la propia individualidad, extendiéndose en un espacio indeterminado hasta no poder demostrarse la delimitación de sus confines.

Se me impugna el hecho de haber referido los dos tipos de células á la función motora y á la función sensitiva, sin considerar que ambas hállanse mezcladas en las mismas provincias del sistema nervioso. La observación tiene su importancia del punto de vista de la teoría del neurón; así por la verdad histórica y por la cuestión que debo discutir, se impone la necesidad de recordar los hechos, tales como fueron por mí descritos.

Con una insistencia que pecaba de excesiva, hice notar la necesidad de hallar un criterio que pudiese dar un fundamento seguro á aquel juicio.

Repetidas veces he declarado que sería muy fácil determinar qué función incumbe á una y otra categoría de células si existieran regiones en el sistema nervioso central en las que sólo se hallaran células de uno ú otro tipo y que estas zonas fuesen asiento exclusivo de fenómenos sensitivos ó motores. Pero ambas categorías de células están distribuídas y mezcladas en todas las provincias del sistema nervioso central; aun en la llamada zona motiva ó motora (zona de Rolando) de la corteza cerebral, á la que se trata de atribuir una función esencialmente motora, es también asiento de acciones sensitivas; lo propio ocurre con las circunvoluciones occipitales de quienes la fisiología no pudo establecer si son el asiento de funciones exclusivamente sensitivas. La medula espinal se prestaría mejor á la solución del problema si, (como se tendía á admitir) los cuernos anteriores fuesen puramente motores y los posteriores sensitivos; pero también esta distinción no tiene un valor absoluto y no resiste ni al control anatómico, ni al fisiológico. Fibras de las raíces anteriores pasan á los cuernos posteriores; otras de las posteriores avanzan

hacia los cuernos anteriores y por lo tanto se podrá hablar de una función prevalente, pero no exclusiva.

Si nosotros, dando por así decirlo, vuelta á la cuestión, tratamos de establecer si por ventura las fibras, cuya función no es discutida, presentan en sus relaciones con los centros algunas diferencias y á tal fin dirigimos nuestras investigaciones acerca de las fibras anteriores y posteriores, revelaremos los hechos siguientes, característicos y de notable importancia: 1º Que los cilindraxos de las raíces anteriores, suministrando escasas ramas colaterales, se continúan con el prolongamiento nervioso de una célula. 2º Que el cilindraxo de las fibras de las raíces posteriores, entrando oblicuamente en la substancia gris, subdividiéndose á breve distancia, se reducen á fibrillas de inconmensurable finura, las que mediante sucesivas divisiones, van á perderse en la red difusa de la substancia gris.

Basándome en estos datos he podido afirmar que las fibras sensitivas y las motoras de la medula espinal, se comportan de un modo opuesto; no se traspasan los confines de una rigurosa reserva al suponer que lo que se verifica para las fibras sensitivas y motoras en las raíces de los nervios espinales, corresponda á un hecho general respecto á todas las categorías de fibras nerviosas, que tienen un idéntico modo de comportarse. Las relaciones ó uniones directas, no aisladas, de las fibras nerviosas con las células ganglionares serían características de las fibras motoras; las relaciones indirectas, con la intromisión de la red difusa, serían propias de las sensitivas.

Teniendo en cuenta tales hechos, he podido decidirme á considerar como motoras las células que están en relación directa con las raíces anteriores y verosíblemente de naturaleza motoras ó psico-motoras, las células de las otras regiones del sistema nervioso que tienen análogo modo de comportarse. Con menos decisión y limitándome á declararla como simple hipótesis, he podido considerar como de naturaleza psico-sensitivas ó sensitivas á las células nerviosas del segundo tipo; aun más, con respecto á esta categoría de elementos me he atenido gustoso á la denominación de células del segundo tipo, precisamente porque ésta, sin comprometer la interpretación fisiológica, expresa tan solo la idea anatómica de una relación más íntima y directa que tienen estos elementos con la red nerviosa difusa, en la cual su prolongación funcional pasa totalmente, perdiendo su propia individualidad.

En todo lo que hasta aquí he expuesto, va incluída la afirmación del hecho anatómico, para mí de fundamental importancia en los juicios acerca del modo de funcionar del sistema nervioso; el de la red nerviosa difusa, que repetidas veces he mencionado en mi sintética exposición.

