

CAJAL

SU PERSONALIDAD,
SU OBRA,
SU ESCUELA

POR

CARLOS M.^A CORTEZO

PRESIDENTE DE LA REAL ACADEMIA NACIONAL
DE MEDICINA
ACADÉMICO NUMERARIO DE LA ESPAÑOLA



MADRID
1922

CAJAL

SU PERSONALIDAD

SU OBRA

SU ESCUELA

CARLOS M. FUERTES

SANTIAGO DE RAMÓN Y CAJAL

y

SU OBRA

B. 9. de Soria



C. 121485
D-2 23936

D-2
23936

CAJAL

SU PERSONALIDAD
SU OBRA
SU ESCUELA

POR

CARLOS M.^a CORTEZO

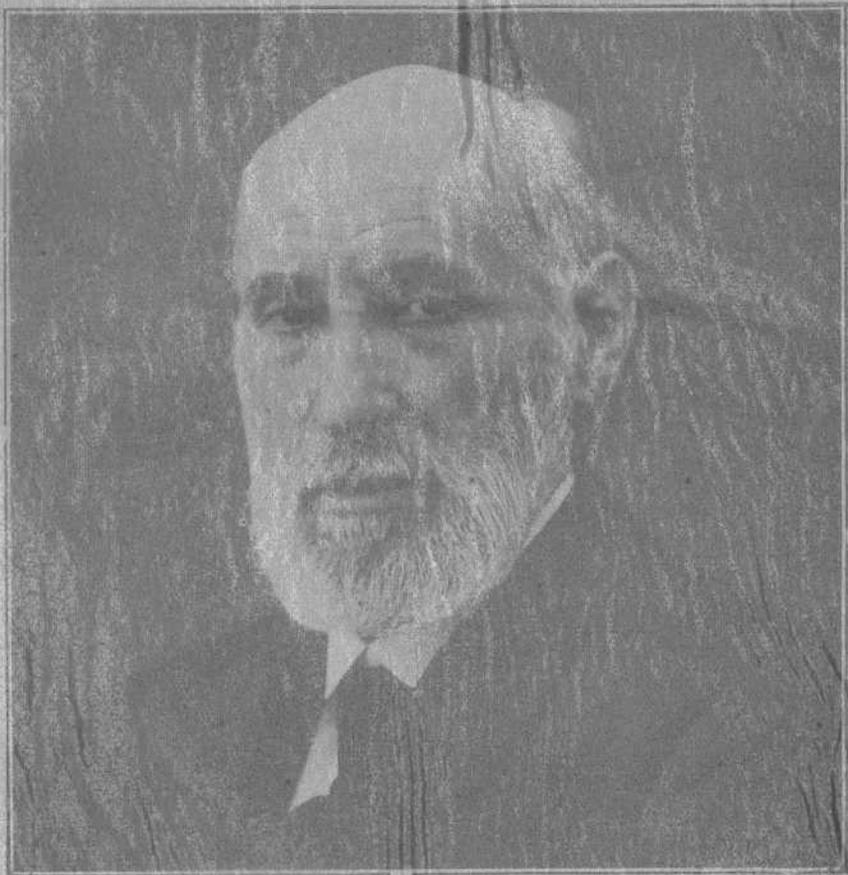
FRESIDENTE DE LA REAL ACADEMIA NACIONAL DE MEDICINA
ACADÉMICO NUMERARIO DE LA ESPAÑOLA



BIBLIOTECA PÚBLICA DE BOHIA
SECCION DE PRESTAMO

M1304.

MADRID
IMPRESA DEL SUCESOR DE ENRIQUE TEODORO
Glorieta de Santa María de la Cabeza, núm. 1.
1922

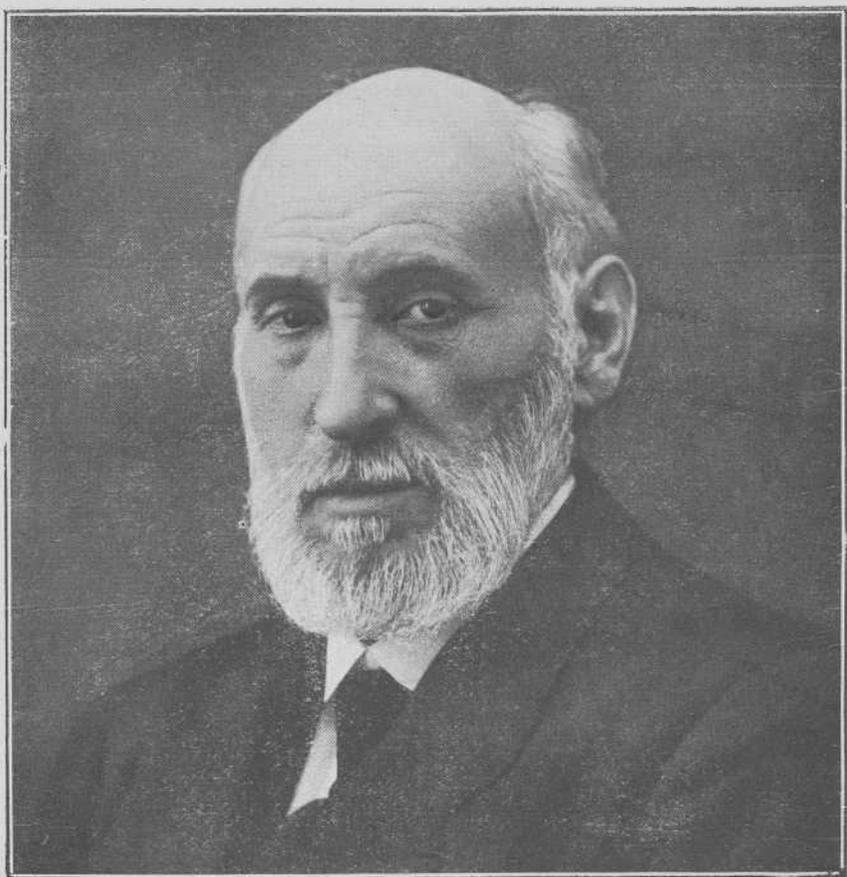


A mi ilustre y querido amigo
el Sr. Cortés.

en testimonio de admiración
gratitud y afecto

J. Ordoñez Cajal





A mi ilustre y querido amigo
el Sr. Parker.

en testimonio de admiración
gratitud y afecto

J. Bramon Cayal



ADVERTENCIA

El producto de la venta de los ejemplares que constituyen la edición de esta obra se dedica á engrosar el fondo de sostenimiento del Instituto Cajal de investigaciones biológicas.

Cúmpleme hacer público mi agradecimiento, por su inteligente colaboración, á mi joven amigo D. Emilio Luengo y á mi hijo D. Francisco Javier Cortezo, colaboración más trabajosa que las habituales por el especial estado de mi salud y medios físicos.

Madrid, Mayo de 1922.

ADVERTENCIA

El propósito de la venta de los ejemplares que
constituyen la edición de esta obra se dedica a
apoyar el fondo de sostenimiento del Instituto
Cajal de Investigaciones Biológicas.

Quisiéramos hacer pública en agradecimiento,
por su inteligente colaboración, a un joven amigo,
D. Emilio Langa y a su hijo D. Francisco Javier
Langa, colaboración más trabajosa que las habituales
por el especial estado de mi salud y familia.

Madrid, Mayo de 1933.

Siempre he sido ambicioso; codicioso, jamás.

Los anhelos de mi ambición en las esferas inspiradoras de mis ideales, me han llevado á extremar los deseos de prosperidad de hombres y de pensamientos, no tan sólo en la relación egoísta de la personalidad, sino en la generalización del triunfo ajeno, que después de todo es también propio para los verdaderos y puros partidarios del progreso científico y de los prestigios de la Patria.

El estímulo por llegar á la realización de hechos y á la consecución de obras y empresas que pudieran elevar mi nombre entre los que la Humanidad ensalza y respeta, ha movido y aun inquietado las actividades atáxicas de mi espíritu, las locas fantasías de mi juventud y hasta los convencimientos y propósitos de mi vejez; pero jamás se ha mezclado con tales alicientes la sed inextinguible que no repara en medios para verse saciada, ni me ha acuciado el mal sano deseo de que mis auges fuesen obtenidos á expensas de mermas ajenas.

¡Ay del hombre que no siente la emulación ge-

nerosa; pero ay de aquel que aspira á la soledad en el altura y al monopolio en el triunfo!

¿Cuándo podrá ser más agradable la convivencia que en el reposo de la jornada coronadora del esfuerzo, entre los afines en la aspiración al verse alejados de los inoportunos y los incapaces de comprensión?

Los que llegan al fin de su propósito, claro está que las más veces garantizan su valor con el hecho de haber llegado y son, por tanto, sociedad apetecible, aunque pasajera, pues ellos continúan su ascensión, dejándonos á los que sólo parcialmente pudimos recorrer el camino de la anhelada meta.

La compañía sociable puede distraer en el objeto y aun estorbar á los fines en el comienzo de la subida, pero es estimable al ganar las cimas, porque consiente comunicar y recibir las impresiones del panorama conquistado, del esfuerzo que se realizó y de los medios que á otros podrán servirles para recorrer y aun facilitar el camino.

Narrar las excelencias del triunfo, es tomar en él una parte que no puede escatimar á la plausible hidalguía del esfuerzo lo que negó con justicia la insuficiencia de la propia capacidad.

No puede dudarse que el historiar, puntualizar aclarándolos y propagar los merecimientos de los investigadores, las conquistas y los avances de la Ciencia que ésta no reveló á nuestra insuficiencia ó á nuestra pereza, no puede discutirse, decimos, que sea una manera de asociarse á tan altas obras. Es un complemento, todo lo modesto que se quiera pero que si no es siempre necesario, nunca es inú-

til; si puede parecer ocioso y redundante á juicio de los eruditos y enterados, será sin duda conveniente, práctico y provechoso para la generalidad de los estudiosos que no tuvieron tiempo ó descuidaron su empleo en la puntualización de las obras del genio, cuando éste ha trabajado en esferas que no son las frecuentadas por la habitual investigación, ni ofrecen atractivos á los primeros anhelos del vulgar deleite.

El que conociendo la excelencia de una obra, no tomó parte en su colaboración por propia incapacidad, aunque siente noble y sincera admiración por el que la llevó á cabo, lo menos que puede hacer es ayudar á que la obra sea conocida más que *de oídas*, facilitando su asimilación á los que en resumen quieran tener de ella idea y estimulando el deseo de llegar á su completo dominio en los que á él quieran ó deban llegar.

Muchas veces, cuando personas imperitas preguntaban: «¿En qué consisten esos descubrimientos de Cajal, que ustedes admiran tanto y que parece que los extranjeros han acogido con general aplauso?», creía yo que se les podía contestar, si no de un modo detallado, de una manera sintética; pero las más de estas veces me he convencido de que la falta de preparación en la mayoría de la gentes y las deficiencias de cultura en las ciencias biológicas, les hacían no entender claramente toda la trascendencia de lo que se les trataba de explicar.

Esto, en cuanto á los imperitos, y al público en general; pero en cuanto á los médicos, aunque no en igual grado, les ocurría también que, no tenien-

do orientados sus conocimientos sino en el sentido de la práctica clínica ó de las especialidades, descuidaron sus estudios fundamentales de fisiología y de biología desde la terminación de su carrera, y si prestaban un aplauso de generosa predisposición al compañero, no se le daban con todo aquel convencimiento que el dominio de una materia por ellos no cultivada, les debiera inspirar.

Nuestro admirado compatriota recibía, pues, de buena parte de los compañeros y de todos los extraños un homenaje de buena voluntad; pero no de persuasión y de convencimiento. Los que desde hace tiempo le conocemos y admiramos; los que hemos oído en los más diversos países y de labios de los más esclarecidos sabios, las unánimes alabanzas que el conocimiento detallado de sus investigaciones han despertado, no podíamos darnos por contentos con eso. Es más, las generaciones de discípulos que por su cátedra han pasado, han recibido ya su enseñanza *condimentada y asimilable*; pero no han inquirido, en su mayor parte, los comienzos de sus conquistas, ni las asperezas de sus dificultades, ni las violencias de sus luchas, y no puede negarse que la posesión de una verdad científica no representa su completa estimación, sino cuando se ha pasado, siquiera sea por referencia, por toda su gestación y su embriología.

Hoy se presenta un buen motivo para, en la organización del homenaje que España entera prepara en honor de su hijo eminente, darle una modesta prueba de acatamiento mostrándole en los unos deseo de propagar la historia de su obra, en los otros,

afán por conocerla y compenetrarse con ella y en todos, en fin, unidos en un generoso propósito, el empeño de que esta obra continúe, de que el nombre de Cajal sea la bandera futura de la ciencia española, su ejemplo el inspirador de la conducta de los investigadores nacionales venideros, y su recuerdo en lo futuro, el orgullo y envanecimiento de nuestra raza.

II

De la personalidad de Cajal, de sus condiciones de pensador, de escritor, de artista y de patriota.

La figura de Cajal es muy compleja.

Anticiparemos un juicio, diciendo que resulta que Cajal es una adorable y excelsa incongruencia hecha hombre y dotada de palabra para honra de España, de la que él llama la España plena, musa de sus pensamientos, Norte de su espíritu, para la cual, sin él proclamarlo, se ve que ha nacido, ha vivido, vive y vivirá mientras tenga vida y después en el recuerdo inacabable de nuestros sucesores.

El estudio psicológico que resulta de asistir al desarrollo de la vida de Cajal, es de los más atrayentes y sugestivos. ¿Cómo de un niño áspero, rudo, indócil y voluntarioso, puede salir el hombre equilibrado, el investigador paciente, el pensador clarividente y el pedagogo transcendental que en Cajal admiramos? ¿Quién puede presumir que en el chicuelo que solamente aventaja á sus compañeros en la fabricación y manejo de la honda, en la construcción

de cañones que dispara, agujereándola, contra la puerta de un vecino, que provoca las iras del P. Jacinto con la estoica displicencia que él llama su adaptación al castigo, que escala tapias para burlar las condenas y abstinencia, que se hunde bajo capas de hielo en sus empresas de patinador, que desafía á labriegos y gañanes? ¿Quién puede, decimos, adivinar en cerebro y voluntad tan indisciplinada el germen de un espíritu de observador que permanecerá luego horas y horas clavado en el microscopio investigando la estructura de un tejido, la forma y evolución de una célula, ó los detalles de la vida de un organismo microscópico? Pues todo esto se ve, se siente y se vive en Cajal.

No encuentro incomprendible, con ser extraña, la metamorfosis de la crisálida del baturrillo semi-salvaje en eminente hombre de ciencia; lo que encuentro digno de estudio y de explicación difícil es que siempre en las vicisitudes de la azarosa infancia del chicuelo, en la juventud atormentada del médico militar en Cuba, en las dificultades y obstáculos opuestos al logro de sus aspiraciones justificadas, y en el pleno goce de una reputación mundial por pocos igualada, en todos estos momentos aparece y perdura el artista y el poeta, es decir, el hombre de la estirpe de Júpiter.

* * *

Para mí, como para todo el mundo científico, era Cajal una figura grande y aun excelsa; pero no me ruborizo al decir que yo no conocía á Cajal hasta la revelación por él hecha, como con natural descuido,

de su fondo psicológico de horizontes infinitos, de su gran corazón lleno de esfuerzos generosos, de su férrea voluntad, sólo domada por una benevolencia de superioridad que en todo momento ha sabido hacerse cargo de lo que los hombres y las circunstancias son, para no sentir contra ellos ni el rencor ni el despecho, ni el propósito más remoto de la represalia ó la venganza.

Lo más admirable en la vida de Cajal, es la alta generosidad, la magnanimidad desdeñosa ó indiferente con que pasa en las amarguras de su vida por los nombres y las personas que tales amarguras produjeron. ¿Es desdén? ¿Es olvido magnánimo del triunfador respecto á las vilezas que le retrasaron el triunfo? No. Es generosidad, es bondad de un alma sencilla que ha encontrado natural que cada ser obre, funcione y actúe como es y para lo que ha nacido. Cajal no gasta sus enojos contra gentes tales, y aun encuentra palabras de disculpa á su conducta; se diría que, poeta como lo es, se ha inspirado en aquel pensamiento de su hermano Lamar-tine cuando dice «que no quiere dejar tras de sí ninguna palabra hostil contra nadie. La posteridad no debe ser la cloaca de nuestras pasiones; debemos considerarla como la urna de nuestros recuerdos y no depositar en ella más que perfumes».

Siguiendo á Cajal en las narraciones de su infancia (1) la historia de los acontecimientos es interesante y atractiva como lo han sido pocas novelas

(1) Véase los "Recuerdos de mi vida", — S. Ramón y Cajal, segunda edición, 1917.

picarascas, y está en su primera parte impregnada, quizá sin darse cuenta el autor, en este tono y sentido, hasta el punto de que hace dudar á veces de si no es un relato de Lesage, Mateo Alemán, Quevedo, Hurtado de Mendoza...

Sigamos al áspero muchacho que se forma en aldeas aragonesas casi solo, sin más faro que le anuncie vida trascendental y científica que el austero ejemplo de un padre incomparable, amante de la ciencia, pero de la ciencia rígida y sin aroma del anatómico y cirujano, que no comprende que á su lado crece y se desarrolla el alma de un poeta y de un filósofo y que estima que el rocío del arte es agostador para las flores y sobre todo para los frutos de las ciencias de aplicación.

Sigámosle en la descripción del ambiente de su familia:

«La ley de herencia fisiológica da, de vez en cuando, bromas pesadas. Parecía natural que los hijos hubiésemos representado, así en lo físico como en lo mental, una diagonal ó término medio entre los progenitores; no ocurrió así desgraciadamente. Y de la belleza de mi madre, belleza que yo todavía alcancé á ver, y de sus excelentes prendas de carácter, ni un solo rasgo se transmitió á los cuatro hermanos, que representamos, así en lo físico como en lo moral, reproducción casi exacta de nuestro padre; circunstancia que nos ha condenado en nuestra vida de familia á un régimen sentimental é ideológico, monótono y fastidioso.»

«Porque, según es harto sabido, cada cual busca instintivamente aquello de que carece, y se aburre

y molesta al ver reflejados en los otros, iguales defectos de carácter, sin las virtudes y talentos que la Naturaleza le negó. A la manera del concierto musical, la armonía moral resulta, no del unísono vibrar de muchos diapasones, sino de la combinación de notas diferentes. Por mi parte, siempre he sentido antipatía hacia esas familias homogéneas, cuyos miembros parecen cronómetros fabricados por la misma mano, en las cuales, una palabra lanzada por un extraño provoca reacciones mentales uniformes, comentarios concordantes. Diríase que las lenguas todas de la familia están unidas á un hilo eléctrico y regidas por un solo cerebro. Afortunadamente, y en lo referente á nosotros, la heterogeneidad del medio moral, es decir, las condiciones algo diversas en que cada uno de mis hermanos ha vivido, han atenuado mucho los enfadosos efectos de la uniformidad psicológica y temperamental.»