La existencia de esta red, cual verdadero órgano nervioso, que se encuentra en todos los estratos de la substancia gris del sistema nervioso central, aunque con modalidades un poco diversas en las varias provincias, había sido por mi reconocida algunos años antes que la teoría del neurón hiciese su triunfal ingreso en la ciencia.

Lo que me pareció desde luego esencial del punto de vista de lo

que la red significa como órgano fundamental en la función del sistema nervioso, fué el modo de formación de la misma red. Repitiendo mis antiguas afirmaciones declaro que en la constitución de la red nerviosa difusa, toman parte :

I. Las colaterales que emanan de la prolongación nerviosa de las células del primer tipo.

II. Las prolongaciones nerviosas de las células del segundo tipo en su totalidad, descomponiéndose de una manera muy complicada.

III. Las fibrillas que emanan de aquellas fibras nerviosas (fibras de la 1ª categoría) que van á ponerse en relación directa con las células ganglionares del 1er tipo.

IV. Muchas fibras nerviosas en totalidad, esto es, aquellas que identificándose á la prolongación nerviosa de las células del 2º tipo, descomponense en tenues filamentos y van perdiendo poco á poco su propia individualidad.

Respecto al valor que atribuí á la red, se me permitirá recordar que la consideré como un órgano importante en la función específica del sistema nervioso y como haya afirmado con insistencia, que se trata de una entidad anatómica bien concreta y no una simple hipótesis, hice descripciones de la red en las principales provincias del sistema nervioso, en la medula espinal, en el cerebelo, en la corteza cerebral, haciendo notar como ella se presenta algo distinta en las diversas regiones.

Hablando, por ejemplo, de la red difusa de la medula espinal, haciendo notar cómo también se hallan conexiones entre fibra y fibra, de manera que resulten redes ó mallas, no he creído superfluo señalar el hecho que frente á la complicación externa, á la intimidad de relaciones entre los filamentos de la red, cual lo veía en mis preparados, la conexión material, la fusión entre fibra y fibra no es necesaria para explicar las relaciones funcionales entre los diversos grupos de células y entre las diversas provincias del sistema nervioso central.

En presencia de un aparato reticular de tanta finura, como aquel que fué objeto de mi descripción en aquella época, en la cual las fibrillas, desprovistas del involucro aislador, representado por la mielina, recorren unas al lado de las otras, teniendo entre sí frecuentes y extendidos contactos, he declarado no ser el caso de que la continuidad entre las fibras de diversas proveniencias, deba considerarse condición *sine qua non* para la trasmisión de excitaciones entre sí; tales relaciones las juzgué más que suficientes para la trasmisión difusa en todo sentido.

Ya entonces acepté el concepto de Forel, quien después de haber considerado mis estudios, teniendo en cuenta las finas é íntimas relaciones, declaraba « que cada vez menos comprendía, por que una recíproca conexión por continuidad de las finísimas ramas de los elementos nerviosos, deba considerarse siempre como un postulado necesario para explicar la trasmisión nerviosa ».

En la *réclame* que hasta aquí yo hiciera de la red, en el modo de

su constitución y sobre todo en el hecho de que en su formación toman parte todos los elementos nerviosos del sistema central, en la manera que analíticamente he recordado, está incluida la demostración de la continuidad anatómica y funcional entre las células nerviosas; ahí estriba la razón de la imposibilidad en que me hallé para inclinarme á la idea de la independencia de cada célula nerviosa, independencia que es el fundamento de la doctrina del neurón.

Al hablar de las relaciones de continuidad entre las células y las fibras nerviosas, debo llamar la atención sobre la *Fascia dentata* del gran pie del hipocampo, que se presta á ilustrar las relaciones de continuidad entre las células y las fibras nerviosas y para documentar la acción de conjunto de las células nerviosas, así definida por mí, en oposición á la afirmada acción individual. Las pequeñas células nerviosas que constituyen el elegante y característico estrato de la *Fascia dentata*, mientras envían sus prolongaciones protoplasmáticas, escasamente ramificadas, hacia la superficie de aquella rudimentaria circunvolución, emiten desde el polo opuesto, un delgadísimo prolongamiento nervioso; éste, á poca distancia del cuerpo celular, á lo menos para la gran mayoría de las células, se subdivide en filamentos de inconmensurable finura dando lugar á la formación de una zona reticulada; por otra parte, un fascículo de fibras, bien individualizado derivado de la fimbria y del estrato medular, que reviste la superficie ventricular del pie del hipocampo, se dirige hacia la *Fascia dentata*.