«Pero no debo quejarme de la herencia paterna. Mi progenitor era mentalidad vigorosa, donde culminaban las más excelentes cualidades. Con su sangre me legó prendas de carácter, á que debo todo lo que soy: la religión de la voluntad soberana; la fe en el trabajo; la convicción de que el esfuerzo perseverante y deliberado es capaz de modelar y organizar desde el músculo hasta el cerebro, supliendo deficiencias de la Naturaleza y domeñando hasta la facilidad del carácter, el fenómeno más tenaz y recalcitrante de la vida. De él adquirí también la hermosa ambición de ser algo y la decisión de no reparar en sacrificios para el logro de mis aspiraciones, ni torcer jamás mi trayectoria por

motivos segundos y causas menudas. De sus excelencias mentales, faltóme, empero, la más valiosa quizá: su extraordinaria memoria.»

*
**

Veremos en Cajal aparecer dos aspectos dignos de preocupación en el estudio de su personalidad: el del creyente y el del patriota:

¿Es Cajal un creyente? De lo por él dicho se deduce la contestación afirmativa. ¿O es que la bondad infinita de su alma busca remedios, siquiera imaginarios, y la fe para los ásperos dolores de la realidad y la vida dolorosa?

En lo que no cabe vacilación ninguna es en el espíritu hondamente español, español pleno, español sin distingos de regiones, de egoístas aprovechamientos y de ingraticudes mal sanas. Cajal es un castellano y un aragonés, es decir, un español y un ibero, que no ve como ideal para su patria el que las tres cuartas partes de su península se sacrifiquen á la prosperidad artificiosa de una cuarta parte, para devolverla como recompensa del sacrificio el desconocimiento del bien recibido, el desdén infatuado y el insaciable egoísmo.

Escuchémosle cantar la vida de los esforzados aldeanos de Aragón y Castilla, y decir con arrebatado lirismo:

«¡Oh, los heroicos labriegos de nuestras mesetas esteparias!... Amémosles cordialmente. Ellos han hecho el milagro de poblar regiones estériles, de las cuales el orondo francés ó el rubicundo y linfático alemán huirían como de peste. Y, de pasada,

rechacemos indignados la brutal injusticia con que ciertos escritores franceses, catalanes y vascos (no todos por fortuna), y en general los felices habitantes de los *países de yerba*, desprecian ó desdeñan á los amojamados, cenceños, tostados, pero enérgicos pobladores de las austeras mesetas castellanas y aragonesa, como si tan humildes cultivadores del terruño nacional tuvieran la culpa de haber visto la luz bajo un cielo inclemente...»

Cierra las consideraciones del lugar de su nacimiento, lamentando con melancolía el que no volverá á él, con las siguientes palabras:

«Los lazos del afecto son harto flojos para llevarme á él, porque la atracción y el amor nacen del hábito, y se miden por la amplitud del espacio que las representaciones de los hombres y de las cosas ocupan en la memoria.»

«Ni sería razonable conceder excesiva importancia al hecho de haber casualmente nacido en una aldea de la montaña navarra; pues el hombre no es como la planta, que sabe á la tierra que le crió. El alma humana toma su sabor, digamos mejor su timbre sentimental, antes que de la tierra y del aire inorgánicos, del medio vivo, de la estratificación humana que alimentó las raíces de su razón y fué ocasión de las primeras imborrables emociones.»

* *

Su preocupación por el problema pedagógico resplandece en el análisis de las condiciones de educador de su padre.

Acompañémosle en sus razonamientos:

«Hay, realmente, en la función docente algo de la satisfacción altiva del domador de potros; pero entra también la grata curiosidad del jardinero, que espera ansioso la primavera para reconocer el matiz de la flor sembrada y comprobar la bondad de los métodos de cultivo.»

«Tengo para mí que desenvolver un entendimiento embrionario, gozándose en sus adelantos é individualizándolo progresivamente, es alcanzar la paternidad más alta y más noble, es como corregir y perfeccionar la obra de la Naturaleza, lanzando al mundo, poblado de seres vulgares y repetidos, una especie original, un temperamento *sui generis*, capaz de formar del mundo visión personal é inconfundible. Fabricar cerebros nuevos: he aquí el gran triunfo del pedagogo.»

¡Lástima grande que nuestros pedagogos de cartel no se muestren inspirados en ideas análogas! No sabemos si es ó no triste confesarlo; pero es lo cierto que son muy pocos los educadores que entiendan, aunque otra cosa digan, que la función educadora es obra de caridad y amor, y que sin la efusión nacida del fondo del alma, que inspira el sacrificio del propio bienestar, de la comodidad, de la tranquilidad y de los bienes materiales, ni hay educador perfecto ni hay sentimiento caritativo.

El pedagogo profesional será siempre incompleto. Podrá llegar á instruir, pero educará imperfectamente. El que el mal sea irremediable no es razón para que no se le señale. Al contrario, el juzgarle así puede producir el enorme beneficio de

apartar de la función docente á los que confunden una manera profesional de ganarse la vida con una vocación abnegada y dispuesta al sacrificio perseverante.

* *

En el carácter de Cajal, conforme se va estudiando, se ve que domina una nota que, tendencia en la niñez, es ya deleitosa complacencia en el hombre maduro. Es esta tendencia la de la soledad, la de la repugnancia al trato de las gentes, repugnancia en vano combatida por su voluntad, por el consejo de su padre y por la persuasión de la conveniencia. Veamos cómo él mismo se explica sobre este punto:

«Preciso es reconocer que hay un egoísmo refinado en rumiar las propias ideas y en huir cobardemente del comercio intelectual de las gentes. Ello aporta cierto deleite morboso, sólo disculpable en caracteres celosos de conservar su individualidad. Lejos de los hombres, nos hacemos la ilusión de ser completamente libres. Sólo la soledad nos pone en plena posesión de nosotros mismos. En cuanto un diálogo se entabla, nuestras palabras responden al ajeno pensamiento. Piérdese la iniciativa mental; las asociaciones de ideas sucédense en el orden marcado por el interlocutor, que viene á ser en cierto modo dueño de nuestro cerebro y de nuestras emociones. No podremos evitar ya en adelante que evoque con su cháchara indiscreta ó impertinente recuerdos dolorosos, que ponga en acción registros de ideas que quisiéramos enterrar en

las negruras del inconsciente. Y esa sensación de esclavitud perdura horas y horas. Pero lo más grave de esta vibración parásita del cerebro, es que turba las polarizaciones ideales útiles y nos distrae del trabajo.

¡Qué de veces acudimos en busca de distracción al café ó á la tertulia, y salimos con un abatimiento de ánimo, con una sedación de voluntad, que esteriliza ó imposibilita, y á veces por mucho tiempo, la cotidiana labor!

Síguese de aquí que solamente al hombre aislado y entregado á sus pensamientos le es dado gozar de calma inalterable y de un humor sensiblemente uniforme: no sentirá ciertamente en su rincón grandes alegrías, mas no sufrirá tampoco grandes tristezas.»

.....

Hay otros pasajes en que él expresa su deleite en permanecer solo, dibujando en los linderos de los caminos, trepando por las ruinas del Castillo de Ayerbe, siguiendo el curso del río Aragón y dando vueltas en su cerebro infantil á fantasías nebulosas, á mal determinadas aspiraciones, á sueños vagos que después habían de condensarse y cristalizar, sin darse él cuenta, en la formación de un carácter firme, bien determinado y entero.

Es admirable asistir en el estudio de la vida de Cajal, á la gestación del grande hombre, en el chucuelo aventurero y atrevido, para quien es molesto el trato de sus compañeros, mientras ese trato no tiene nada de travesura, indocilidad ó rebeldía; para quien es una pesadumbre la obligación de con-

versar con gentes extrañas y aun mayor la de tener que sentarse á la misma mesa que ellas.

¿Por qué era todo ésto? ¿Por huraña y áspera naturaleza del niño? ¿Por obscuridad de aquel cerebro en evolución? No. El fenómeno que se daba en Cajal sin que él lo advirtiera y sin que quizá su modestia le haya permitido todavía advertirlo, era el reflejo de un alto pensamiento que en germen y desarrollo rechazaba centrifugamente los desagradados del trato humano, esas interrupciones de la evolución psíquica que rompen el encadenamiento individual en su monólogo subjetivo, para someterle á las esclavitudes de las exigencias sociales que las más veces le truncan, le deforman ó le atrofian.

En los niños no es natural el amor á la soledad, porque tampoco es natural ó cuando menos no es muy frecuente el fenómeno del niño que ha de ser grande hombre y pensador original é ilustre. Pero el niño que siente en sí el germen de un carácter elevado, ama la soledad porque ella no interrumpe la línea recta de su formación. La soledad es la independencia, la soledad es la libertad, la soledad es la plena posesión de uno mismo, amada por instinto en la niñez, por deleite en la juventud, por reflexión en la edad madura. Nadie ha dicho ésto como Leonardo de Vinci: «Cuanto sarai solo, sarai tutto tuo».

Para poseerse, se encerraba Ramón en su soledad y así iba dándose la evolución formativa de su gran talento, sin que le interrumpieran en su acerada constitución ni las contrariedades de fami-

lia, ni las reyertas é insultos de sus ineducados compañeros, ni los latigazos del Padre Jacinto, ni las encerronas, que las más veces servían de aliciente á la reflexión y á los gustos de su espíritu investigador.

La soledad es el patrimonio de los espíritus elevados, ella es la primera maestra de la vida; mucho enseña la experiencia, el fenómeno real, el hecho inesperado, la atención despierta; pero mucho más enseña la reflexión en esa especie de recuento de las condiciones propias á que sometemos nuestro espíritu cuando en los primeros años de la vida buscamos voluntariamente la soledad.

La afición y el gusto del aislamiento del propio espíritu en medio de las contrariedades y de los accidentes de la vida, se nota en Cajal en todos los momentos; durante su infancia, por la diferencia de gustos, educación y aspiraciones con los muchachos que le rodeaban; en la adolescencia, por las disparidades del carácter y el disgusto de la forma de educación que los maestros le imponían; durante su estancia en Cuba, por las increíbles amarguras que su espíritu de patriota y de hombre recto padeció, y luego más tarde, en el accidentado período de sus aspiraciones al profesorado y de sus comienzos de investigador por cuanto tuvo que sufrir, dentro del medio adverso en que la evolución de sus talentos se realizaba.

A la soledad conducen dos caminos, impulsan dos sentimientos: la complacencia del goce en la plena y no perturbada personalidad, y el desagrado del contacto con las vulgaridades, las pequeñeces y

las estolideces ajenas. Por el primer camino nos conduce el instinto, por el segundo, la reflexión y el cálculo. Ambos proporcionan un mismo placer, el de la plena acción de la propia espontaneidad, pero ambos, aunque parezcan llanos, están llenos de asperezas, dificultades y decepciones que acarrearán la agria censura y el incomensurable afán que los hombres muestran por influir en las acciones de otro, cuando no aciertan á dirigir las propias.

En resumen: tendió Cajal á la soledad, cuando halló en ella un asilo contra las violencias del medio educativo y las severidades del ambiente familiar, y luego la amó porque en ella encontraba el contraste de su interior psíquico deleitoso, con el *secante* medio social que á todos rodea.

Cajal puede y sabría decir como Petrarca:

*Cercato ho sempre solitaria vita
Le rive il sanno, e le campagne e i boschi,
Per fugir quest'ingegni storti e loschi,
Che la strada del ciel'hanno smarrita.*

¿Es ésto misantropía? No. Se puede amar al hombre y sacrificarse por él hasta la abnegación; pero para sostenerse en esta noble tendencia es, con frecuencia, necesario tenerle á prudente distancia.

*
* *

El modo de reaccionar un carácter ante la pasión del amor según los momentos de la vida y las circunstancias, es la mejor prueba del temple del alma y de la ecuanimidad del carácter.

En ninguno de los numerosos diarios de hombres célebres que han pasado por delante de mis ojos, he encontrado modelo semejante al de Ramón y Cajal. Quizás únicamente haya encontrado otro que se le asemeja, el dulce Federico Amiel, á través de cuyas impresiones se vislumbra la del amor con una vaguedad dulce y tranquila que permite afirmar que en aquel alma sentimental, afectiva y romántica, no llegó, sin embargo, la pasión á los linderos ardientes del frenesí y á las veleidosas incorrecciones que en Rousseau, por ejemplo, asombran por el contraste del resto de su vida.

Merece que le oigamos, siquiera, alguna breve consideración sobre este punto:

«Para un soñador impenitente, despreciador del vil metal y de todos los prejuicios sociales, claro es que mi matrimonio debía indefectiblemente constituir un enlace romántico.

sin que los consejos de la familia fueran poderosos á disuadirme, contraje matrimonio, no sin estudiar á fondo la psicología de mi novia que resultaba ser, según yo deseaba, complementaria de la mía.

Mi resolución, comentada por los camaradas en tertulias y cafés, fué unánimemente calificada de locura. Ciertamente, mirado el acto desde el punto de vista económico, podía significar un desastre. Valor se necesitaba, en efecto, para fundar una familia cuando todo mi haber se reducía al sueldo de 25 duros al mes, y á los 8 ó 10 más, á lo sumo, granjeados por mis repasos de Anatomía é Histolo-

gía. Así es que la boda se celebró casi en secreto; no quise molestar á los parientes ni amigos con andanzas que sólo interesaban á mi persona.

Recuerdo que cierto compañero, extrañado de verme entrar con tanto heroísmo en el azaroso gremio de los padres de familia, exclamó: «¡El pobre Ramón se ha perdido para siempre! ¡Adiós estudio, ciencia y ambiciones generosas!»

Fatídicos eran los presagios; mi padre vaticinaba mi muerte en breve plazo; los amigos me daban por definitivamente fracasado.

Y en principio, mis censores discurrían atinadamente. Es incuestionable que, en la mayoría de los casos, la vanidad femenil, junto con las necesidades y afanes del hogar, acaparan financieramente toda la actividad mental del esposo, á quien se impone, con todo su desolador prosaísmo, el conocido *primum vivere...* Mas en los negocios humanos es preciso, para acertar, fijarse, más que en las reglas, en las condiciones individuales, en las tendencias y sentimientos íntimos. Olvidamos á menudo que, en la sociedad conyugal, al lado de factores económicos, actúan también resortes éticos y sentimentales decisivos, á cuyo influjo prodúcense impensadas y casi siempre felices metamorfosis de la personalidad física y moral de los esposos. En virtud de estas transformaciones mentales y de la consiguiente integración de actividades, la sociedad conyugal constituye una personalidad superior, capaz de crear valores intelectuales y económicos enteramente nuevos ó apenas latentes en los sumandos.

Por no haber tenido en cuenta estos factores, fallaron de medio á medio las profecías de los amigos.»

¡Para mayor gloria de todos! Qué fineza de apreciación de tan vital problema y qué conocimiento de sí propio y del mundo se advierte en estos claros y sencillos razonamientos.

III

Las condiciones y el espíritu del investigador.

Cajal es el triunfo de la voluntad consciente y reflexiva.

El ejercicio de las potencias espirituales, rara vez lleva á una nivelación en su fuerza y desarrollo y es la voluntad la potencia anímica que más influencia el tránsito efímero de una existencia por los yermos de la vida.

El desfile, ante nuestra atención, de las rebeldías, imaginaciones, ansias y amarguras, ensueños, ambiciones, logros y desengaños, errores y glorias de Cajal, su vida y su obra, capaz es de sacudir hondamente cualquiera espíritu por alejado que esté del paralelo de todo interés técnico, nacional, contemporáneo y amistoso.

Al tratar de explicar cuanto sugerir pueda la producción del *fenómeno* Cajal, que arrancara á su compañero Olóriz el juicio de ser merecedor de atento estudio como la *insólita producción de un fenómeno sideral ó meteorológico*, no podemos menos de recordar cómo al dejarse arrebatar por un liris-

mo pedagógico frente á la masa vulgar de sus alumnos de Anatomía, erguida su figura, menguada por los años y los males físicos, tras la amplia mesa donde bajo su amorosa mirada yacían las piezas de demostración, tendido el brazo que en ágiles movimientos presentaba, al par de la maravillosa palabra, el hueso explicado, cuando perdido en un detalle de clara descripción y exquisita agudeza de comparanza temía haber volado más que quisiera, suspenso un punto y con gesto que animaba en sonrisa su movible fisonomía, decía Olóriz: «Para ésto, señores, hay que tener un poquito de imaginación».

Acaso nadie mejor que este hombre excesivamente sabio y justo, que no pudo dejar mejor recuerdo de profesor por dejarlos tan buenos de maestro, acaso nadie mejor que Olóriz, sintió y conoció la recia personalidad íntima de su amigo Cajal.

Y, como Olóriz tenía su *poquito de imaginación*, supo presentárnosle con su maravilloso verbo descriptivo en el momento en que Cajal solo entre el firmamento y el Océano, maltrecho el cuerpo y atezada el alma; insomne, más al rudo batir de las realidades que le sacudían, que al áspero vaivén de su navío; sintiéndose capaz de cosas grandes ante la vida que tan ruines sacrificios le exigía, hiciérale el regalo de su existir á cambio de alzar el velo de algún maravilloso misterio.

Si en tan señalado momento de la vida de Cajal nos es posible ponernos á su lado, ¡qué asombro no sentir por su grandeza espiritual! A esa Patria tan amada á la que torna enfermo y abatido, llega-

rá á punto de contemplar el espectáculo de una guerra civil en sus últimas convulsiones; un gobierno de Rey restablecido tras de cambios estériles en que tanto hubo de disparidad y de loca aventura; un país, en fin, que apenas pensaba sobre sus doloridos restos en elevar algo capaz de sostener su vida un tiempo aún. España llena de banderías, de militares levantiscos y de políticos ambiciosos, sin plan, sin esperanza y sin remedios, poco podía presentar de interesante á quien decidiera su vida por la ciencia pura. La energía física y los medios de lucha cuadraban más como bagaje al repatriado, que sus sueños de literato y sus conocimientos de anatómico.

¡Qué grande sinceridad consigo mismo, con quien menos lo somos, la de Cajal al elegir su senda! Y fuera acaso que huídas las energías trastornadoras de la pura dirección de un cerebro apto y pre-dispuesto en un sentido, quedóle éste dominando su ser y actividades todas, encauzándole en esa obra de voluntad consciente y de maravillosa reflexión que ha sido el fruto de su genial inteligencia.

Cajal al observar por vez primera la circulación de la sangre, con el microscopio de su compañero de la facultad de Zaragoza, sufrió aun más grande la impresión del maravilloso espectáculo por haber meditado mucho antes y ser ésto algo más que le aferrase en sus meditaciones; porque quien es capaz, á los pocos años, de meditar tan largamente sobre los hechos, que le lleven las luchas á pedradas hasta el extremo de escribir un tratado de *Estrategia lapidaria*, es bien capaz, entregado su espíritu á

las ideas que conmueven su saber y sus convicciones, de meditar sobre ellas, con supremas trascendencias.

Por raza, por herencia y por temperamento Cajal no debió ser nunca como fuera, y el misterio de su auto-educación está, en gran parte, en su amor á la naturaleza y en su habilidad manual.

La personalidad espiritual de Cajal llegó á su formación á través de una trágica lucha en que la labor de empuje constante de la reflexión, derrotara un día y otro los movimientos innatos y los transmitidos por choque del medio.

Monumento de admirable ejemplaridad es la formación y el triunfo de un investigador en el ambiente en que Cajal formose y ha triunfado. Más agudo el contraste, al recortarse sobre los que hoy infinitamente más sobrados de medios, claman siempre por más, haciendo menos cada vez.

Pero es mucho más interesante la labor de Cajal contra sí mismo, y siento de todo corazón afán de detener en los voceros de su fama el dictado de *genio*, porque de todo corazón siento que no da éste la idea de su gran merecimiento.

Cajal pudo ser un *genio* y no quiso. La labor del *genio* se caracteriza por algo de espontáneo, de fulminante, de desacorde, de monstruoso. Un genio compone el septimino, escribe el Hamlet, modela la Victoria, pinta el entierro del conde de Orgaz, vence el Jena y conquista el Imperio de Moctezuma. Pero hay algo más grande que todo eso: Es sentir el impulso divino que nos capacita, es soñar con lo grande, con lo solo por nosotros hecho, es

revelarse *per se* guerrero y músico y pintor y poeta y luchar contra la ilusión de lo infinitamente grande, enfocado el ojo de águila en el campo minúsculo del ocular de un microscopio, persiguiendo horas y horas la vida de lo invisible, tendido el pecho, contraído el semblante, mientras en el hondo surco de la frente se debate una voluntad maravillosa bastante á contener el fantástico alud de las ideas y el hosco palpitante de la impaciencia.

Contemplando pasar ante nosotros á Cajal consagrado, debemos mirar bien y no llevarnos de él la impresión de su cabeza cana, su mirar absorto, su andar y su vestir desenfadado; porque no es esa la verdad. Mirad bien á Cajal: es siempre el niño y siempre el mozo, y siempre el hombre y siempre el viejo. Para las entidades espirituales como la de Cajal, la edad nunca existió; nacieron viejos y morirán niños. La bondad de Cajal se asoma de su alma, como un niño á una nube de plata, entre sus barbas de anciano. Como Tolstoi, fué bueno siempre, aun las veces que puso empeño en no serlo; la honda cavilación de su mirada, que hoy ya tanto vió de misterioso, fué la misma en los años de niño ante el animalejo investigado, ante los juegos de la luz en las sombras de su penal de incorregible muchachuelo; la habilidad manual que hoy dispondría, como tantas veces, un artificio investigador, es aquella misma del fabricante de hondas y silbatos, de cañones y gazaperas; y el arte copiador de los fenómenos microscópicos, dibujara en sus años mozos las labores de disección, copiara el campo y satirizara al dómine y al amigo.

El ejemplo para todos, no es Cajal mundialmente ilustre, con la aureola de los más altos señalamientos; no lo creáis así. Cajal para los que deben amarle, venerarle y copiarle en su corazón, es el *Santiago*, de Ayerbe y el *Santiago Ramón*, de Zaragoza y Valencis y Madrid, que son la base, que son la lucha, que son el axon misterioso capaz de la regeneración del tejido impalpable del espíritu cuantas veces atenazado ó roto por los desalientos, las contrariedades y las miserias, cese su continuidad y peligre su noble función en el individuo, en la nación y en la sociedad universal.

LA OBRA CIENTÍFICA DE CAJAL

I

EXPOSICIÓN DEL ESTADO DE LOS CONOCIMIENTOS HISTOLÓGICOS Y DE LA FISIOLÓGÍA DEL SISTEMA NERVIOSO ANTES DE CAJAL.

Allá por los años de 1877 y 1878, cuando Cajal estudió la Histología, asignatura que entonces se exigía para obtener el título de Doctor, el estado de los conocimientos acerca de la estructura del sistema nervioso, según aparecía en los libros de texto generales de aquella ciencia, era el siguiente (1):

Se incluía al tejido nervioso, entre los tejidos compuestos, definiéndole como un conjunto de fibras y de células colocadas en medio de una masa de tejido conjuntivo. Las fibras nerviosas, ó tubos nerviosos, constitúan casi exclusivamente la substancia blanca; y las células nerviosas, llamadas también *células ó corpúsculos ganglionares*, se describían en la substancia gris, mezcladas con las fibras; por esta razón, á la substancia gris se la

(1) Dr. Maestre de S. Juan, *Tratado de Anatomía general* (1872). — H. Frey, *Tratado de Histología y de Histoquímica* (1871). — Virchow, *Patología celular* (1874). Ranvier, Kölliker, Rindfleisch, etc.

denominaba igualmente con el nombre de *substancia ganglionar*.

Repasando los libros de aquella época, se advierte desde luego la inseguridad que reinaba acerca de todo lo relativo á la textura íntima del sistema nervioso; y comparándolos con los actuales tratados de Histología, causa asombro y admiración el formidable avance que ha logrado esta ciencia, en relativamente pocos años, merced al copiosísimo caudal de datos aportados por numerosos investigadores de los diversos países, entre los que merece uno de los puestos principales, como por todos es reconocido, el ilustre sabio español Ramón y Cajal.

Indudablemente, los conocimientos de entonces, resultan hoy harto limitados y vagos al mismo tiempo; por otra parte, los fenómenos más complejos de la vida animal presentaban una evidente relación con dicho sistema y, por si esto fuera poco, intuitivamente se había localizado también en él, desde antiguo, la función extraordinaria y misteriosa del pensar; no es de extrañar, por lo tanto, el afán de los estudiosos por descubrir las verdades encerradas en aquella trama confusa de fibras y de células y el que trataran de vencer los obstáculos, cuando no tenían otros medios, valiéndose de teorías más ó menos fundadas. En cambio, en nuestros días, ésta cuestión presenta un aspecto muy diferente; con el descubrimiento de métodos nuevos de investigación, la importancia de los hechos puestos de manifiesto, ha transformado las concepciones de entonces y hasta puede decirse que la ciencia vaga é

insegura, que constituía la Histología del sistema nervioso de hace medio siglo, es actualmente una ciencia de detalle, en la que las teorías están precedidas de una copiosa aportación de hallazgos.

Célula nerviosa.—Hace cincuenta años, la célula nerviosa se describía como un elemento «desprovisto de membrana de cubierta, colocada, por tanto, en la substancia gris de los centros nerviosos, en medio de la substancia conjuntiva fundamental que sirve de sostén á los elementos nérveos».

Se conocían diversas clases de células; unas desprovistas de prolongaciones (*células ganglionares apolares*), y otras con un número variable de expansiones (*células unipolares, bipolares y multipolares*); por último, se indicaba la existencia de ciertas células, situadas en el cerebro y medula espinal, de las cuales era muy difícil determinar los contornos. El protoplasma de la célula nerviosa se estimaba constituido por una masa pastosa que encerraba numerosas moléculas muy ténues de una substancia protéica, á las cuales se añadían moléculas de grasa y con mucha frecuencia granulaciones formadas por un pigmento amarillento, pardo ó negro. Se afirmaba que las prolongaciones ó expansiones de las células nerviosas, se unían con las de las células vecinas, o bien formaban un filamento especial, denominado *cilindro-eje*, que corría á lo largo de las fibras nerviosas, rodeado por una substancia constituida por una mezcla de materias albuminoideas y de grasas cerebrales, llamada *substancia medular ó medula nerviosa*. Las células multipolares se consideraban casi exclusivas del cerebro y la medula; las

células apolares, ó las provistas solamente de una ó dos prolongaciones, que se pueden encontrar en estos órganos, no serían más que células mutiladas.

Fibras nerviosas. — La estructura de las fibras ó tubos nerviosos, consistía en una cubierta de tejido conjuntivo muy delgada (*membrana primitiva, membrana de Schwann ó neurilema*); un filamento de naturaleza albuminoidea, colocado en el eje del tubo (*cilindro-eje*); y la substancia medular ó medula nerviosa (*mielina de Virchow ó substancia blanca de Schwann*). El neurilema no cubría todo el trayecto de la fibra nerviosa y era una cuestión difícil de resolver, la de determinar hasta qué punto esta membrana recubría tales elementos del sistema nervioso, considerando hasta imposible hacerlo de una manera cierta. Se decía que faltaba en los puntos de emergencia de ciertos nervios craneales y también en las ramificaciones periféricas de los nervios; finalmente, las fibras nerviosas del cerebro y de la medula espinal, aparecían desprovistas de envoltura. Un hecho al que ciertos autores concedían gran importancia, era el de que el cilindro-eje, difícil de observar á causa de su extraordinaria delicadeza, aparecía muy distintamente en el punto de origen del tubo nervioso y en las ramas terminales, en donde faltaba la substancia medular. Las diferencias que los tubos nerviosos ofrecían en su diámetro, sirvió á diversos autores, y especialmente á Robin, para dividirlos en tres órdenes: tubos anchos, delgados y tubos ó fibras de Remak. Las fibras de Remak (fibras ganglionares) se describían como unas fibras transparentes, con fre-

cuencia aplanadas y que estaban desprovistas de mielina, presentaban un aspecto homogéneo y en su trayecto se observaban de trecho en trecho núcleos ovalados, alargados ó fusiformes. La naturaleza de las fibras de Remak, era objeto de discusión desde muy antiguo; para unos, eran de naturaleza conjuntiva; para otros, eran indudablemente fibras nerviosas; no faltaba quien las consideraba como fibras nerviosas en estado embrionario. De todos modos, era este un punto que faltaba por resolver, aunque justo es apuntar que la mayoría de los histólogos se inclinaban á incluir tales fibras entre las nerviosas. Eran particularmente abundantes en el sistema nervioso del gran simpático.

Terminaciones nerviosas. — Los conocimientos acerca del modo de terminación de las fibras nerviosas en la periferia, en los órganos, estaban relativamente más adelantados. Según Virchow, uno de los más bellos triunfos aportados por la Histología, consistía en haber elucidado esta difícil cuestión; en efecto, anatómicos y fisiólogos se han ocupado de ella en todo tiempo y resulta evidente que sólo consentía suposiciones, en la época en que no se disponía del análisis microscópico; se pensaba que las ramas nerviosas se dividían en ramos cada vez más finos y que las últimas divisiones se confundían con el tejido del órgano correspondiente; más tarde, algunos observadores, creyeron haber encontrado terminaciones en asa, resultantes de la reunión en la periferia, de dos fibras nerviosas, ó bien las fibras del tubo nervioso al llegar á su destino se encorvaban y venían por un trayecto retrógrado á

aplicarse fuera á ellas mismas, ó bien á otras vecinas, para dirigirse á su punto de partida, es decir, al centro nervioso; otros autores hablaban de plexos terminales y no faltaba quien abogara por la terminación libre. Finalmente, poco después de la mitad del siglo XIX, se habían descubierto ya algunos tipos de la mayor parte de los modos de terminación que hoy se consideran como verdaderos. Se conocían: los *corpúsculos de Pacini*, ó de *Vater*, con su elegante estructura, de capas concéntricas, ovaladas ó elípticas, sembradas de núcleos que rodean á la fibra nerviosa única, terminada por un abultamiento en forma de maza; su significación, en cambio, se desconocía todavía en la época de Virchow; los *corpúsculos de Krause*, observados en la conjuntiva, papilas de la lengua, etc., y los *corpúsculos del tacto de Meissner*, ó de *Wagner*, parecidos á los de Krause, pero de estructura más complicada. Estas tres variedades de corpúsculos, era lo mejor conocido respecto á las terminaciones de los nervios sensitivos (1).

En cuanto á las terminaciones nerviosas en los órganos de los sentidos, los datos conocidos no satisfacían á los observadores, quienes manifestaban acordemente la dificultad que entrañaba su estudio. En la retina, la membrana nerviosa del ojo, como entonces preferentemente se denominaba, acerca de cuya estructura existían numerosas obras y sobre la

(1) La interpretación de estos hechos, se prestaba por parte de fisiólogos y médicos, á concepciones y teorías diversas.—*Cortese*: «La diferenciación sensitiva». Discurso de inauguración de la Academia Médica Quirúrgica, Marzo de 1875.

cual hizo Cajal en su día, uno de sus más interesantes estudios, se describían de fuera á dentro (de periferia á centro del ojo), las siguientes capas: 1.^a, capa de los *bastones* y de los *conos*; 2.^a, la *membrana limitante externa ó posterior*; 3.^a, la *capa granulosa externa*, considerada formada únicamente por groseras granulaciones redondas; 4.^a, otra capa de apariencia amorfa, *intergranulosa ó intermediaria*; 5.^a, en seguida se encuentran nuevas granulaciones groseras, ó *capa granulosa interna*; 6.^a, una *capa molecular*; 7.^a, la *capa de las células nerviosas*; 8.^a, *capa de las fibras del nervio óptico*, y 9.^a, *capa limitante interna*.

Por otra parte, en la retina existiría además una trama conjuntiva, como en los centros nerviosos, en la que se observaban elementos de sostén, verticales, de dirección radiada, ó fibras de Müller, cuya naturaleza conjuntiva parecía incontestable.

Mucho más reducidos eran los conocimientos sobre las terminaciones nerviosas en los órganos del oído y del olfato, acerca de las cuales no se encuentra ningún dato importante en las obras de Histología de hace cincuenta años.

Por último, las terminaciones de los nervios motores en los músculos estriados tenían lugar para unos en la cara externa del sarcolema, y para otros, debajo de esta cubierta de la fibra muscular; estos últimos describían, basados en sus investigaciones, que la fibra nerviosa primitiva llega á la fibra muscular y perfora el sarcolema: la cubierta propia de la fibra ó neurilema, se continúa y confunde con la de la fibra muscular; al mismo tiempo, la rama terminal del nervio se abulta debajo del sarcolema y

constituye una masa en forma de placa, provista de núcleos y finamente granulosa; estas placas se continúan por sus bordes y por su cara inferior, con la masa muscular, y se denominaron *placas terminales*.

Centros nerviosos. — Esta era la parte del sistema, estudiada con más tesón por los histólogos de entonces; y á pesar de las numerosas observaciones llevadas á cabo, los sabios de la segunda mitad del siglo XIX se perdían en un mar de conjeturas, particularmente en lo que se refería á la constitución íntima de la substancia gris. Como decíamos al comenzar este capítulo de síntesis de los conocimientos sobre la histología del sistema nervioso, especie de recopilación somera de los datos más fundamentales, el elemento esencial de la substancia gris era el gran número de células nerviosas ó ganglionares que en ella se encontraban, entre la maraña inextricable de fibras nerviosas; la substancia blanca, en cambio, mucho menos complicada que la gris, se consideraba formada casi totalmente por fibras ó tubos nerviosos, que se continuaban con los de la substancia gris, de los que eran prolongación, y todos tenían su origen en las células ganglionares. Recordemos también que la mayor parte de estas células poseen expansiones ó prolongaciones, de las cuales, una sola se continuaba directamente con una fibra nerviosa propiamente dicha (el cilindro eje); las prolongaciones restantes o *prolongaciones protoplasmáticas*, servían para establecer una comunicación directa, anastomosando unas células con otras.

Las células de la substancia gris del cerebro, se

rían, en general, del tipo multipolar; de ellas partirían las fibras que terminarían en la periferia y á ellas iban á parar también otras fibras de la substancia blanca, encargadas de conducir la corriente nerviosa desde la periferia á los centros. El modo de terminación de estas últimas fibras, en los centros nerviosos, y en general, *el modo real de terminación de las fibras nerviosas de cualquier origen, en la substancia gris, era absoluta y completamente desconocido*. Subrayamos las palabras anteriores, porque indican un problema que fué resuelto por Cajal y porque las consecuencias de este descubrimiento fueron de tanta importancia que derribaron las teorías y concepciones admitidas por aquel entonces acerca de la constitución íntima del sistema nervioso, quedando desde aquel instante establecida sobre una base de incommovible firmeza y solidez, impuesta por la fuerza de los hechos, la estructura del tejido nervioso expuesta por el sabio español.

Dejemos que sea la misma pluma de Cajal, con su prosa elegante y castiza, á la par que substanciosa y amena, la que nos describa este punto de tanta importancia:

«Dos hipótesis principales, sobre la estructura íntima de la substancia gris, se disputaban el campo de la ciencia: la *del retículo*, defendida por casi todos los neurólogos, y la de la *libre terminación*, insinuada tímidamente por dos solitarios, His y Forel, sin eco en las escuelas. La *hipótesis de la red* era el formidable enemigo. Creada por Gerlach, sostenida después por Meynert y otros neurólogos

célebres, durante una época en que la penuria metodológica excusaba las aventuras de la fantasía, la teoría reticular recibió al fin de Golgi una forma arquitectónica nueva y atrayente y hasta cierta apariencia de apoyo en los hechos de observación. Para el sabio de Pavía, la substancia gris constituye el punto de encuentro y fusión de todas las fibras, aferentes y eferentes, de los centros nerviosos, así como de los cilindros-ejes de los elementos autóctonos. A este retículo, continuo y de formidable riqueza fibrilar, concurrirían los siguientes factores: 1.º, las ramificaciones terminales de los cilindros-ejes sensitivos o simplemente aferentes de otros centros nerviosos; 2.º, las ramas colaterales del axon de ciertos elementos grandes, designados por Golgi *células motoras* (grandes pirámides cerebrales, células de Purkinje del cerebelo, etc.), y 3.º, las arborizaciones terminales del cilindro-eje de otras células nerviosas, consideradas arbitrariamente como sensitivas (Golgi). A diferencia de Gerlach, según el cual cooperarían también en la construcción del retículo difuso las últimas proyecciones del ramaje protoplásmico neuronal, Golgi redujo los componentes del mismo, á las ramificaciones nerviosas. Para que el lector, ajeno á esta clase de asuntos, pueda comprender fácilmente las hipótesis reticulares de Gerlach y de Golgi, reproducimos esquemáticamente la manera según la cual los referidos sabios concebían las comunicaciones anatomofisiológicas entre las raíces motoras y sensitivas de la medula espinal (fig. 1.ª). La capacidad sugestiva de ciertas fórmulas, extremadamente esquemáticas,

depende de su comodidad. Admitido el supuesto de *la red*, nada más fácil que el estudio objetivo de un

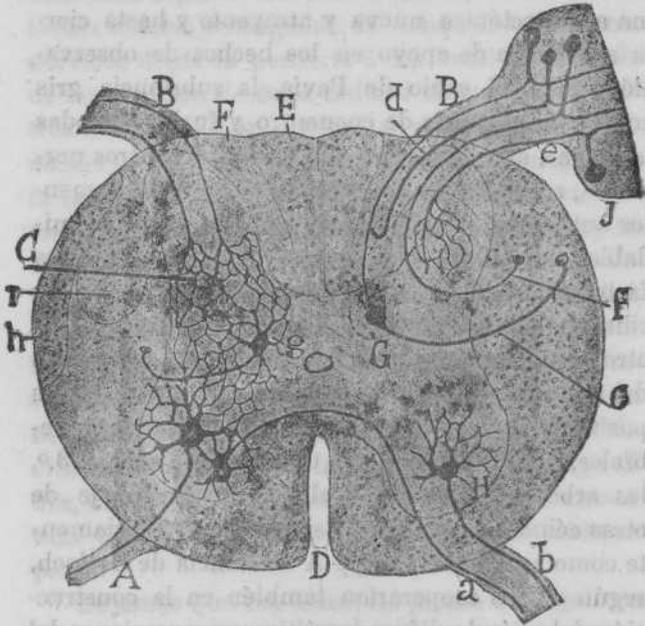


Fig. 1.ª.