Las fibras de este fascículo, llegadas á la proximidad del estrato reticular arriba indicado (hago notar incidentalmente que esta zona, con los comunes métodos, ofrece un aspecto finamente punteado, idéntico á la *Punktsubstanz* de los antiguos), se subdividen de una manera extremadamente complicada y se entrelazan con las ramas de los prolongamientos nerviosos de las células, formando en su unión, la zona reticulada. Así se forma la idea de que el estrato del retículo se halla interpuesto como un terreno común entre los prolongamientos nerviosos de las células por una parte y las fibras nerviosas por la otra. Todo, en estas relaciones, hablan en favor de la acción acumulativa del estrato de la *Fascia dentata* y contra toda acción individual de las mismas células.

Al afirmar que la red nerviosa difusa (esto es, exclusivamente formada por filamentos demostrables nerviosos por su derivación de las prolongaciones nerviosas de las células del primero ó del segundo tipo y por fibras, reconocidas seguramente como nerviosas por los clásicos caracteres conocidos) representa el órgano, mediante el cual se efectúa la unión entre las diversas partes del sistema nervioso y entre las diversas actividades funcionales concernientes al mismo sistema, no he podido desligarme y dejar de tener en cuenta la discusión doctrinal acerca de la idea que las células nerviosas sean exclusivamente consideradas como los centros primitivos, donde se desarrollan las actividades específicas fisiológicas del sistema nervioso.

Recuerdo, con este motivo, como Nansen, basándose en estudios verificados en los animales inferiores, hubiese opinado que, no las

células ganglionares, sino el plexo de fibrillas, sea el verdadero órgano de la actividad específica nerviosa; esta idea ha sido recientemente sostenida por Bethe, quien no ha trepidado en escribir «que la doctrina que atribuye á las células ganglionares el significado de centro de la actividad específica nerviosa, no es sino una especulación morfológica, en favor de la cual falta toda prueba demostrativa, mientras que le son francamente contrarios ciertos hechos.» Mas, sobre este tema no quiero detenerme, juzgando escasos los datos que poseemos para fundar discusiones. En la controversia tocante á la doctrina del neurón, tienen especial importancia las prolongaciones protoplasmáticas, celulípetas, según la doctrina de la polarización dinámica.

Respecto á esta categoría de prolongaciones, después de haber demostrado que debió excluirse la idea de Gerlach, de que subdividiéndose, pasen á constituir una red nerviosa; después de haber negado la existencia, como ley de las anastomosis directas, me he preocupado del problema, en su manera final de comportarse.

Acerca de este punto, sin pronunciarme por el momento sobre esta cuestión, debo recordar un hecho observado en muchas categorías de células; esto es, que las mismas prolongaciones, después de mayor ó menor número de subdivisiones, una gran parte, en el cerebro y en el cerebelo, van al borde extremo de las circunvoluciones donde terminan en una hinchazón ó ensanchamiento redondo á forma de pera, más ó menos visible, ó bien terminan adosándose á la adventicia de un vaso. No es difícil observar como tales botones vayan más allá, á veces, de los límites de la misma circunvolución llegando hasta los vasos meníngeos. Es un hecho que he observado desde el principio de mis estudios y que se me ha presentado toda vez que con ulterioridad he querido constatarlo; es especialmente en el cerebelo de pichones que puede observarse tal disposición. Delante de este detalle, me pregunto si no es lógico pensar que los prolongamientos protoplasmáticos representan también la vía de nutrición de los cuerpos celulares.

Llegado á este punto, se me permitirá agregar, que la idea del significado nutritivo, encuentra apoyo en el hecho bien conocido de cómo se comportan los vasos sanguíneos respecto á las células nerviosas no provistas de tales prolongaciones: con estas células los vasos sanguíneos tienen relaciones excepcionalmente íntimas. Las células gigantes del *Lophius piscatorius* están, en su mayor parte, desprovistas de prolongaciones protoplasmáticas y en ellas se nota una verdadera invasión de vasos sanguíneos, que se hunden en el campo celular, llegando á veces hasta la proximidad del núcleo; están, también, desprovistas de prolongaciones protoplasmáticas las células de Deiters en la base de las eminencias bigéminas y su cuerpo está estrechamente circundado de un verdadero canasto de capilares sanguíneos. La interpretación propuesta por mí, respecto de la función de los prolongamientos protoplasmáticos, encuentra su confirmación en algunos datos anátomo-patológicos y en los resultados de investigaciones experimentales que, referentes á este argumento, se han hecho.