Esquema de la estructura de la sustancia gris de la medula espinal, según los autores de la época pregolgiiana. — A, raíces anteriores; B, raíz posterior; C, red intersticial de la sustancia gris; D, sureco anterior de la medula; E, cordón de Goll; F, cordón de Burdach; H, célula motora; I, vía piramidal cruzada; G, columna de Clarke; J, ganglio sensitivo.

grupo de células nerviosas, ó del comportamiento terminal de un manojito de conductores; redúcese todo á dar por averiguado que las últimas raicillas nerviosas, previas algunas dicotomías, se pierden y

desvanecen en la consabida red intersticial; en esa especie de piélagos fisiológico insondable, en el cual, por un lado, desembocarían las corrientes arribadas de los órganos sensoriales, y de donde brotarían, por otro, á modo de ríos surgidos de alpinos lagos, los conductores motores ó centrifugos. Comodín admirable, porque dispensa de todo esfuerzo analítico encaminado á determinar en cada caso el itinerario seguido al través de la substancia gris por el impulso nervioso. Con razón se ha dicho que la hipótesis reticular, en fuerza de pretender explicarlo todo llana y sencillamente, no explica absolutamente nada; y lo que es más grave, embaraza y casi hace superfluas las futuras pesquisas, tocantes á la organización íntima de los centros. Sólo á fuerza de habilidades, de inconsecuencias, de subterfugios, podía la susodicha concepción (por lo demás, defendida casi exclusivamente por Golgi y sus discípulos inmediatos) adaptarse á las exigencias de la fisiología, cuya doctrina de los *reflejos*, *actos instintivos*, *localizaciones funcionales del cerebro*, etc., demandan imperiosamente el señalamiento de vías ó cauces de conducción perfectamente circunscritos, al través del eje cerebro-raquídeo.

Enfrente de la *teoría de las redes* militaban solamente, según dejamos dicho, dos observadores de gran mérito, His y Forel, quienes, con reservas y prudencias excusables por la carencia de hechos precisos de observación, anunciaron (1887) la posibilidad de que las expansiones de las células nerviosas se terminaran libremente en la substancia gris. Consecuencia natural de tal modo de ver era

la transmisión por contacto de los impulsos nerviosos. Así, Forel, vista la imposibilidad de sorprender anastomosis evidentes en el seno de la substancia gris, daba por probable que las expansiones neuronales se tocaban entre sí, á semejanza de las frondas ó copas en el bosque. En cuanto al ilustre profesor de Leipzig, procediendo por generalización (1886), conjeturaba que, pues las arborizaciones nerviosas (entonces bien conocidas) de la placa motora acababan libremente, según es notorio, entrando en contacto con la materia estriada, estimaba lógico admitir igual disposición terminal para los conductores, distribuídos y ramificados en los centros cerebrrorraquídeos.

Mas al discurrir de este suerte His y Forel, no abandonaban la esfera de las hipótesis. Imposible resultaba, sin descender al terreno del análisis estructural, refutar á Golgi, quien, á las tímidas alegaciones teóricas de aquellos sabios, contraponía aparatoso alegato de observaciones concienzudas. Para resolver definitivamente la cuestión, precisaba presentar neta, exacta é indiscutiblemente, *las últimas ramificaciones de los cilindros-ejes centrales*, no vistas por nadie, y determinar, además, *entre qué factores celulares se efectúa el imaginado contacto*. Porque admitir vagamente el hecho de la transmisión mediata ó articulación interneuronal, sin señalar con precisión entre qué apéndices celulares se produce, resulta casi tan cómodamente peligroso como la socorrida teoría reticular. Supongamos, por ejemplo, según parece deducirse de las manifestaciones de Forel, que el susodicho contacto

afecta carácter *difuso*, verificándose entre dendritas, pertenecientes á vecinas neuronas, ó entre ramificaciones cilindro-axiles (axónicas), de diverso origen ó, en fin, entre apéndices protoplásmicos y raicillas nerviosas terminales. La consecuencia fatal, indeclinable, de tal supuesto, será la indeterminación de los cauces de la vibración nerviosa y, en el fondo, la reedición bajo nueva forma, de la teoría reticular, de esa especie de *panteísmo protoplásmico*, tan grato á los comodones de la observación como contrario á los postulados de la neurogenia, de la fisiología y de la anatomía patológica. Afirmar que *todo se comunica con todo*, vale tanto como declarar la absoluta incognoscibilidad del órgano del alma».

Desarrollo del tejido nervioso.—Por todos los histólogos de hace cincuenta años, se reconocía que el desarrollo del tejido nervioso era uno de los puntos más oscuros de la Histología. El cerebro, la medula espinal y las vías centrales de los órganos de los sentidos se desarrollaban evidentemente á expensas de la hoja córnea del blastodermo de Remak. Pero, en cambio, se desconocía el punto de origen de los ganglios y de los nervios periféricos.

Se ignoraba si estos órganos se desarrollaban á expensas de la misma capa córnea, ó bien si se formaban aisladamente en la capa media del blastodermo para comunicar más tarde con los centros nerviosos. Finalmente, quedaba otra dificultad teórica por resolver, que era la inserción de la extremidad periférica de los nervios en los tejidos, que como ya se sabía en aquella época, se desarrollaban á expen-

sas de las hojas media é inferior del blastodermo, como por ejemplo, las fibras musculares.

Se admitía, generalmente, que las células nerviosas eran células embrionarias transformadas y se pensaba que estas células aumentaban de volumen, su masa adquiría un aspecto finamente granuloso característico y se transformaban, en fin, en células nerviosas; si el desarrollo era regular, resultarían células apolares; si era irregular, se producirían prolongaciones que comunicarían con las células vecinas y con los tubos nerviosos nacientes.

Pero realmente, el punto que con más empeño se perseguía, era el averiguar cómo se forman los nervios y en virtud de qué mecanismo los apéndices terminales de los cilindros ejes se enlazaban, sin errores ni extravíos, con los aparatos terminales (*placas motoras, órganos sensitivos cutáneos, etc.*). No obstante el caos de conjeturas, dos teorías se disputaban la mayoría de los sufragios. Para Küpffer, His y Kölliker, el *neuroblasto* ó célula nerviosa primitiva genera los nervios, mediante la emisión de un brote ó apéndice, el *axon*, que crecería libremente al través de los demás tejidos para abordar los aparatos terminales, donde acabaría mediante ramificaciones independientes. En cambio, Hensen y sus adeptos, estudiando los nervios de la cola del renacuajo negaban categóricamente semejante crecimiento libre, admitiendo (al objeto de explicar la perfecta adecuación y congruencia existentes entre las estaciones centrales y los aparatos sensitivos y sensoriales periféricos), que el neuroblasto sufre desde el principio una serie de particiones incom-

pletas. Primeramente y tras la división nuclear, se producirían el soma central y el órgano receptor periférico; luego ocurriría la emigración de los núcleos, pero con persistencia del protoplasma inter-

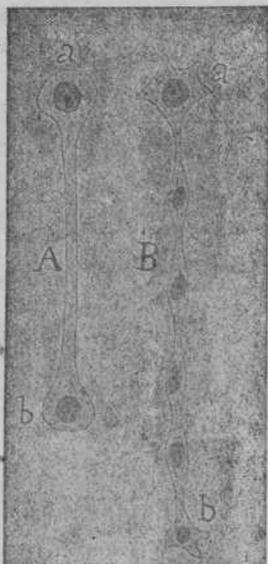


Fig. 2.^a.

Hipótesis de Hensen acerca del desarrollo de las fibras nerviosas y aparatos sensitivos periféricos. — A, neuroblasto en vías de estiramiento; B, cadena de núcleos unidos por puentes protoplásmicos; a, célula central; b, célula periférica.

mediario, es decir, que media célula con su núcleo permanecería desde un principio en la piel ú órgano sensorial periférico, mientras que la otra media, yacería en los centros nerviosos embrionarios (figura 2.^a A). En consecuencia, el crecimiento del nervio se verificaría, no por incremento continuo de un

o cabo libre, sino mediante estiramiento progresivo del puente protoplásmico intermediario y multiplicación progresiva de los núcleos (fig. 2.^a B). A los que opinaban de otro modo, Hensen oponía la severa objeción de que *nadie había visto en el embrión el cabo libre de un nervio en vías de crecimiento*, cuya fuerza no es posible negar.

Como variante de esta concepción hipotética de Hensen, puede estimarse cierta teoría defendida desde antiguo y renovada más tarde por Beard, Dolvin, Durante, Cornil, Bethe, etc., para quienes los axones, y, por tanto, los nervios, resultarían de la diferenciación y fusión de la larga cadena de neuroblastos emigrados de los centros ó de la membrana ectodérmica (fig. 3.^a); ésta era la célebre teoría ó mejor hipótesis catenaria, que logró ulteriormente un predominio extraordinario, en particular, con motivo de su aplicación al estudio de la regeneración de los nervios, llevando á su lado á investigadores de indiscutible altura y probidad científica, hasta que Cajal, en unión de otros histólogos (Perroncito, Lugaro, Medea, Marinesco y Minea, Tello, Nageotte, Krassin, etc., etc.), demostró lo erróneo de aquel modo de pensar, estableciendo claramente la verdad, después de un intenso trabajo de dos años, dedicado, casi exclusivamente, á este fin. En sentir de los defensores de la hipótesis catenaria, el cilindro eje embrionario, lejos de significar el retoño, en vías de crecimiento, del protoplasma de una célula nerviosa, representaría la obra común histogenética de muchos corpúsculos ectodérmicos. Estos corpúsculos celulares embrionarios, al principio aislados,

formando cadenas, se soldarían por sus extremos, reabsorbiéndose las paredes contiguas celulares para formar tubos; el contenido de las células, primero

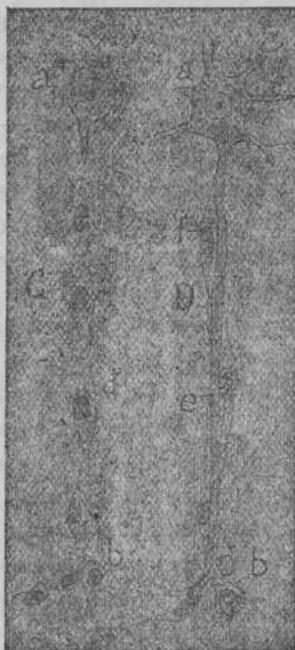


Fig. 3.^a

Hipótesis catenaria. — C, serie de neuroblastos independientes; D, los neuroblastos elaboran trozos de axon nervioso que acaban por juntarse entre sí y con la célula central (a); b, elementos constructores de la ramificación periférica.

uniforme, daba al tubo nervioso inicial la apariencia de fibras nérveas orgánicas ó de Remak. Durante cierto período de la vida embrionaria, los nervios resultaban, por tanto, constituidos esencialmente

por las fibras vegetativas mezcladas con las de tejido conectivo, y este estado desaparecería poco á poco en los nervios periféricos ó de la vida animal. En su ulterior desarrollo, las fibras de Remak sufren una transformación progresiva aislándose por completo la substancia homogénea contenida en su interior, en cilindro eje y medula nerviosa.

Fisiología del sistema nervioso. — Desde muy antiguo se admitía que los nervios tienen por objeto transmitir las excitaciones que reciben; por lo tanto, se pensaba que todos eran sensibles á los excitantes, siendo sus propiedades comunes la *conductibilidad* y la *excitabilidad*. Antes se creía en la especialidad de los nervios, respecto á la conductibilidad, en vista de que unos nervios tenían distintas funciones que otros (1); pero desde los experimentos de Vulpian y Philipeaux se abandonó esta creencia, bastante generalizada, y se concluyó que la propiedad conductora era idéntica para los nervios sensitivos, motores, del gran simpático y para los destinados á las acciones reflejas. Si llenaban atribuciones diferentes, no era porque presentaran diferencias entre sí, sino porque sus extremidades estaban en conexión con partes distintas. Se decía

(1) Véase Cortezo, «La diferenciación sensitiva», Discurso de inauguración de la Academia Médico Quirúrgica, Marzo, 1875, página 44.

Entre otros puntos se expone en este discurso la cuestión de la especificidad de los nervios, comentando los últimos trabajos de Brown Sequard sobre el asunto y combatiendo la opinión de éste y otros autores, en frente de las cuales, abogabamos briosamente por la idea de que las distintas sensaciones no se deben á nervios cuya conductibilidad fuera diferente, sino á las distintas disposiciones de los aparatos terminales.

también que las fibras nerviosas de mayor diámetro serían conductores motores, y las fibras delgadas, conductores sensitivos. La fisiología de la célula nerviosa era casi totalmente desconocida; así como á los nervios se les consideraba como simples conductores, á las células nerviosas instintivamente se las suponía dotadas de funciones más elevadas; las diversas sensaciones, los movimientos voluntarios y reflejos, estaban bajo su dependencia. No podía explicarse de ningún modo la función de las células monopolares y bipolares, y mucho menos de las consideradas por los histólogos de aquel tiempo como apolares. Acerca de la nutrición de los elementos nerviosos, se deducía que los cambios nutritivos se verificaban en ellos con gran rapidez, en vista de que el nervio fatigado adquiere nuevamente, después de un reposo bastante corto, sus antiguas funciones; pero se decía también, en apoyo de esta opinión, que los nervios sensitivos y motores de una región quedaban rápidamente paralizados, como consecuencia de la ligadura de las arterias. Más tarde se estableció el concepto de los *centros tróficos*, que representaban una propiedad inherente á ciertas células nerviosas de los centros (principalmente á las motoras de la médula espinal), en cuya virtud excitarían y promoverían los cambios nutritivos de las expansiones nerviosas que de dichas células ó, mejor dicho, de estos centros tróficos, dimanaban.

Es natural que siendo muy escasos los conocimientos relativos á la estructura íntima del tejido nervioso, fueran también muy reducidos los cono-

cimientos acerca de su fisiología. Nada se sospechaba siquiera de la importantísima función de asociación peculiar de ciertos elementos nerviosos, *sistema intermediario ó de asociación* que hoy conocemos después de los concienzudos y geniales trabajos de nuestro sabio compatriota. Asimismo la marcha de las impresiones recibidas en los órganos de los sentidos hasta su llegada á los centros nerviosos y su reconocimiento por la conciencia en forma de percepciones, sólo ha logrado una base firme, á todas luces objetiva, después de los descubrimientos de Cajal y más tarde de los demás histólogos que siguieron el ancho cauce abierto á la investigación por la labor del sabio español, como veremos en los capítulos siguientes.

Y aún hay más: la obscuridad de que aparecían rodeadas las funciones más elevadas de la vida animal, como el instinto, el pensamiento, así como las propiedades excelsas que distinguen á los hombres privilegiados (talento, genio, etc.), obscuridades que hasta no hace mucho tiempo se consideraban insondables, han perdido, por lo menos en parte, su apariencia de misterio, y actualmente no es ninguna ilusión el esperar la resolución de este problema, á medida que se adelante más todavía en los conocimientos histológicos del sistema nervioso.

*
* *

Resumiendo lo anteriormente expuesto, parecía que en el terreno histológico se había llegado á un grado, si no máximo, estimable, de perfección, al

ser conocida la estructura de los nervios conductores, de los cilindro-ejes, de la mielina, de la neuroglia, de las fibras de Remak, de las granulaciones, de las células nerviosas apolares, monopolares y multipolares, en una palabra, de los que se estimaba como elementos suficientes para que, armonizados entre sí, explicaran la misteriosa función, suprema entre las más elevadas de la vida.

Y, sin embargo, aun en este aspecto histológico, era mucho el terreno que quedaba por andar. Era necesario afinar las observaciones, los descubrimientos, la descripción positiva de la trama íntima de cada uno de esos elementos, que como conquistados se tenían, y ver que los estimados como *esenciales* para función conductora, no eran muchas veces más que substancia protectora y casi neutra, análoga á la que en los cables eléctricos mantiene en aislamiento unos de otros conductores; era necesario ver y determinar la forma de las ramificaciones colaterales, si las membranas envolventes de las células tenían ó no existencia real, si estas células se comunicaban entre sí por sus prolongaciones polarizadas, ó si éstas se perdían en la substancia amorfa sin abocarse con otras, procedentes de otras células; necesitábase determinar, sobre todo, qué género de relación era el que se establecía entre lo que se puede llamar centro de los centros nerviosos, los órganos de transmisión y los aparatos de recepción diferenciados.

Todo esto se presentó, seguramente, como un problema tácito ó expreso ante el entendimiento ávido del gran histólogo, y sin arredrarse por lo complicado

del asunto, por la ejemplaridad de los fracasos ajenos, ni por la necesidad de una consagración perseverante de su inteligencia toda y de su vida entera, procedió á la tarea con el incomparable tino de no dejarse fascinar por el preconcepto establecido, ni por el prejuicio aceptado, cualquiera que fuera la firma que lo avalorara; y sin considerar lo que el esfuerzo significaba de sacrificio en cuanto al estéril rendimiento material que ofrecía, ni lo que representaba de temerario por los medios con que se abordaba, emprendió Cajal su tarea; y con las pobres *carabelas* de su microscopio único é incompleto, con sus microtomos elementales y con sus medios de coloración imperfectos, fué corrigiendo, perfeccionando, comprobando, ordenando y avanzando siempre, hasta que apareció ante sus ojos clara y espléndida, la *Tierra* soñada al comenzar la navegación penosa.

Reflexionemos un momento, antes de entrar en la historia descriptiva de la conquista, lo que representaba en ésta el primer momento de su evolución.

Como hemos visto, la histología y la fisiología del sistema nervioso estaban completamente impregnadas del preconcepto de *organismo cíclico*, de conducción aferente, comunicaciones centrales é impulso eferente. Se suponía, y con arreglo á ello se investigaba, que la naturaleza se imita á sí misma en los grandes trazos como en los pequeños detalles de las estructuras por ella fabricadas, y pues las grandes funciones orgánicas estaban representadas, cada una por un esquema circulatorio, fuese en el aparato de la respiración, en el digestivo, urinario y

sobre todo en el circulatorio, de creer era también que la admirable disposición de centros y conductores á que se reducían los conocimientos histológicos sobre el sistema nervioso, habrían de obedecer igualmente á un mecanismo circulante y cerrado, que viniendo y yendo del centro á la periferia y de ésta á aquél, acabaría por desflecharse en sus últimas ramificaciones; que atada cada una de ellas á otra similar, constituirían un sistema celular análogo al sanguíneo; y cuando para afirmar la creencia, faltaba la demostración de la existencia de tubos y de conducciones, se adjudicaba este papel á la neuroglia, sacándola de su naturaleza, hasta entonces conjunta, y se llegaba por fin á la concepción, con alborozo recibida, de la teoría reticular.

Los que sometían al patrón ó arquetipo de la circulación de los líquidos la supuesta circulación nerviosa, no se fijaban, en su concepto teórico, en una condición real de la circulación líquida, y es la de la simultaneidad, en general necesaria, de la marcha de los líquidos por todo el sistema, con las accidentales variaciones limitadas á ciertos momentos de la función, mientras que la función nerviosa tiene condiciones de independencia individual orgánica que hace de ordinario funcionar sólo una parte del sistema cuando muchos órganos dependientes de él se encuentran en absoluto ó en relativo reposo. Para estas diferencias de intensidad en la circulación, propiamente dicha, son necesarias disposiciones de circulación-porta, como la del hígado, la del riñón y, en cierto modo, la del encéfalo, y así y todo, aun estos órganos se en-

cuentran sometidos á las condiciones generales de

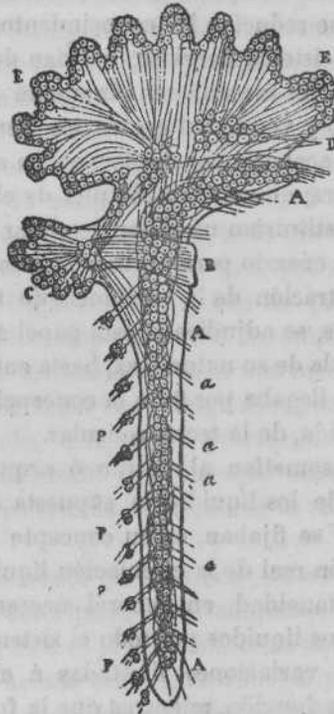


Fig. 4.^a

Esquema del sistema nervioso central en 1873 (según Küss y M. Duval).

AAA, médula espinal con sus comisuras; B, región de la protuberancia; C, cerebelo; D, capas ópticas y cuerpos estriados; EE, substancia gris (cortical) de las circunvoluciones cerebrales; aaa, raíces anteriores; ppp, raíces posteriores.

presión y de ritmo en las circunstancias normales, mientras que lo normal en la función nerviosa es

la diversidad, el aislamiento, la individualidad de la acción.

Supongo yo, atrevidamente, que esta reflexión, entre otras, se presentaría ante el ánimo de His y de Forel, como alguna vez se habrá quizá presentado ante el de Cajal, para alentarles en la idea de que la conducción cerrada radicular no solamente no era una necesidad para la explicación de la función nerviosa, sino que era una hipótesis que dejaba sin explicación satisfactoria hechos de los más elementales.

Veamos ahora, dejando á un lado nuestras propias elucubraciones, cómo y por qué camino fué llevado Cajal al descubrimiento de su teoría de conjunto, que hemos ya dicho é insistimos en ello convencidos, que tiene el alcance análogo y proporcional al de la función respiratoria descubierta por Lavoissier y de la circulatoria por Servet y Arveo.

II

DESCUBRIMIENTOS DE CAJAL EN LA ESTRUCTURA DEL SISTEMA NERVIOSO

Antes de comenzar la exposición de los principales descubrimientos de Cajal, en el extenso campo de la Histología, creemos indicado decir, aunque sea en breves líneas, y á modo de preliminar lógico, cuándo, cómo y por qué, pensó el que entonces sólo era uno de tantos licenciados en Medicina y Cirugía, dedicado particularmente al estudio de la Anatomía y Embriología, aplicarse á los estudios micro-

gráficos, en los que tan rápidamente había de alcanzar justo y elevado renombre. Como seguramente nadie ignora, entre todos aquellos descubrimientos, han sido los que se refieren á la complicada estructura del sistema nervioso los que especialmente han constituido la base ó fundamento de su bien merecida fama; de ella, todos los españoles debemos sentirnos honradamente orgullosos y llenos además de honda gratitud, que se manifestará entre otras cosas por un sincero respeto y una noble y hasta cierto punto obligada veneración para con el que á ella se ha hecho acreedor.

Fué por el año 1878; las aspiraciones de Cajal al profesorado, más que sentidas espontáneamente, sugeridas de continuo por su padre, le obligaron á graduarse de doctor, para lo cual era necesario aprobar, entre otras asignaturas, la Histología. Y Cajal la aprobó, *embotellándose* el programa, como actualmente se dice en el *argot* estudiantil, á fuerza de *codos*, es decir, sin saber efectuar el más sencillo análisis microscópico, y antes de que hubiera visto en la realidad una sola célula. Era catedrático de esta asignatura el Dr. Mestre de San Juan; y en su laboratorio contempló Cajal por primera vez la imagen sugestiva con que el microscopio revela la estructura admirable de los tejidos; realidad que no puede ser sospechada por los profanos y que siempre resulta superior á cuantas se imaginen los que no siendo profanos, no han podido, sin embargo, comparar las creaciones de su imaginación, con las impresiones reales que nos suministran los sentidos.

Como dice Kant, las diferentes sensaciones que produce la belleza descansan, no tanto sobre la condición de las cosas externas que las suscitan, como sobre la sensibilidad peculiar á cada hombre, para ser grata é ingratamente impresionado por ellas. En un espíritu vulgar, la contemplación del aspecto con que el microscopio nos descubre, por ejemplo, la bella estructura de la piel, producirá seguramente una sensación de alegría un tanto infantil, y si acaso, consideraciones superficiales, pronto abandonadas, ante la idea fácil de la complicación de la ciencia; en los espíritus más elevados, pero puramente contemplativos, la misma imagen motivará probablemente una emoción más honda y sincera que dejará en su memoria un grato recuerdo, y en su alma un ferviente anhelo de nueva contemplación. En Cajal, la impresión recibida por la demostración microscópica de la delicada trama de los tejidos del organismo, no se tradujo solamente por la honda emoción que siempre experimentan los espíritus contemplativos frente á cualquiera de las manifestaciones de la belleza, sino que, resultado tal vez de su temperamento de artista, manifestado desde su infancia, se despertó en él el deseo de conocer el mecanismo de su producción y determinó *ipso facto* poner los medios necesarios para conseguir disfrutar á su placer cuantas veces quisiera de tales sensaciones. Al mismo tiempo, esta determinación llevaba en sí el valor práctico de aprender lo mejor posible la Anatomía general ó microscópica, complemento indispensable de la descriptiva, lo cual le permitiría esperar con más seguridad

lograr la cátedra que constituía su deseo inmediato.

Con las economías hechas durante su estancia como médico militar en Cuba, y que fueron consecuencia de las enfermedades que padeció en aquellas tierras de Ultramar, adquirió Cajal, principalmente, un microscopio, pagado á plazos, y los demás útiles indispensables para dar comienzo á sus andanzas por los dominios de la micrografía, instalando su exiguo bagaje material, en habitación tan modesta é incómoda como puede serlo un desván.

Por otra parte, en aquel tiempo no había en Zaragoza persona capaz de orientarle en los estudios de lo infinitamente pequeño. Solamente tuvo ocasión de contemplar en aquella Facultad, por primera vez, el sorprendente espectáculo de la circulación de la sangre, acontecimiento que contribuyó sobremanera á desarrollar en él la afición á los estudios micrográficos. La falta de maestros hubo de procurar suplirla con libros y algunas revistas, cuyo número no pudo ser muy elevado á causa de la escasez de su peculio (1).

«Y de este modo —nos dice Cajal— comencé á trabajar en la soledad, sin maestros y con no muy

(1) Los primeros libros que guiaron á Cajal fueron: la *Anatomía general* de Henle; el tratado de *Histología é Histoquímica* de Frey; las obras de Van Kempen y de Robin; entre los tratados prácticos pudo disponer de *El Microscopio en Medicina*, de Beale; *Protoplasma y vida*, del mismo autor, y el *Manual técnico* de Latteux. En cuanto á Revistas científicas, se suscribió á unos Archivos ingleses (*The Quarterly microscopical Science*) y al *Journal de micrographie*. De obras españolas, disponía de la del Dr. Maestro de San Juan, muy copiosa en datos, aunque de lectura un tanto difícil.

sobrados medios; pero á todo suplía mi ingenuo entusiasmo y decidida vocación. Claro es que durante la luna de miel del microscopio no hacía sino curiosear sin métodos y desflorar asuntos. Se me ofrecía un campo maravilloso de exploraciones, lleno de gratísimas sorpresas. Con este espíritu de espectador embobado examiné los glóbulos de la sangre, las células epiteliales, los corpúsculos musculares, los nerviosos, etc., deteniéndome acá y allá para dibujar ó fotografiar las escenas más cautivadoras de la vida de los infinitamente pequeños.»

Durante el año 1879 y siguientes se perfeccionó Cajal en la técnica histológica, sirviéndole de guía el admirable libro titulado *Manuel technique d'histologie*, escrito por Ranvier, aprendió á traducir el alemán científico y estudió á conciencia diversas obras tudescas de Anatomía descriptiva, general y comparada; se impuso en las modernas teorías tocantes á la evolución, de que por entonces eran porta-estandartes ilustres Darwin, Hæckel y Huxley, y amplió bastante sus conocimientos embriológicos. En 1883 fué designado, en virtud de oposición, para desempeñar la cátedra de Anatomía de Valencia, haciendo los ejercicios con Olóriz, que logró la de la misma asignatura en la Facultad de Madrid.

Al mismo tiempo que se preparaba para las oposiciones dedicóse Cajal con ahinco al estudio histológico, poniendo de relieve sus excelentes cualidades para semejantes trabajos: «Paciencia rayana en la obstinación para el adueñamiento de los

métodos histológicos; destreza y maña para reemplazar disposiciones experimentales costosas con sencillos é improvisados artilugios; continuidad y celo infatigables para la observación de los hechos, y, en fin, la mejor de todas, flexibilidad para cambiar bruscamente de opinión y corregir errores y ligerezas.» En el año 1880 publicó su primera producción científica, y en el año siguiente vió la luz otra nueva monografía; de este modo, cuando á fines del año 1883 se disponía á trasladarse á Valencia, gozaba ya de reputación como trabajador y estudioso, «únicos méritos que no se regatean porque no dan envidia».

Establecido en Valencia, en casa modesta, disponía, sin embargo, de sala holgada y capaz para laboratorio; pero los 52 duros de paga mensual á que ascendía su haber de catedrático, no bastaban para cubrir al mismo tiempo las necesidades de la familia (tenía entonces Cajal tres hijos) y los gastos que ocasionaba el laboratorio. Por esta razón tuvo que buscar el nuevo catedrático una nueva fuente de ingresos complementarios; pero en lugar de dirigirse para ello al ejercicio profesional, como era y es también en nuestros días lo corriente en semejantes casos, trató de obtenerla mediante la extensión de la función pedagógica. Organizó con este objeto, en Valencia, lo mismo que había hecho en Zaragoza, un curso práctico de Histología normal y patológica, al cual acudieron bastantes médicos que cursaban libremente el doctorado, y algunos doctores deseosos de ampliar sus conocimientos en Histología y Bacteriología; ciencia esta última que

entonces alboreaba prometedora en el horizonte, á impulsos de los geniales descubrimientos de Pasteur y de Koch.

Con los nuevos ingresos, además de evitar el temible *déficit*, pudo adquirir Cajal algunos aparatos científicos que le permitieran trabajar con menos incomodidad y con más ventaja; con ellos, por ejemplo, adquirió un microtomo automático de Reichert, que le prestó inestimables servicios, substituyendo con él la vulgar navaja barbera, único microtomo que hasta entonces había utilizado y para cuyo manejo había adquirido ciertamente bastante habilidad. Más adelante y como merecido galardón material y espiritual por sus estudios sobre el cólera de 1885, de los que ulteriormente daremos cuenta, recibió de la Diputación de Zaragoza un magnífico microscopio Zeiss.

Realmente, en los comienzos de sus exploraciones por el extenso campo de la micrografía, no se advirtió en Cajal una preferencia marcada hacia los estudios histológicos en general y del sistema nervioso en particular, que fueron los que más tarde habían de ocupar casi por completo sus actividades; al principio, en efecto, igual atractivo presentaban para él, como lo demuestran sus trabajos, los temas de anatomía patológica, que los de histología pura, como los de bacteriología; y así de sus primeras monografías, una versa sobre la génesis inflamatoria, otras sobre diversas cuestiones de estructura normal de los tejidos, y otras sobre el microbio del cólera.

¿Por qué razón abandonó el futuro histólogo los terrenos de la bacteriología, y dirigió sus pasos

por el reino de la célula, los cuales indudablemente no le reportarían resultados tan ciertos, por lo menos desde el punto de vista de la utilidad práctica? Seguramente Cajal experimentó alguna duda en la elección; pero al fin se decidió por emprender el camino histológico. Según él mismo confiesa en su autobiografía, obra hermosa desde todos los puntos de vista, fué «movido por mis inclinaciones, y sobre todo, por motivos de índole económica, por lo que escogí la discreta senda histológica, la de los goces tranquilos. Sabía bien que por angosta jamás podría recorrerla en carroza; pero me sentiría dichoso asistiendo en un rincón y en el olvido de todos, al espectáculo cautivador de la vida animal íntima y escuchando embelesado, desde el ocular del microscopio, los rumores de la bulliciosa colmena que todos llevamos dentro. En cuanto á la razón económica aludida, no es otra que lo oneroso de los trabajos bacteriológicos.

La Histología es ciencia modesta y barata. Adquirido el microscopio, redúcese el gasto á reponer algunos reactivos poco dispendiosos y á procurarse de vez en cuando tal cual rana, salamandra ó conejo. Pero la Bacteriología es ciencia de lujo. Su culto requiere toda una Arca de Noé de víctimas propiciatorias. Cada experimento encaminado á fijar el poder patógeno de un germen, ó la acción de toxinas y vacunas, exige una hecatombe de conejos, conejillos de Indias, á veces de carneros y de mamíferos más corpulentos. Súmese á esto el dineral que cuesta la cría y reposición de tantos animales de experimentación, amén del gasto de gas in-

dispensable al régimen de autoclavos y estufas de esterilización é incubación.

Tal fué la consideración, harto prosaica y terrena, que me obligó á guardar fidelidad á la religión de la célula y á despedirme con pena del microbio, al cual, sólo de tarde en tarde, con ocasión de análisis periciales ó de investigaciones comprobatorias, me digné saludar, penetrado de ese afecto respetuoso, no exento de envidia, con que saludamos al amigo millonario, de quien nuestra inopia nos aleja irremediabilmente.»

Ya en este camino, no tardó Cajal en acometer la empresa de publicar una obra extensa de *Histología y técnica micrográfica*, persiguiendo con ello varios propósitos; principalmente «el patriótico anhelo de que viera la luz en nuestro país un tratado anatómico que, en vez de concretarse á reflejar modestamente la ciencia europea, desarrollara en lo posible doctrina propia, basada en personal investigación. Sentíame avergonzado y dolorido al comprobar que los pocos libros anatómicos é histológicos, no traducidos, publicados hasta entonces en España, carecían de grabados originales y ofrecían exclusivamente descripciones servilmente copiadas de las obras extranjeras». En segundo lugar, deseaba el reciente investigador disciplinar su desbordante curiosidad, moldeándola en las rigideces de un programa fijado de antemano.

Y en las exploraciones sistemáticas de Cajal por los dominios de la anatomía microscópica, llegó el turno del sistema nervioso, esa obra maestra de la vida.

La falta de progresos que se advertía en esta parte de la Histología, en relación con los logrados, por ejemplo, en la sangre, tejidos glandulares, el tejido conjuntivo, etc., obedecía principalmente á la escasez de métodos analíticos adecuados, que permitieran el estudio fácil y un poco exacto de las células nerviosas y de sus expansiones. Para observar bien esta estructura en aquel tiempo, había que recurrir á la disociación mecánica aislando las células á fuerza de paciencia y de habilidad mediante un par de agujas de toda la maraña de fibras constitutiva de la *manigua gris* que las rodeaban; fácilmente se comprende, que tratándose de nervios, semejante procedimiento proporcionaba imágenes bastante claras; pero aplicado al análisis de los ganglios y centros nerviosos, constituía empresa tan ardua y laboriosa, que presuponía en los que quisieran acometerla una habilidad exquisita y sobre todo una decidida vocación. Respecto á los métodos de coloración empleados por entonces, aparte de los de aplicación general basados en el uso del carmín y de la hematoxilina, se disponía también de algunos otros que se recomendaban especialmente para el estudio del sistema nervioso; tales eran, por ejemplo, el método de Weigert ó del ácido ósmico para colorear los tubos medulados; asimismo se había aplicado ya el nitrato de plata para teñir las células y fibras nerviosas, pero utilizándole como complemento del proceder de la disociación mecánica, es decir, haciendo actuar la sal de plata antes ó después de disociar los elementos. Un paso casi decisivo, en este terreno de los métodos de coloración del

sistema nervioso, fué dado por el profesor Camilo Golgi, de Pavía, en el año 1880, «favorecido por la casualidad, musa inspiradora de los grandes hallazgos. En sus probaturas tintoriales, notó este sabio, que el protoplasma de las células nerviosas, tan rebelde á las coloraciones artificiales, posee el precioso atributo de atraer vivamente el precipitado de *cromato de plata*, cuando este precipitado se produce en el espesor mismo de las piezas. El *modus operandi*, sencillísimo, reducíase á indurar por varios días trozos de substancia gris en soluciones de *bicromato de potasa* (ó de líquido de Müller), ó mejor aún, en mezcla de bicromato y de solución al 1 por 100 de *ácido ósmico*, para tratarlos después, mediante soluciones diluídas (al 0,75) de *nitrate de plata* cristalizado. Genérase de este modo un depósito de *bicromato argéntico*, el cual, por dichosa singularidad, que no se ha explicado todavía, selecciona ciertas células nerviosas con exclusión absoluta de otras. Al examinar la preparación, los corpúsculos de la substancia gris muéstranse teñidos de negro achocolatado, hasta en sus más finos ramúsculos, que destacan con insuperable claridad, sobre un fondo amarillo transparente, formado por los elementos no impregnados.»

Realmente, antes de Golgi, se aprovechaba ya y lo aprovechaba Cajal, el precipitado de cromato argéntico para colorear las fibras nerviosas, aunque fuera de un modo imperfecto, y por decirlo así, impensado; en efecto, las disociaciones mecánicas de las fibras, se llevaban á cabo previa maceración de la trama nerviosa en disoluciones débiles de bicro-

mato de potasa, y una vez lograda la disociación se aplicaba el nitrato de plata para producir una impregnación de los elementos nerviosos. De esta manera conseguía nuestro histólogo aquellos espectáculos que conmovido describe al referir los efectos experimentados ante la imagen de cada uno de aquellos pulpos de múltiples brazos, verdaderos Briareos que parecían abrírselos en celebridad de haber sido por él conquistados, de haber en él visto consagrada su autonomía, su individualidad y su independencia, que hasta entonces venía supeditada á la estrecha relación de sus consímiles, en que se disolvía cada una de sus individualidades (1).

De todos modos, hasta que Golgi no descubrió su método, no pudo estudiarse con relativa claridad la estructura nerviosa, puesto que gracias á la propiedad selectiva del mismo para determinados elementos, como antes apuntamos, permitió el examen del tejido nervioso por medio de los cortes microtómicos, abandonándose casi totalmente el fastidioso procedimiento de la disociación mecánica con las agujas.

Y sin embargo, el método de Golgi distaba mucho de ser perfecto, tal como era practicado por su autor y por los que le empleaban, ateniéndose escrupulosamente á sus instrucciones. Adolecía prin-

(1) Recordamos á este propósito una frase de un joven lector de los primeros tiempos de la exposición de la doctrina de Cajal. «La diferencia trascendental de la relación de las células nerviosas entre sí, está en que, hasta Cajal, se las suponía unas atadas á otras por las manos y Cajal ha descubierto que se entienden, haciéndose cosquillas, acariciándose y dándose codazos». La frase es burda, pero es gráfica.

principalmente del defecto de proporcionar resultados muy caprichosos, hasta el punto de que el obtener una buena preparación se consideraba una dichosa suerte; pero para lograr ésto, era necesario con frecuencia repetir pacientemente los ensayos, porque á pesar de cumplir rigurosamente la técnica recomendada por Golgi, la mayor parte de las veces sólo se lograban medianas preparaciones.