En un trabajo sobre las alteraciones en los órganos nerviosos centrales (caso de corea), he llamado la atención sobre el hecho de que la degeneración calcárea, de que en este caso estaban afectadas las células de Purkinje del cerebelo, no interesaba igualmente á todo el elemento atacado, pero encontrábase mucho más difundida en las finas y periféricas ramas de las prolongaciones protoplasmáticas, más que en los gruesos troncos, en el cuerpo celular y en el prolongamiento nervioso. Ya entonces decía que tal hecho parecía relacionarse con la manera de invadir de la degeneración; iniciándose en la periferia parecería indicar que su marcha se dirigía luego, á las últimas ramas de los prolongamientos nerviosos protoplasmáticos y desde allí á las partes más centrales. En el campo experimental figuran los trabajos de Monti sobre el embolismo cerebral; de estos trabajos resulta, que estudiando con la *reazione nera* los focos de reblandecimiento producidos por la oclusión embólica de pequeños vasos cerebrales, se observa que la alteración de las células nerviosas (atrofia varicosa) se inicia desde la extremidad de las dendritas y precisamente en aquellas que están en la dirección del vaso ocluido y que el prolongamiento nervioso sólo se altera muy tarde, después que el proceso degenerativo progresando á lo largo de las prolongaciones protoplasmáticas, ha llegado á alterar el cuerpo de la célula.

Dicho esto, tengo derecho á recordar que toda vez que he hablado de la función de las prolongaciones protoplasmáticas, he declarado también, que ellas pueden participar de la función específica que se supone ejercida por la célula nerviosa. Siempre he manifestado que desde el momento que las prolongaciones protoplasmáticas son directas emanaciones del cuerpo de la célula nerviosa, de la cual reproducen la estructura, se debe también admitir que las prolongaciones mismas participan de la función específica de la substancia de la célula. No ignoro que esta parte de mis estudios han sido insistentemente objetados. Acerca de este argumento, figuraron sobre todo las llamadas espinas, de que están provistas las prolongaciones protoplasmáticas, á las cuales se ha atribuído un significado funcional importante y acerca de las cuales la literatura científica registra numerosos trabajos, aun del punto de vista tendiente á demostrar las modificaciones que ellas sufren en las distintas condiciones de actividad y reposo, de sueño y de vigilia, etc.

Si considero que semejantes formas se encuentran, no sólo en las prolongaciones protoplasmáticas, sino también en las células de neuroglia y en la prolongación nerviosa, se comprenderá como por encima de toda apreciación sobre el valor de las experiencias, no haya podido atribuir á tales hechos, un valor demostrativo respecto á la interpretación de la función de las prolongaciones protoplasmáticas en el sentido de conductores celulípetos. Mantengo la descripción que hice de un revestimiento en torno de las células y de las dendritas, revestimiento que á veces asume un aspecto reticular; declaro que mantengo la interpretación en el sentido de que se trata de un revestimiento de naturaleza no bien determinada, verosíblemente neuroqueratínico y tal vez en relación con las células de neu-

rogia. En cuanto á la estructura fibrilar observada en las prolongaciones protoplasmáticas, como en el cuerpo celular, otro argumento en favor de la doctrina de la conducción celulípeta de la misma prolongación, me ocuparé al tratar de los estudios de la estructura de las células nerviosas. Desde ya afirmo que el problema de la estructura de las células nerviosas y sobre todo del significado de las diversas formaciones que en tales elementos se pueden verificar, está lejos de estar resuelto. La faz moderna de los estudios del sistema nervioso, fué caracterizada, sobre todo, por la de las investigaciones acerca de la estructura de las células y es sabido que cada modalidad de estructura ha servido de argumento en pro ó en contra de la teoría del neurón. Respecto á este asunto, siento el tener que declarar que me es absolutamente imposible tomar en consideración algunas discusiones; salen del dominio anatómico y se refieren á afirmaciones que se substraen á toda posibilidad de control. Por ejemplo, no entran en el dominio anatómico, los datos de Nissl sobre el Centralgran; cuando veo que niega la red nerviosa sin haberse jamás puesto en condiciones de verificar su existencia; que no sabe de otra manera definir el Centralgran sino afirmando que se debe designar así todo lo que existe en el final de las fibras mielínicas y en las células; cuando veo que niega los resultados de la *vezione nera* en lo que se refiere á las colaterales de los prolongamientos nerviosos y de las fibras, debo considerar que las ideas de Nissl revolotean más en el campo de la especulación que en el de la anatomía. No puedo seguir las largas controversias que se han producido á propósito de lo que Bethe ha llamado retículo de Golgi (Golgi-Netz) refiriéndose á una formación, que he descrito, con apariencia de red y que nada de común posee con la verdadera red nerviosa difusa. Cuando veo que este retículo, puesto en relación con terminaciones sobre la superficie de las células y de los prolongamientos protoplasmáticos de fibrillas nerviosas de diversas procedencias, debo preguntarme cuáles son los hechos anatómicos demostrados sobre que se apoyan estas conclusiones. Así, de este modo puestos á un lado estos pretendidos resultados, debo apurarme en declarar que en el período moderno, los nuevos métodos de técnica aplicados al estudio de la estructura de las células nerviosas, en primera línea los de Cajal, han abierto nuevos horizontes en el conocimiento de la estructura interna de las mismas células. Pero, aunque tales procedimientos hayan conducido á resultados de maravillosa finura, todavía ellos no se combinan los unos con los otros, de tal manera que podría decirse que se trata de vías diversas, quizás convergentes, que podrán revelar el misterio de la célula nerviosa, pero que hasta ahora no han tenido un punto de encuentro. Por mi cuenta, después de tal afirmación, se comprenderá que todo lo que se ha dicho respecto al valor de las diversas estructuras observadas en las células ganglionares, en favor ó en contra de la teoría del neurón, creo que no es dado establecer deducciones en su pro ni en su contra.

Aparte de los estudios de Nissl sobre la substancia cromática y acromática, que también dieron margen á una rica literatura y

que si tuvieron importancia respecto á los estudios sobre las alteraciones experimentales ó anátomo-patológicas, no aportaron luz alguna acerca de la constitución de las células, una atención particular merecen los trabajos de Apathy, en cuanto que demuestran el pase de neuro-fibrillas de una á otra célula y la existencia de un retículo elemental difuso; significaría la demolición de la doctrina del neurón y la más precisa confirmación de la existencia de la red nerviosa difusa y de la doctrina que sobre este conocimiento se basa. Pero no dejo de comprender que los estudios de Apathy se verificaron en los invertebrados, con más precisión en los vermes y que relacionar esos datos á los vertebrados carece de fundamento, cual el mismo Apathy ha demostrado en sus mismos preparados. Esta negación de correspondencia entre células, puede también hacerse extensiva á los recientes estudios sobre la estructura fibrilar demostrada en las células nerviosas de los vertebrados. En línea cronológica aparecen primero mis estudios sobre lo que yo he llamado aparato reticular endocelular. He declarado con insistencia que el significado de estos aparatos es aún un problema sin resolución. Debo recordar, que tocante á las fibrillas de carácter seguramente nervioso, por mi encontradas, especialmente en la superficie de las células de la corteza cerebral, no puedo declarar si existe relación entre ellas y las fibrillas sucesivamente descritas por otros autores. Respecto á los aparatos reticulares, se imponen los interesantes resultados de Holmgren sobre lo que ha llamado espongioplasmos, canalículos endocelulares, etc. A mi modo de ver ambos hechos no coinciden; convencido que se trata de dos hechos distintos, estoy seguro que el eminente colega, continuando sus investigaciones, se adherirá á esa opinión. A los estudios mencionados, siguen los de Bethe y Donaggio, los cuales condujeron á la demostración de una estructura exquisitamente fibrilar de las células nerviosas. Los preparados de ambos autores, basados sobre un proceso en el cual se aplica un mordiente, antes de hacer obrar la substancia colorante, se corresponden fundamentalmente; pero, mientras que los estudios de Bethe tienden á poner de relieve la independencia de las fibrillas y por lo tanto de las supuestas vías de conducción, habiendo él afirmado la existencia de un pase directo de las fibrillas de un prolongamiento protoplasmático al otro, sin que se efectúen relaciones con las partes internas de las células nerviosas; Donaggio tiende, en cambio, á poner de manifiesto la penetración de las fibrillas en las partes internas de las células y la complicada y finísima disposición reticular de la porción perinuclear. No creo que las estructuras fibrilares de Bethe y Donaggio se puedan identificar con la estructura ilustrada por Apathy en las células nerviosas de los vermes; ni creo que se pueda, sin más, admitir que todas las fibrillas y las estructuras reticulares, más especialmente las internas que los dos autores anteriores han descrito, deban referirse á neuro-fibrillas y respectivamente á retículos de naturaleza nerviosa. Acerca de este argumento y de los resultados de Donaggio, recuerdo las con-