Compréndese, aun sin necesidad de ser histólogo práctico, con sólo reflexionar con el buen sentido, que los cortes ténues ó microtómicos, dados á través de un *fieltro* (que es á lo que compara Cajal la substancia gris), no es el mejor procedimiento para poder seguir en su longitud y continuidad los filamentos, las prolongaciones, los axones, y en una palabra, los órganos y estructuras que al atravesar extendiéndose por varias capas, han de resultar necesariamente seccionados por la navaja del microtomo, cualquiera que sea su perfección y la habilidad del operador.

La poda transversal de un grupo de árboles, no podrá ser nunca un procedimiento racional para determinar la relación de sus ramos entre sí.

Explícase, pues, que la mayor parte de los investigadores abandonaran pronto el método de Golgi, desanimados por la inconstancia de sus resultados, y que dicho método sólo fuera fructífero en manos de su descubridor y de sus discípulos, que tal vez eran los únicos que continuaban empleándole con afán y con esperanzas. En cambio, Cajal no se dejó llevar por la desilusión, ni se desanimó por la falta de constancia de los resultados;

antes al contrario, y como manifestación demostrativa de su vigorosa voluntad y de su genio investigador, dedicó sus afanes á corregir las imperfecciones del método. Y sus afanes se vieron recompensados mercedamente. El método clásico de Golgi fué perfeccionado por Cajal, transformándole en el *proceder de doble impregnación*, que consiste sencillamente en someter las piezas, una vez extraídas del nitrato de plata, á un nuevo tratamiento por el baño osmio-bicrómico y á otra impregnación argéntica. Merced á esta modificación, fué posible lograr en los órganos, cuya impregnación presentaba el máximo de dificultad, resultados excelentes y casi constantes. Además, observó el histólogo español, que cuanto más joven es un embrión, menos tiempo de induración en la mezcla osmio-bicrómica se requiere para conseguir una buena coloración. Así, mientras Golgi y sus discípulos fijaban las piezas durante cinco ó más días, Cajal no solía pasar de uno. Las modificaciones en las proporciones del ácido ósmico, bicromato, etc., tienen menos importancia.

* * *

Ya en posesión del medio que habría de mostrarle los secretos hasta entonces impenetrables de la estructura del tejido nervioso de los centros, comenzó Cajal á aplicarle á los distintos órganos del sistema. Respecto á esta nueva vía, abierta á los que ya fueron ilimitados progresos del genio de nuestro compatriota, séanos permitida una pausa, en la que apartándonos de la admiración por su obra cientí-

fica, nos deleitemos en el reconocimiento de su intachable fondo moral y de su probidad espontánea de experimentador.

Por punto general nuestros experimentadores y hombres de laboratorio suelen ser *niños grandes*, con los defectos inherentes á la primera edad de la vida, y entre los cuales no suele echarse de menos la presunción, la vanidad y los artificios empleados para el obscurecimiento del mérito ajeno, en beneficio del resalte exclusivo del propio.

Nuestro aragonés, ó sabía instintivamente que no necesitaba incurrir en el manejo de tales resortes, ó no los conocía, ó conocidos, los despreciaba olímpicamente. Es lo cierto, que en la experiencia que la vejez nos da, podemos afirmar que pocas, poquísimas veces, hemos tropezado con personalidades eminentes que, cualesquiera que hayan sido los mimos y halagos que sobre ellas haya derrochado la fortuna, no hayan conservado algún fondo de recelosa emulación ó de rencor no borrado por agravios más ó menos efectivos.

Si el libro de Cajal (*Recuerdos de mi vida*), que tanto hemos releído, nos ha enseñado mucho, juntamente con sus obras didácticas, para llegar al concepto que siempre de él hemos tenido, como sabio y maestro que lo será de otros maestros, tanto más nos ha enseñado en el terreno de la ética, de la probidad científica, de la serena equidad del que sabiendo que tiene una herencia de derecho divino, no le importa decir que ha pasado por períodos de lactancia y de robustecimiento pedagógico. También allí hemos aprendido lo que vale la grandeza del perdonar,

cuando siendo contemporáneos suyos, nos son conocidos amaños y pequeñeces que á su avance se opusieron y de que él ni siquiera hace pasajera mención; antes bien, cuando por accidente tiene que mencionar á los que contra él actuaron como enemigos, lo hace con tal encomio y con tan natural alabanza, que nadie, *que no estuviera en el secreto*, podría suponer la verdad histórica de lo ocurrido.

Una de las demostraciones de esto que afirmamos, está en la referencia hecha por nuestro autor á su relación y conocimiento con el que luego fué transitoriamente émulo suyo, en las oposiciones á la Cátedra de Histología de la Facultad de Madrid.

Nos referimos á Luis Simarro, de quien en sus memorias hace repetida mención nuestro sabio amigo, rindiéndole un justo tributo de consideración que jamás el mérito verdadero ha escatimado al verdadero mérito, cuando ambos anidan en espíritus elevados y generosos.

Como en algún otro momento de este libro nos convendrá hacer referencia á la personalidad de Simarro, perdonémosen una digresión en lo suyo, ya que transcurrido apenas un año de su muerte, parece tan envuelto en el sudario del olvido, que ni las sociedades literarias á que dió vida, ni los amigos más íntimos, ni los discípulos más allegados, dedican el menor recuerdo á tan eximia personalidad.

¿Cómo se desarrolló la afición de Simarro á la histología y á los trabajos micrográficos? Nuestra vieja amistad con el ilustre valenciano, creemos que nos permite presumir de exactitud en esta informa-

ción. Simarro se apasionó á los trabajos micrográficos, con motivo de la epidemia colérica de 1885.

En el verano de este año retoñó la epidemia aparecida el verano anterior en el Mediodía de Francia y algunas localidades del levante de España, y que durante el invierno había permanecido más ó menos aletargada. Ya entonces preocupaba á médicos y epidemiólogos el descubrimiento de R. Koch, según quién, el agente productor del cólera era el bacilo coma ó vírgula. Con la autorización de Olavide, pilotados por Antonio Mendoza y aprovechandõ los elementos del laboratorio del viejo Hospital de San Juan de Dios, convinimos en reunirnos y realizar trabajos comprobatorios y experimentales, Luis Simarro, Leopoldo López García, Alejandro San Martín, Carlos de Vicente y no recuerdo si algún otro, con el que ésto escribe. Dos ó tres meses duraron nuestros trabajos, simultáneos con las preocupaciones de la creciente epidemia, con las discusiones en las sociedades sabias del método preservativo de Ferrán, y aunque parezca cosa indiferente, con el inverosímil acontecimiento de las islas Carolinas, con sus tumultos populares, agravios al escudo de la Embajada alemana, etc., etc.

Encerrados permanecíamos en el laboratorio á lo menos tres ó cuatro horas cada día, alternando con las imprescindibles atenciones que la clientela nos imponía. Por nuestras manos pasaba desde la preparación del más sencillo caldo y de la placa de gelatina más elemental de cultivo, hasta la siembra, el aislamiento de las colonias y los experimentos más ó menos ingeniosos conducentes á aclarar dudas

acerca de los vehículos de transmisión, resistencia del microbio, etc., etc.

De ésto surgió la idea, iniciada por Simarro y San Martín, de establecer el modesto Instituto de la calle de la Gorguera, por no ser ya conveniente ni delicada nuestra permanencia en San Juan de Dios.

Allí nos trasladamos con nuestros microscopios é instrumental, y allí desarrolló Simarro principalmente sus aptitudes de hombre de laboratorio y de investigador perseverante, que continuó luego cultivando con especial aplicación á los estudios de la Histología patológica del sistema nervioso, que más relación tenían con la especialidad por él ejercida.

Todo cuanto con su generosa probidad dice Cajal de este hombre insigne, es absolutamente exacto, con más muchas excelsas y peregrinas condiciones que él no pudo quizás apreciar, por ser diversas las esferas en que sus altos talentos funcionaban.

Simarro era un hombre verdaderamente excepcional. Séame permitida una digresión que estoy cierto de que Cajal leerá con gusto.

En pocas, en poquísimas personas hemos visto en nuestra larga vida y en las variadas esferas de acción á que nuestra versátil atención ha acudido, en raras personas, decía, he visto coincidir un ansia ininterrumpida por leer, saber y aprender, como la que en Simarro dominaba; quizás haya sido el español de su tiempo que más y más variadas cosas haya escudriñado, investigado y aprendido. Para él lo mismo constituía asunto de estudio el descubrimiento, génesis y evoluciones de un microbio infec-

tivo, que un acontecimiento histórico confusamente criticado por los escritores y eruditos.

Su biblioteca era copiosísima. Seguro estoy de que los libreros madrileños no me desmentirán al saber que afirmo que durante la vida de Simarro, ninguna cuenta de particular madrileño era comparable con la que expresaba el importe de los libros por él adquiridos de Ciencia, Literatura, Filosofía, Sociología, y aún amena ficción; y todo lo criticaba y comentaba, porque su vida entera estaba consagrada á este trabajo seguido y perseverante de *endofagia*, de preparación laboriosa para no sé qué producción, cuyo secreto se ha llevado á la tumba, por no creerse nunca preparado para escribir sobre nada.

Dada esta afición á la adquisición de las obras más recientes, su dominio de los idiomas extranjeros, su meticulosa atención á las preparaciones de Histología de los centros nerviosos y su paciente laboriosidad, á nadie puede extrañar lo que Cajal refiere acerca de haberle dado él á conocer los métodos de coloración de Golgi y de haberle mostrado preparaciones muy estimables de la medula del mono. Obtenida esta relación de los dos ilustres investigadores, es una demostración más, de la conveniencia de las relaciones de cultura entre los hombres *inteligentes y probos* que desinteresadamente se dedican á un mismo género de estudios.

Aquellas bellas preparaciones que Simarro le mostró, decidieron á Cajal á ensayar con grandes esperanzas el método de Golgi, base futura de sus descubrimientos.

Pero también Simarro fué uno de los que abandonaron, ó por lo menos descuidaron, el empleo perseverante de los procedimientos del histólogo de Pavía. Mientras que Cajal, perseverando en ellos, modificándolos y perfeccionándolos, llegó á los resultados prodigiosos que comenzamos ya á referir.

* * *

El cerebelo fué el órgano en donde comenzó Cajal á recoger los frutos que su perfeccionamiento del método crómo-argéntico de Golgi, le proporcionó. En este órgano descubrió de modo palpable y con un aspecto seductor, el *modo real de terminación de las fibras nerviosas en la substancia gris*, lo cual constituía el principal enigma de la organización del cerebro. Hasta aquella fecha (1888), se había seguido el trayecto á mayor ó menor distancia de las fibras nerviosas de la substancia gris, pero nadie había sido testigo de su modo de terminar.

Por lo que respecta al cerebelo, lo que se conocía antes de Cajal acerca de su estructura, se reducía á lo siguiente: por el corte transversal de una laminilla cerebelosa, aparecían tres capas superpuestas: la más superficial, de substancia gris, llamada *capa molecular*; la segunda, gris, amarillenta ó rojiza, *capa de los granos* ó granulosa; la más profunda, situada en el eje de cada laminilla, denominada *zona de substancia blanca* (fig. 5.^a). «En la *zona molecular* se describía una capa granujienta, sembrada de pequeños corpúsculos nerviosos de forma indeterminada. En la *zona de los granos* se señala-

ba la existencia de unos corpúsculos pequeños, abundantísimos, mas sin poder definir su naturale-

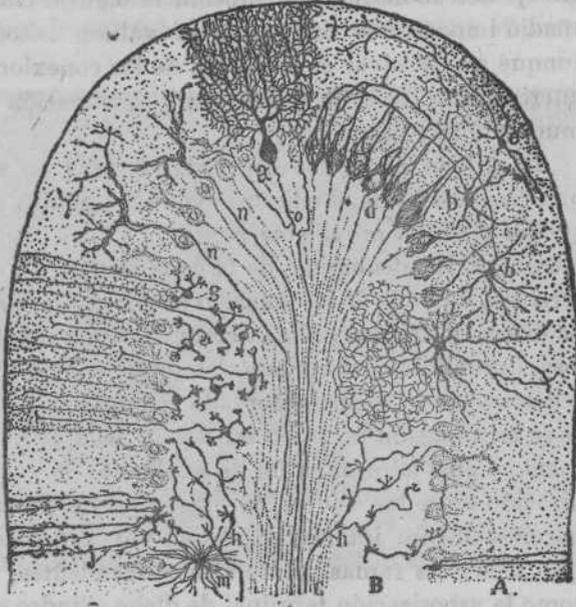


Fig. 5.ª

Corte transversal semi esquemático de una circunvolución cerebrosa de mamífero. — A, zona molecular; B, zona de los granos; C, zona de la substancia blanca; *a*, célula de Purkinje vista de plano; *b*, células estrelladas pequeñas de la zona molecular; *d*, arborizaciones finales descendentes que rodean las células de Purkinje; *e*, células estrelladas superficiales; *g*, granos con sus cilindros-ejes ascendentes bifurcados en *i*; *h*, fibras musgosas; *j*, célula neuróglia de penacho; *n*, fibras trepadoras; *m*, célula neuróglia de la zona de los granos; *f*, células estrelladas grandes de la zona de los granos. (Cajal.)

za. Y entre ambas zonas se sabía que existían unas células grandes, ovoideas (células de Purkinje), cu-

yas expansiones protoplásmicas se perdían, ignorándose cómo, en la capa molecular, y cuyo cilindro-eje descendía hasta la substancia blanca. Golgi añadió importantes datos con su valioso método, aunque sin resolver el problema de las conexiones intercelulares, ni el de la marcha y terminación de muchas fibras nerviosas».

Pues bien, Cajal vió con toda claridad en sus preparaciones, que el cilindro-eje de las células pequeñas ó *células estrelladas pequeñas*, como actualmente se las denomina, de la capa molecular del cerebelo, después de un trayecto más ó menos largo de dirección transversal á la circunvolución cerebelloso, durante el cual emite colaterales ascendentes y descendentes, hecho observado ya por Golgi, pero cuya terminación no pudo ser demostrada por este sabio, el cual admitía, á fin de explicarse la comunicación entre las células, la existencia de una red nerviosa difusa intersticial; Cajal vió, repetimos, que todas las ramas colaterales descendentes, así como la arborización terminal de dicho cilindro eje, constituyen, ramificándose alrededor de los cuerpos de las células de Purkinje, un plexo espesísimo, íntimamente superpuesto al protoplasma; de suerte que cada cuerpo celular está forrado por una especie de cesto de ramificaciones nerviosas terminales, excesivamente espesas y varicosas (fig. 6.^a). Kölliker, el venerable patriarca de la histología alemana, como cariñosamente le llama Cajal, confirmó más tarde la existencia de tan singulares arborizaciones y las dió el nombre de *Endkörben* (*cestos terminales*). Descubre también Cajal, en el cerebelo (para

editar desde luego sus descubrimientos de mayor trascendencia), el axon delicadísimo de los *granos*, células pequeñísimas que forman una masa muy apretada por debajo de la zona molecular; el axon

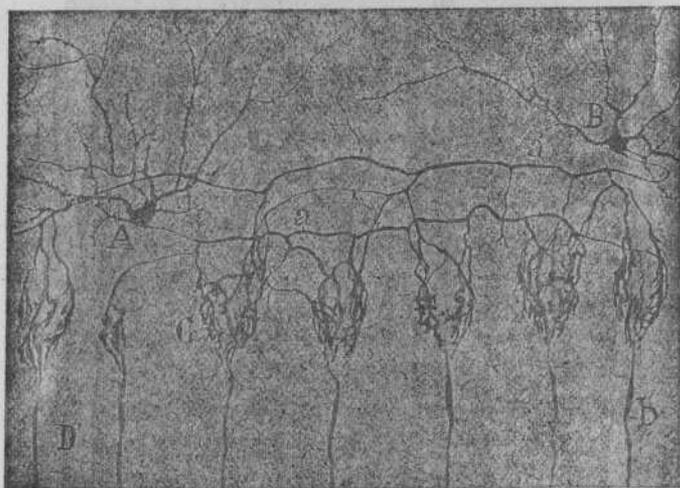


Fig. 6.^a

Corte transversal de una lámina cerebelosa. Figura semi-esquemática.— A y B, células estrelladas de la capa molecular (células de *cesta*), cuyo axon (a) genera nidos terminales en torno de las células de Purkinje (c); b, axon de estos últimos corpúsculos. (Cajal.)

de estos elementos, asciende á la capa molecular y á diversas alturas de la misma, se divide en T, ó sea en ángulo recto, produciendo dos sutilísimas ramas orientadas en opuesto sentido, que constituyen fibras longitudinales, paralelas á la dirección de la laminilla cerebelosa y que no emiten ninguna colateral (fig. 7.^a); su descubridor las denominó por

esta razón, *fibras paralelas*; además, puesto que las arborizaciones protoplasmáticas de las células de

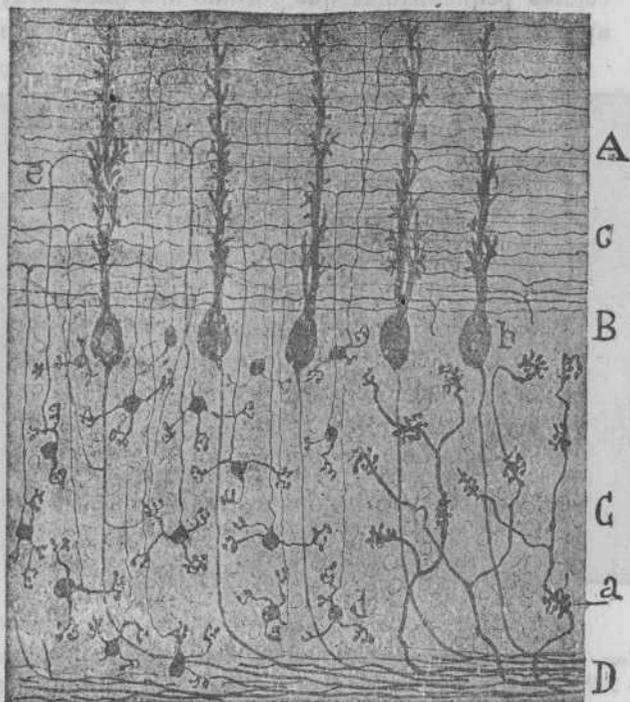


Fig. 7.ª

Corte longitudinal de una circunvolución cerebelosa. — A, capa molecular; B, capa de las células de Purkinje; C, capa de los granos; D, substancia blanca; a, rosáceas de las fibras musgosas; b, soma de las células de Purkinje; c, fibrillas paralelas; d, granos con su axon ascendente; e, división de este axon. (Figura semiesquemática.) (Cajal.)

Purkinje son aplanadas y presentan una orientación transversal perfecta, de tal modo que si la laminilla

cerebelosa es seccionada á lo largo, todas las células de Purkinje aparecen de perfil, resulta que las fibras paralelas son perpendiculares al ramaje de dichas células.

Otro hallazgo importantísimo, por su significación fisiológica, fué el de las *fibras trepadoras*.