clusiones formuladas por Jaederholm, en los términos siguientes: «Según mi opinión, las formaciones reticulares de las células deben considerarse como productos artificiales determinados por aglutinamiento. Tales formaciones reticulares pueden ser también simuladas por el hecho, que el plasma coagulado bajo forma de retículo, se colorea conjuntamente con las fibrillas; esto se verifica con mucha frecuencia en el método de Donaggio, rara vez con el de Cajal y rarísimamente con el de Bethe y de Bielschowsky».

En este orden de investigaciones, ocupan un lugar eminente los clásicos resultados obtenidos por Cajal, con su método del nitrato reducido; tales resultados representan lo que existe de más fino y de más importante sobre este argumento, aun por la facilidad de su demostración. La demostración de la estructura fibrilar con el método de Cajal, se logra con tal insuperable nitidez de detalles, que permite acompañar las fibrillas en su curso, ya en el interior de los cuerpos celulares, como en los prolongamientos. Entre otras ventajas del método, debemos mencionar que á diferencia de todo método precedente, él permite demostrar la estructura fibrilar en los elementos nerviosos de inicial desarrollo, en las primeras fases de la vida embrionaria. Es cierto que aun con este método de excepcionales resultados, no nos es dado establecer el agotamiento del problema de la estructura de las células nerviosas. Mientras no se combinen con los otros, que también representan conocimientos indiscutibles de la estructura de la célula nerviosa, hay que hacer notar que aun no está resuelta la cuestión de la manera de comportarse las fibrillas, nerviosas ó no, de las partes internas de las células y de los prolongamientos protoplasmáticos, ni tampoco las de las relaciones de las fibrillas con el aparato reticular que, como resulta de mis preparados, penetra y se extiende muy lejos en los prolongamientos protoplasmáticos; ni aun resulta claro el último destino ó uso de las fibrillas que recorren los prolongamientos protoplasmáticos.

III. *El Neurón es una entidad fisiológica independiente.*—La doctrina de la independencia fisiológica del neurón, cual afirmase que está contenida en germen en la ley de Waller y en los datos sobre las degeneraciones sistemáticas, ha tenido su extrínseca manifestación y aplicación en la genial doctrina de la polarización dinámica. El argumento que se ha querido encontrar en la ley de Waller á mi juicio, no tiene valor. ¿Con qué fundamento se podría afirmar que la ley de Waller sea aplicable á la unidad celular? ¿Cómo se podría excluir que las generaciones secundarias, en cambio no estén en relación, como yo siempre he sostenido, con una acción de conjunto de provincias más ó menos extendidas del sistema nervioso? Por otra parte, yo creo que la ley de Waller no se pueda hacer valer, como argumento de algún valor, contra la idea de la existencia de íntimas relaciones entre las células nerviosas, mediante la red nerviosa difusa.

En cuanto á la doctrina de la polarización dinámica, es evidente que se sustrae á un directo análisis de orden fisiológico; no es

más que una de las expresiones del concepto fisiológico, la cual, como lo hemos hecho notar, no excluye á otras.

La doctrina de la independencia funcional del neurón habría podido encontrar un apoyo indirecto en los estudios de las llamadas localizaciones cerebrales, dado que el concepto de las localizaciones se hubiese mantenido en la forma inicial, la de que precisas funciones de sensaciones ó movimientos, correspondieran á bien determinadas regiones del cerebro. Pero hoy las ideas sobre las localizaciones cerebrales se han modificado. Aparte de los datos experimentales, los que han puesto de relieve las posibles sustituciones, las compensaciones, lo indeterminado de los confines de las zonas centralmente excitables; del punto de vista exclusivamente anatómico, asoma una cuestión que le es contraria, que yo desde el iniciar de mis estudios, después de haber demostrado la existencia de las ramas colaterales de las fibras nerviosas y del prolongamiento funcional de las células ganglionares escribía: «respecto de las deducciones fisiológicas, merece especial mención, el hecho de que, el modo de comportarse de las fibras nerviosas y de las fibras que emanan de los prolongamientos nerviosos, se verifica del modo más apto para una mayor complicación, extensión y estrechez de relaciones entre las fibras nerviosas que entran ó salen de los centros y de las células nerviosas».