«Estos robustos conductores emanan de las agrupaciones celulares ó ganglios de la protuberancia; invaden el eje blanco central de las láminas cerebelosas; cruzan sin ramificarse la capa de los granos; asaltan después el plano de las células de Purkinje y costean, en fin, el soma y tallo principal de estos elementos, á los cuales se adaptan estrechamente. Arribadas al nivel de los primeros brazos del citado tronco dendrítico, descomponense en plexos paralelos serpenteantes, que ascienden á lo largo de las ramas protoplásmicas, á cuyo contorno se aplican, al modo de la hiedra ó de las lianas al tallo de los árboles» (fig. 8.^a).

No fueron éstos los únicos descubrimientos de Cajal en aquella parte del encéfalo; además de los mencionados, descubrió por vez primera la disposición de las expansiones de los *granos*, de los elementos celulares que dan nombre á la 2.^a capa, de las tres en que para mayor comodidad descriptiva se divide convencionalmente á la laminilla cerebelosa. Los *granos* del cerebelo son células nerviosas de pequeñísimo tamaño, lo cual justifica su nombre; Golgi las había estudiado y describía en ellas la existencia de expansiones, pero de un modo poco preciso, á todas luces incompleto. Cajal demostró terminantemente con sus preparaciones que

los *granos* poseen tres ó cuatro expansiones protoplasmáticas ó dendritas, de corta longitud, que terminan ramificándose, formando una arborización re-

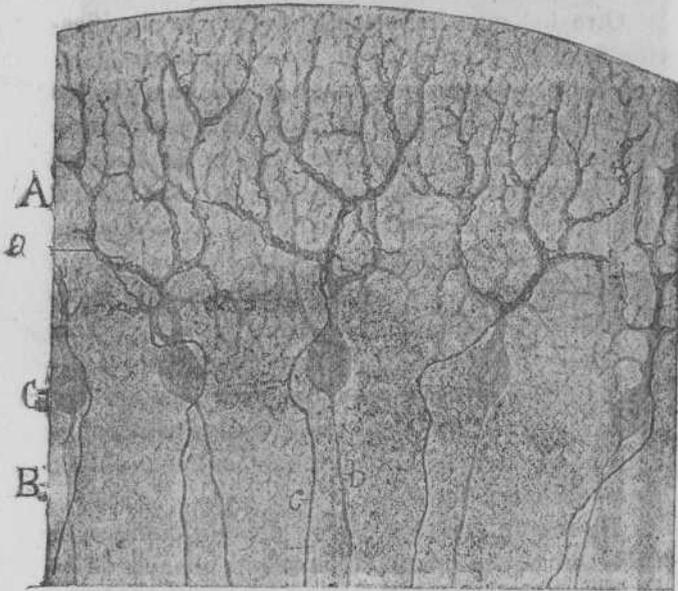


Fig. 8.^a

Trozo de un corte transversal de una circunvolución cerebelosa.—A, capa molecular; B, capa de los granos; C, células de Purkinje; a, arborización trepadora; b, axon de Purkinje; c, cilindro eje llegado de la substancia blanca y ramificado sobre las dendritas de las células de Purkinje, constituyendo la terminación característica que le da el nombre de *fibra trepadora*. (Cajal).

ducida, digitiforme, independiente para cada expansión. La expansión nerviosa ó funcional del grano es la que, bifurcándose, origina las fibras paralelas ya señaladas. Pues bien, las arborizaciones digiti-

formas de los granos reciben el contacto de unas fibras nerviosas especiales, descubiertas por Cajal y denominadas por él mismo *fibras musgosas*, fibras ascendentes ó centrípetas que presentan, tanto en su cabo final como en sus ramas colaterales, ciertas eflorescencias ó *rosáceas*, de apéndices cortos, tuberosos, libremente terminados (fig. 7.^a, a).

Por último, en el cerebelo descubrió también el sabio español, las *espinas peridendríticas*, especie de vello de finísimos y cortos apéndices que cubren á todas las dendritas y expansiones protoplasmáticas en general; este hecho, junto con otros varios, distingue perfectamente á las dendritas, del cilindro-eje, el cual es completamente liso y siempre está desprovisto de tales espinas.

* *

Aunque sólo sea someramente, puesto que más adelante hemos de dedicar á ello la atención merecida, queremos hacer notar la importancia capital de estos descubrimientos del cerebelo, aunque en realidad, son una parte pequeña dentro de la totalidad de la labor científica de Cajal; aquellos primeros descubrimientos tuvieron por sí solos el alcance de destruir todas las falsas doctrinas relativas al asunto y de establecer una nueva teoría del funcionamiento del sistema nervioso, que por estar fundada en hechos de observación de incommovible firmeza y de maravillosa fuerza demostrativa, llevó á su lado á los sabios más eminentes, despertando en sus compatriotas un sentimiento de admirativo orgullo por el hombre que, desde su mesa de tra-

bajo, se constituía por sí mismo y sin discusión de ninguno, en egregio representante ante el mundo científico, de la vigorosa semilla encerrada en la raza española. Por otra parte, aquellos descubrimientos tuvieron una consecuencia en otro sentido, cuyo valor no es, ni mucho menos, despreciable; desde aquel momento Cajal tuvo su escuela.

Reflexiónese un poco, con el pensamiento fijo en la Fisiología y la vista sobre las figuras que representan la disposición real, en las intimidades recónditas del cerebelo, de los cestos terminales y de las fibras trepadoras. De la contemplación de unos y de otras, pero especialmente de estas últimas, surge en el ánimo la idea de que los impulsos nerviosos se transmiten por contacto y no se duda en desechar como inverosímil é inútil la existencia de las redes difusas intercelulares supuesta por Golgi. Considérese que los cestos terminales no son más que el resultado de la ramificación final del cilindro eje de una célula estrellada pequeña de la capa molecular y se comprenderá en seguida el concepto de la unidad anatómica y fisiológica de la célula nerviosa, denominada por ello *neurona*. Ya no tiene razón de ser la división de los elementos esenciales de la constitución del sistema nervioso en fibras y células; no hay más que células con sus expansiones, unas protoplásmicas y otras funcionales; los mismos nervios macroscópicos, que en esencia no son más que un voluminoso haz de miles de cilindro ejes, no representan, por lo tanto, más que el conjunto ordenado con miras á la más perfecta transmisión, de los finísimos conductores por donde

pasan velozmente, sin confundir el camino, las admirables y múltiples ondas enviadas misteriosamente por las, al parecer, tranquilas células nerviosas, desde lejanos y escondidos parajes cerebrales.

Puede afirmarse, que la mayor parte de la obra de Cajal está constituida por las investigaciones que emprendió para comprobar la verdad de la hipótesis de la transmisión por contacto de los impulsos nerviosos, sugerida espontáneamente por la contemplación microscópica de los cortes de cerebelo. Esta labor de contraste fué extensísima, recayendo sobre todos los órganos del sistema nervioso y aplicando procedimientos distintos que el del cromato de plata. Naturalmente, la teoría del contacto se confirmó en todas estas exploraciones, con la ventaja de proporcionar una cantidad grande de datos nuevos, acerca de la estructura particular de cada parte del sistema nervioso.

*
* *

Resaltan por su excepcional interés y por lo mucho que contribuyeron á la gloria de su autor, los hallazgos en la retina y en la medula espinal, primeros territorios en los que llevó á cabo Cajal sus investigaciones de comprobación.

Ya indicamos al principio del libro (1) el estado en que se encontraba el conocimiento de la estructura de la retina hacia el año 1877; ulteriormente, las granulaciones groseras que constituían varias de las distintas capas que se describían [en esta mem-

(1) Véase la pág. 38.

brana fueron mejor estudiadas y quedó demostrado que se trataba de verdaderas células.

Para mayor comprensión de los lectores, no enterados de esta cuestión, creemos útil exponer previamente las capas que se estudian actualmente en la retina, después de los trabajos, no sólo de Cajal, sino además, de otros muchos investigadores. Estas capas son diez, y contando de dentro á fuera del ojo, son: 1.^a, *limitante interna*; 2.^a, *de las fibras del nervio óptico*; 3.^a, *capa de células ganglionares*; 4.^a, *capa plexiforme interna*; 5.^a, *capa de las células bipolares*, ó de los *granos internos*; 6.^a, *capa plexiforme externa*; 7.^a, *capa de los cuerpos de las células visuales*, ó zona de los *granos externos*; 8.^a, *capa limitante externa*; 9.^a, *capa de los conos y bastones*, y 10.^a, *capa pigmentaria*.

Antes de pasar adelante, deseamos hacer notar el hecho de que los conos y bastones están colocados á contraluz, es decir, que se encuentran situados profundamente cerca de la coroides, separados por tanto por las demás capas retinianas, del humor vítreo, por donde la luz llega. Este hecho, sobre el que pasan muy ligeramente los autores, parece contrario á los dictados de la lógica y, sin embargo, tiene su explicación (1): «la Naturaleza se ha preocupado de asegurar la visión de los animales con todas sus iluminaciones; si los aparatos fueran poco susceptibles, sólo se impresionarían por las grandes intensidades y la visión únicamente sería posible á la luz meridiana; si, por el contrario, fueran delicadísimos

(1) Gómez Ocaña: «Fisiología humana», 5.^a edición, pág. 491.

y aptos para impresionarse con luces muy débiles, como la de los crepúsculos, los animales cegarían á pleno sol. Cierto que los hay, los ratones y mochuelos, lechuzas, etc., que se deslumbran y ciegan por la luz del mediodía; pero otros, el hombre entre ellos, ven con iluminaciones de intensidad muy variable. Y es que los aparatos de impresión, los bastones en particular, muéstranse extraordinariamente susceptibles á las vibraciones luminosas y para defenderse del exceso aparecen vueltos hacia la coroides, no recibiendo más luz que la que esta membrana refleja».

Puntualizada esta cuestión, volvamos á los trabajos de Cajal sobre la retina. Cuando el histólogo español comenzó sus investigaciones comprobatorias de la hipótesis del contacto, utilizó primeramente la retina de las aves (1888); más tarde, en 1891, exploró la de los mamíferos. En frase tan poética como modesta, dice Cajal que esta membrana, la retina, «mostróse siempre conmigo generosa». En efecto, en la de las aves, demostró, aparte de otros hallazgos, que los conos y bastones se terminan libremente al nivel de la capa plexiforme externa, articulándose con el penacho exterior de las células bipolares. La hipótesis del contacto quedó por tanto confirmada en este órgano y se confirmó también en la retina de los mamíferos; pero al mismo tiempo puso de relieve Cajal otros detalles importantísimos, que unidos á los debidos á otros autores (Tartuferi, Dogiel), sirvieron para dejar establecido de un modo concreto la estructura de la membrana visual y la marcha de las impresiones luminosas en la misma.

Los conos y bastones que forman la llamada *membrana de Jacob*, tienen atributos distintos; el *cono* está destinado á la visión diurna y de los colores; y el *bastoncito*, á la visión crepuscular ó incolora. La imagen proporcionada por estas últimas células es un tanto borrosa y está desprovista de detalles, comparándola Cajal, en principio, á una fotografía común desenfocada; así se explica, que en la foseta central, región de la máxima acuidad visual, no existan bastones. En cambio, la impresión de los conos, elementos particularmente concentrados en la *fovea centralis*, da lugar á la formación de imágenes perfectas, coloreadas, finas y brillantes, semejantes á una fotografía en colores. En unos animales dominan los conos y en otros los bastones, según el ambiente en que habitan (aves nocturnas y diurnas, peces, reptiles, etc.). «Por singular privilegio, reúne el hombre la visión cromática del águila y la crepuscular del pez». Según los autores contemporáneos de Cajal (principalmente Tartuferi y Dogiel), los conos y bastones terminarían á nivel de la zona plexiforme formando redes. Pero el sabio español demostró también en los mamíferos, como lo había hecho en las aves, que terminan libremente (figs. 9.^a y 10); ahora bien, en la retina de los mamíferos demostró además Cajal, que la terminación libre presentaba una disposición diferente para cada elemento; los bastones terminan por una esférula libre y, en cambio, los conos rematan á favor de una expansión espesa que se ramifica formando una especie de brocha de raicillas horizontales ramificadas (véase fig. 10). Fijado este punto

importante, pensó Cajal, que puesto que la impresión recibida por el bastoncito es diferente de la recolectada por el cono, cada una de estas impresiones específicas debía propagarse necesariamente

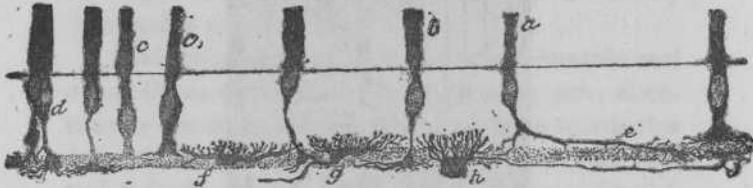


Fig. 9.ª.

Retina de las aves. — *a, b y d*, variedades de conos; *c*, bastones; *h*, células horizontales.

por cauce diferente, pues de lo contrario, no tenía objeto la ingeniosa disposición con que la Naturaleza ha facilitado la clara visión de los colores. Tar-
tuféri y Dogiel que trabajaban sobre el mismo tema, á la par de Cajal, afirmaban que las células bipolares, que recogían inmediatamente las impresiones de los conos y bastones, á favor de la red intermedia, eran además todas del mismo tipo; si fuera así, lógicamente había que pensar que las distintas impresiones recogidas en la *membrana de Jacob*, al llegar á la capa de las células bipolares, se confundirían, corriendo juntas por los mismos cauces, unidas las impresiones del color y la del blanco y negro. La opinión de Cajal, de la existencia de cauces diferentes para las distintas impresiones visuales, nacía, ante todo, del principio fundamental de la especificidad de los conos y bastones, antes indicada y admitida desde la época de J. Müller y

M. Schültze; después, se reforzó más su creencia por su descubrimiento de la diferente terminación de estas células. Así es que, consciente de lo que

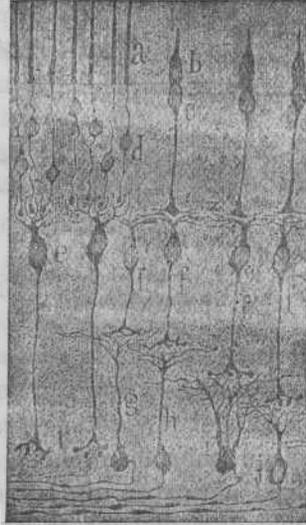


Fig. 10.

Células de la retina de un mamífero (esquema destinado á mostrar los sendos cauces al través de la retina, del impulso recogido por los conos y bastoncitos). — *a*, bastones; *b*, conos; *c* y *d*, cuerpos de los conos y bastones, respectivamente; *e*, células bipolares para bastones; *f*, células bipolares para conos; *g* y *h*, células ganglionares destinadas respectivamente al primero y segundo piso de la capa plexiforme interna; *i*, *j*, ganglionares ramificadas en los pisos inferiores; *r*, pies terminales de las bipolares de bastón.

buscaba, dióse á explorar afanosa y reiteradamente la retina de peces y mamíferos, animales donde la diferenciación entre conos y bastones llega al máximo, convencido de que «cuando se discurre con

sentido común y alzamos el mazo resueltos á una acción vigorosa, la naturaleza acaba por oírnos». Y efectivamente, y como premio á su fe, aparecieron clarísimos y resplandecientes aquellos dos tipos de corpúsculos bipolares «exigidos por la teoría y adivinados por la razón».

Si el hallazgo impensado de la terminación real de las fibras nerviosas en la substancia gris, al encontrar las fibras trepadoras y los cestos terminales del cerebelo, produjo en Cajal la emoción inherente á todo descubrimiento trascendente no esperado, creemos que el encuentro de los dos tipos de células bipolares debió producirle una satisfacción tan íntima y unos momentos de tan agradable alegría, que seguramente tuvieron para él más valor personal que la gloria proporcionada por sus primeros descubrimientos. Así nos parece poder presumirlo, por la lectura de los breves párrafos en que da cuenta de este hallazgo tan fervorosamente perseguido. Al repasarlos, experimentamos también nosotros una sensación de conmovedor regocijo, influidos poderosamente por la fuerza evocadora que encierran y que deja adivinar la sincera emoción del que los escribió. Y es que el logro de los anhelos, aunque sean pequeños, cuando son afanosamente perseguidos en lucha con las dificultades que de ellos nos separan, proporciona una satisfacción más noble y más honrada que el hallazgo fortuito ó la consecución fácil de las cosas más trascendentales.

Descubrió Cajal, pues, dos tipos de células bipolares; las *células bipolares para conos* y las *células bipolares para bastones*. Estas últimas poseen un pe-

nacho protoplasmático ascendente fino, que termina libremente, poniéndose en contacto con un grupo de esférulas terminales de los bastoncitos; y en cuanto á su prolongación cilindro-axil ó descendente, se articula mediante una terminación libre verrugosa, con el cuerpo de las células ganglionares (véase fig. 10, *r*). Las células bipolares para cono terminan al nivel de la zona plexiforme externa (lo mismo que las de los bastones), pero articulándose con las terminaciones ramificadas de los conos; y en cambio, su axon desciende hasta ramificarse horizontalmente al nivel del ramaje terminal de cualquiera de las células ganglionares, medianas y pequeñas (véase la fig. 10, *f*).

Otro descubrimiento importante en la retina de los mamíferos, se refiere al axon y arborización nerviosa terminal de los diversos tipos de *corpúsculos horizontales*—células estudiadas también por Krause, Schiefferdecker, y más tarde por Tartuferi y Dogiel.—En los mamíferos estas células forman dos variedades: *células horizontales pequeñas ó externas* y *células horizontales grandes ó internas* (figura 11, *a, b, c*). Las *pequeñas* son aplanadas y yacen inmediatamente debajo de la zona plexiforme externa. De su periferia brotan numerosas expansiones divergentes y ramificadas que constituyen, debajo de los pies de los conos, un plexo muy tupido. El cilindro-eje es fino, dirígese horizontalmente por la zona referida y á distancia variable acaba ramificándose en algunas ramitas terminales, emitiendo en su trayecto numerosas colaterales ramificadas y libres (fig. 11, *a*). Las células horizontales

grandes son de mayor tamaño que las anteriores; sus expansiones protoplásmicas ó dendritas son espesas, cortas, terminando á favor de ramitas cor-

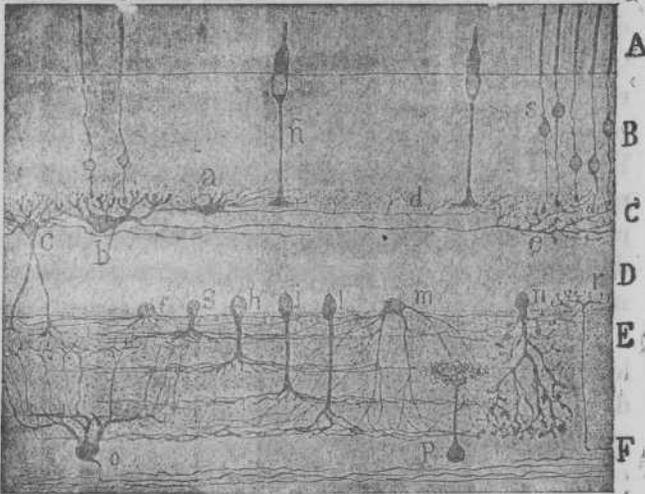


Fig. 11.