Considerando estas relaciones, podemos estar convencidos que, por ejemplo, una sola fibra nerviosa puede estar relacionada con un número infinito de células nerviosas y con partes muy diversas, entre sí lejanas, de los centros nerviosos. Refiriéndonos directamente á la doctrina de las llamadas localizaciones cerebrales, sin entrar en la exposición analítica hecha por mí en mis trabajos precedentes, tanto más que está documentada por una serie de cuadros, en los que está demostrado la ausencia de todas las condiciones anatómicas, que se pueden suponer necesarias para dar fundamento al concepto fisiológico de las localizaciones, deberé, sin embargo, recordar, que basándome en aquellos datos, yo he resumido mi modo de ver, así: «... sin embargo, declarando inadmisibles las áreas exactamente limitadas, para la exclusiva distribución central de las fibras nerviosas, creemos todavía deber admitir que existan territorios de prevalente y más directa distribución de las fibras. Con estos territorios, las fibras nerviosas derivantes de la periferia ó dirigidas hacia ésta, tendrían una conexión más directa y más íntima que no con otros territorios, ó inmediatos y limitrofes ó lejanos con los cuales están en relación». Es superfluo decir, que hablando de territorios preferentes de distribución, se sobreentiende que ellos se confunden con las otras regiones hacia las cuales van preferentemente á distribuirse otros fascículos. Estas observaciones de orden anatómico se pueden, respecto á las localizaciones, casi integralmente traducir en un raciocinio patológico. Respecto á la función específica del sistema nervioso central, que repetidamente he eludido, que ella está ligada pues á la organización de los centros nerviosos, no he podido menos que participar de la idea de que la fun-

ción específica central esté en relación, no á particularidades de organización central, sino á la especificidad de los órganos periféricos destinados á recoger y á transmitir las impresiones, ó bien á la estructura de los órganos periféricos donde los estímulos centrales van dirigidos.

La exposición necesariamente sintética hecha por mí, respecto á la doctrina de la neurona, me lleva al punto de partida, esto es, que ninguno de los argumentos sobre los cuales Waldeyer ha basado la individualidad é independencia del neurón, puede resistir la crítica. Hemos visto como se desvanecen los datos de orden embriológico, como ninguno de los argumentos anatómicos, particularmente ni en su conjunto, ofrezcan una base suficiente á la misma doctrina, ya que todos los hechos que se han presentado á nuestro examen, respecto al prolongamiento nervioso, á los prolongamientos protoplasmáticos, respecto á la estructura del cuerpo de las células, han encontrado mejor interpretación en otro sentido. Otro tanto digo de la afirmada independencia fisiológica. Como se ha dicho, respecto al mecanismo funcional, lejos de poder aceptar la idea de la independencia funcional de los diversos elementos nerviosos, no he hallado un motivo para alejarme de la idea expresada con insistencia, de que las células nerviosas, más que una acción individual, desarrollan una acción de conjunto, de manera que muchos grupos de elementos ejercen una acción acumulativa sobre los órganos periféricos, por intermedio de fascículos de fibras; se comprende que este concepto, supone también el de una acción inversa de las funciones sensitivas. Por cuanto pueda chocar contra la difundida tendencia individualista de los elementos nerviosos, no me puedo substraer á la idea de una acción unitaria del sistema nervioso, ni me preocupa si me acerco á un concepto antiguo. Mi observación del pie del hipocampo, documenta de una manera objetiva ó casi esquemática, esta manera mía de considerar y comprender la acción de las células de las diversas provincias del sistema nervioso. (1)

CAMILO GOLGI.

(De la Universidad de Pavía).

(1) Debemos esta colaboración, á los buenos oficios del doctor Nicolás Roveda, asistente honorario del Instituto de Histología, dirigido por el prof. Golgi.