Corte perpendicular de una retina de mamífero. A, capa de los conos y bastones; B, capa de los cuerpos de las células visuales, ó de los granos externos; C, plexiforme externa; D, capa de las células bipolares (no representada en esta figura); E, plexiforme interna; F, células ganglionares y fibras del nervio óptico; *s*, cuerpo de los bastones; *ñ*, cuerpo de los conos; *a*, célula horizontal pequeña; *b*, célula horizontal grande; *c*, horizontal con expansión protoplásmica descendente; *d*, *e*, axones de las células horizontales terminados en la capa plexiforme externa; *f*, *g*, *h*, *j*, *l*, *m*, *n*, diversos tipos de células amacrinas ó espongioblastos; *p*, amacrinas dislocadas; *e*, célula ganglionar bi estratificada; *r*, fibras centrifugas.

tas, digitiformes y ascendentes. El cilindro-eje fué visto por Tartuferi; después Dogiel dijo de él que tras un curso horizontal variable, descendería bruscamente á través de las capas retinianas para con-

tinuarse con una fibra del nervio óptico; pero Cajal demostró, que tales cilindro-ejes no bajan nunca de la zona plexiforme externa, sino que después de un trayecto larguísimo, se terminan en ella á favor de una arborización varicosa de enorme extensión. Cada fibra de semejante ramificación, envía hacia el piso de las esférulas de los bastoncitos una ramita corta acabada por una varicosidad (fig. 11, e). Existe otra variedad de estas células grandes, caracterizada además de las propiedades indicadas, por exhibir una ó dos expansiones protoplasmáticas descendentes, que se ramifican en la zona plexiforme interna (fig. 11, c).

Dió también Cajal una descripción perfecta de los *spongioblastos*, á los que designó con el nombre de *células amacrinas*, atendiendo á que lo característico de estos elementos es carecer de cilindro-eje, ó expansión larga como demostró Dogiel (*a*, partícula privativa; *macro*, largo, é *inos*, fibra). Habitan en la parte más profunda de la zona de los granos internos y sus expansiones todas se dirigen hacia abajo, ramificándose en la zona plexiforme interna, pero lo hacen á diversas alturas, por lo cual existen diferentes planos ó pisos de arborización (fig. 11, *f, g, h, m, n* y fig. 13); además de las amacrinas que sólo suministran ramitas para un piso ó *estratificadas*, describió Cajal otras cuyas expansiones se distribuyen por casi todo el espesor de dicha zona, por lo que propuso el nombre para ellas de *amacrinas difusas* (fig. 11, *m* y *n*); sin embargo, la mayor parte de las ramitas de éstas, se acumulan en el piso más inferior. En cada piso de

la capa plexiforme interna, determinado por las arborizaciones de las células amacrinas, vienen á converger por debajo extensas ramificaciones horizontales, formadas por las expansiones protoplásmicas de las células ganglionares. Por último, describió también el sabio investigador español, en la retina de las aves, un tipo especial de espongioblastos, llamado *espongioblastos de asociación*, por relacionarse mediante sus expansiones con grupos de células amacrinas; al soma de estos espongioblastos de asociación, vienen á terminar libremente las *fibras centrifugas* de la retina, otro descubrimiento de nuestro compatriota, y que son una categoría especial de fibras del nervio óptico, cuyo origen es preciso buscar en los centros ópticos; este hecho interesante ha servido de base, entre otras concepciones fecundas, á la teoría de los *nervo-nervorum* de Duval (fig. 12, e, b, d, f y fig. 11, r).

Las *células ganglionares* poseen un cilindro-eje que se continúa con una fibra del nervio óptico, y sus expansiones protoplásmicas parten exclusivamente de la cara superior del soma, arborizándose en plexos horizontales á diferentes alturas de la capa plexiforme interna, entrando en contacto con la arborización de las células amacrinas y de las células bipolares (fig. 13). Según la forma de la arborización protoplásmica se dividen las células ganglionares en *monoestratificadas*, *poliestratificadas* y *difusas*; en las poliestratificadas el ramaje protoplásmico forma dos ó más plexos concéntricos, correspondientes á igual número de pisos de la capa plexiforme interna (figs. 11, o, 12, B, C y 13).

Por tanto, la capa plexiforme interna representa el punto de empalme de tres especies celulares: los *espongioblastos*, las *células bipolares* y los *corpúsculos ganglionares*.

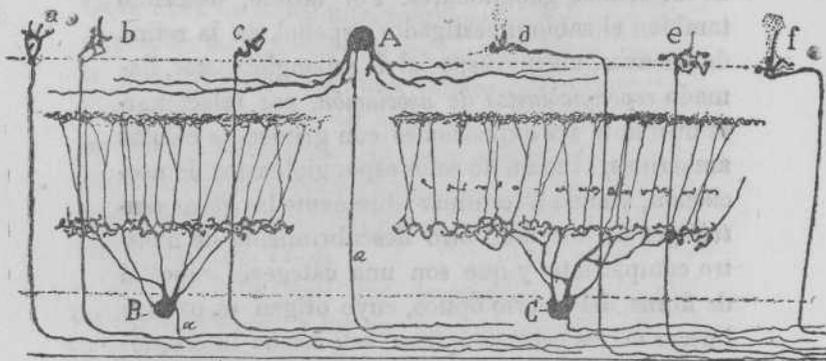


Fig. 12.

Algunos tipos de células ganglionares (B, C) de la retina de las aves; e, b, d, f, arborización final de las fibras centrifugas.

Otros descubrimientos de Cajal en la retina se refieren á las células de Müller, estableciendo definitivamente su naturaleza epitelial.

*
* *

La medula espinal había sido objeto, antes de Cajal, de cuidadosas y repetidas exploraciones para conocer su estructura, por numerosos investigadores (Deiters, Clarke, Ranvier, Kölliker, Golgi); desde el punto de vista fisiológico, fué también examinada en la época anterior á Cajal (1880-1886) por toda una pléyade de fisiólogos y de anatomopató-

logos, especialmente desde que se conoció el método de las *degeneraciones secundarias*; merecen citarse, por la importancia de sus trabajos sobre esta cuestión, Waller, Türk, Charcot, Bouchard, Loewenthal y Münzer; dicho método, junto con el de

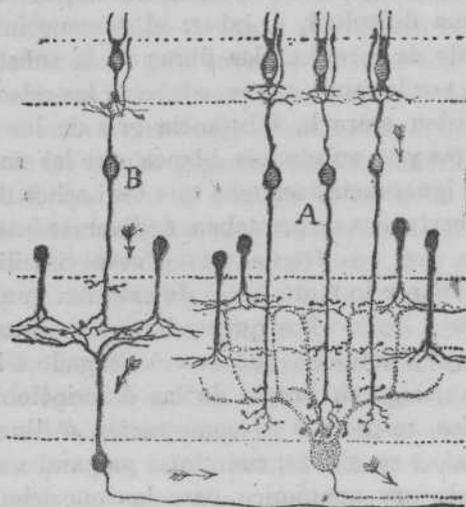


Fig. 13.

Esquema donde se muestran las conexiones entre las diversas neuronas de la retina de las aves y la marcha del impulso nervioso.

A, B, células bipolares. (Cajal).

las *atrofias* de Guden y Forel, contribuyeron mucho para fijar el carácter motor ó sensitivo de gran número de nervios, y para diferenciar en el mismo espesor de la medula, vías ó trayectos independientes, constituidos por fibras de idéntica conducción (*vía piramidal* ó de los movimientos voluntarios,

vía cerebelosa ascendente, cordón de Goll, etc.; ver fig. 1.^a, pág. 42); también se localizaron así, aunque solamente *grosso modo*, algunos núcleos de origen de los nervios motores ó centrífugos y otros de terminación de los sensitivos ó centrípetos.

Sin embargo, siempre se había tropezado con la misma dificultad, á saber: el desconocimiento del modo de terminar las fibras en la substancia gris, y, por lo tanto, no se conocían las relaciones que existen entre la substancia gris de las astas medulares y la substancia blanca que las rodean. De esta ignorancia resultaba que los hechos fisiológicos observados se prestaban á diversas interpretaciones que con frecuencia no eran conciliables entre sí, y, por lo tanto, no es de extrañar que haga notar Cajal los muchos quebraderos de cabeza que le produjo el esfuerzo que se vió obligado á hacer para sacar algo en limpio de las descripciones de los sabios, respecto á la composición é itinerario de las raíces sensitivas; cuando se preparaba el entonces obscuro anatómico para las oposiciones á cátedra, llegó á reunir tres esquemas perfectamente inconciliables, tomados de los textos neurológicos en boga.

En la fig. 1.^a, tomada de uno de estos textos, puede darse cuenta el lector de los principales errores y deficiencias que se padecían en aquella época. En el seno de la substancia gris se admitía la existencia de una red difusa (*C, g*), formada, según Gerlach, por las extremidades de las dendritas y las arborizaciones finales de los cilindros ejes de las raíces posteriores ó sensitivas. En cambio, para

Golgi, la red resultaría solamente de las ramificaciones cilindroaxiales. Los axones de las células nerviosas medulares de mayor tamaño, se suponían, por mera conjetura, en continuación con las fibras de la substancia blanca (fig. 1.^a *g*); pero estos conductores son escasísimos, si se comparan con el formidable número de fibras que existen en el seno de la substancia gris, cuyas relaciones con la substancia blanca quedaban, por lo tanto, desconocidas. En las raíces anteriores se reconocía la salida del axon de las células gigantes del asta anterior (figura 1.^a *H*, *b*), pero se comete el error de admitir cilindro-ejes cruzados, procedentes de las células gigantes del asta del lado opuesto (fig. 1.^a, *a*). En la región de la columna de Clarke, se admitía la existencia de unos corpúsculos desprovistos de dendritas, con dos únicas prolongaciones nerviosas, una dirigida hacia el cordón lateral, donde constituiría la *vía cerebelosa ascendente*, y la otra escaparía de la medula por las raíces posteriores, terminando en las células de los ganglios raquídeos (fig. 1.^a, *G*, *C*). Por último, las fibras de las raíces posteriores tendrían diversos destinos; además de las últimamente mencionadas, terminadas en la columna de Clarke, el haz más importante se ramificaría en el asta posterior, en la red difusa de Gerlach ó de Golgi (fig. 1.^a *B*); otro fascículo, sin ramificarse en la substancia gris, trazaría un codo para ingresar en el cordón de Burdach, donde seguiría un trayecto ascendente (*d*); finalmente, algunas fibras ganarían las comisuras y el espesor del asta anterior.

••••• Cajal abordó el estudio de la medula, movido

precisamente por el deseo de investigar la terminación de las raíces posteriores, utilizando para ello embriones de ave y de mamífero. En sus preparaciones observó muy pronto que todas las fibras de la substancia blanca emiten de trecho en trecho de su trayecto vertical, finas ramitas colaterales en ángulo recto, las cuales, penetrando horizontalmente en la substancia gris, se terminan alrededor de las células nerviosas y de sus dendritas mediante arborizaciones libres, y se llaman *colaterales de la substancia blanca*. Cada célula de las astas se encuentra así rodeada por una verdadera maleza de ramúsculos pertenecientes á diversos conductores de la substancia blanca (fig. 13 e, f y fig. 14). Estas colaterales constituyen, como ha hecho notar Kölliker, uno de los factores más importantes de la trama medular y su disposición y conexiones varían en cada uno de los cordones. Puso también Cajal en claro la composición de las *comisuras*, demostrando que la dorsal ó posterior resulta del cruce de *colaterales* del cordón posterior y lateral, y que en la anterior entran tres sistemas de conductores: colaterales del cordón anterolateral, axones de células del tipo comisural y en algunos casos, expansiones protoplásmicas de neuronas motoras, *comisura protoplásmica* (fig. 13, f, i, a). Atendiendo al paradero del axon, estableció Cajal una clasificación racional de las neuronas de la substancia gris, á saber: *células motrices ó radiculares*, *células funiculares ó cordonaes* y *células comisurales*, según que su respectiva expansión funcional salga de la medula, ingrese en los cordones de su lado correspondiente, ó cruce

la línea media para incorporarse á los cordones del opuesto (fig. 13 *j, m, n*). Los axones de las células funiculares y comisurales llegan á los cordones de

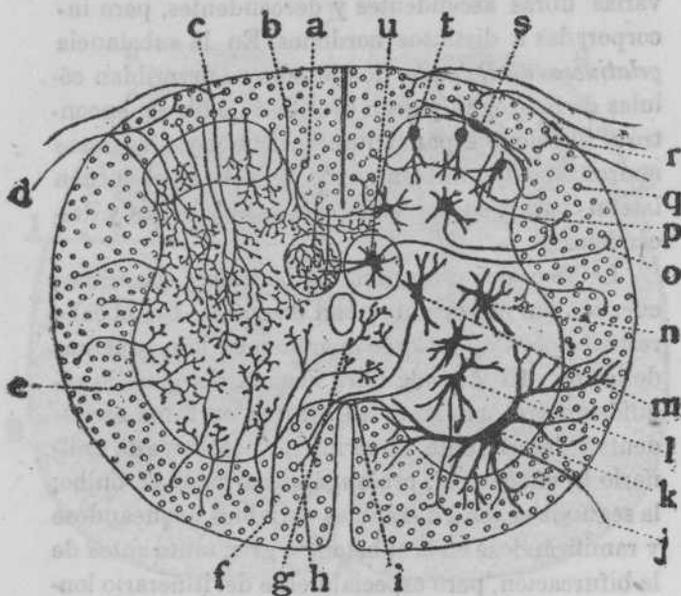


Fig. 13.

Esquema de la disposición de las células nerviosas de la medula espinal y fibras colaterales de la sustancia blanca. — *a*, colateral cruzada de la comisura posterior; *b*, colateral del asta posterior; *c*, colateral larga del cordón posterior; *d*, fibra radicular motriz; *e*, radicular sensitiva; *f*, columna de Clarke; *g*, colaterales de la comisura anterior; *h*, célula comisural; *i*, célula cordonal; *j*, célula motora. — (Esta figura es copia de una de las tablas murales que sirvió para las conferencias de Cajal en 1904 ante la Sociedad Real de Londres).

la sustancia blanca y por simple acodamiento constituyen de ordinario fibras longitudinales de la misma; pero Cajal observó también la existencia de bifurcaciones en *T* ó en *Y*, en cuya virtud se

producen dos fibras cordonales, una ascendente y otra descendente y además la existencia de cilindro-ejes *pluricordonales*, es decir, que dan lugar á varias fibras ascendentes y descendentes, pero incorporadas á distintos cordones. En la substancia *gelatinosa de Rolando*, donde sólo se describían células de neuroglia y gran cantidad de fibras, encontró el histólogo español numerosísimas y diminutas neuronas, cuyo finísimo axon ingresa en el cordón lateral, para generar vías cortas ascendentes y descendentes.

La disposición terminal de las raíces sensitivas, cuestión tan importante y tan discutida, fué al cabo resuelta por Cajal. Como aparecen en los esquemas de las fig. 15 A, cada fibra llegada del ganglio raquídeo correspondiente se bifurca en rama ascendente y descendente. La primera constituye de ordinario la vía central, prolongándose hasta el bulbo; la segunda acaba á distancias variables, arqueándose y ramificándose en la substancia gris; tanto antes de la bifurcación, pero especialmente del itinerario longitudinal de ambas ramas ascendente y descendente, brotan en ángulo recto infinidad de colaterales penetrantes en la substancia de Rolando y en el centro del asta posterior ó dorsal (fig. 13 *d, e*, y figura 13 *a, b*). Las referidas ramas forman dos grandes corrientes: una de *fibras cortas*, arborizadas en torno del soma de las neuronas *cordonaes* y *comisurales* (*asta posterior, anterior, substancia de Rolando, columna de Clarke, etc.*); otra de fibras largas, que disponiéndose en haz posteroanterior, cruza casi toda la substancia gris para terminar, finalmente,

en los nidos envolventes de las células motrices. Estas colaterales sensitivas largas tienen por misión propagar el impulso centrípeto, llegado de la piel y

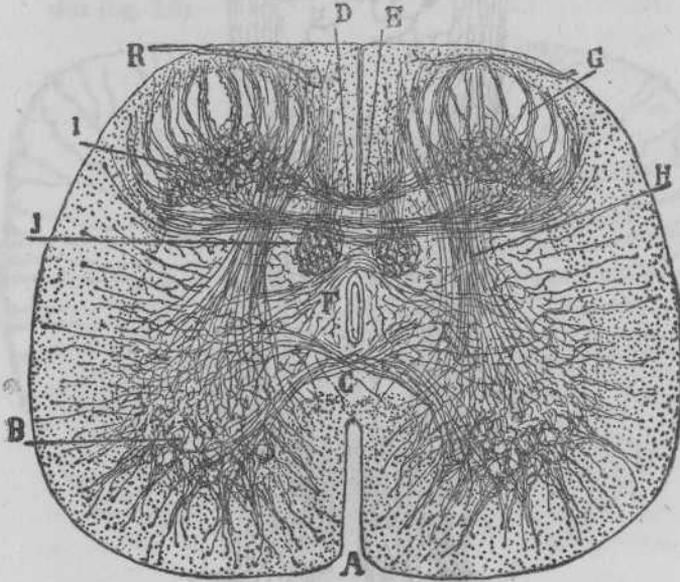


Fig. 14.

Aspecto general de las colaterales en un corte transversal de la medula espinal. — A, surco anterior; B, plexo de colaterales del asta anterior; C, comisura anterior de colaterales cruzadas; G, colaterales para el asta posterior; D, E, F, fascículos de colaterales cruzadas de que consta la comisura posterior; H, colaterales largas ó sensitivo-motrices; J, plexo de colaterales de la columna de Clarke; R, raíces posteriores. (Cajal).

otros órganos sensibles á las neuronas motoras; representan, pues, una vía refleja *sensitivo-motriz* (*reflejo motriz*, de Kölliker) (fig. 14 H).

Estudiando la medula, estableció Cajal definiti-

vamente la naturaleza de la neuroglia, naturaleza hipotéticamente sospechada por Vignal, His y otros.

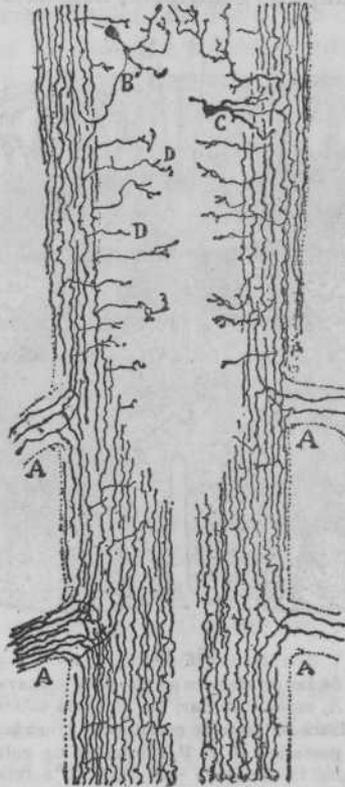


Fig. 15.

Raíces sensitivas medulares de la rana adulta. Corte longitudinal del cordón posterior de la medula espinal. — A, raíz posterior; B, célula del cordón posterior; D, colaterales sensitivas. (Cajal).

Quedó sancionado, que las *células en araña* (corpúsculos neuróglícos adultos), no son otra cosa que

elementos epiteliales, emigrados de su yacimiento originario, el muro *ependimal*, y los cuales, por atrofia de sus apéndices polares, se han hecho estrellados (fig. 16).

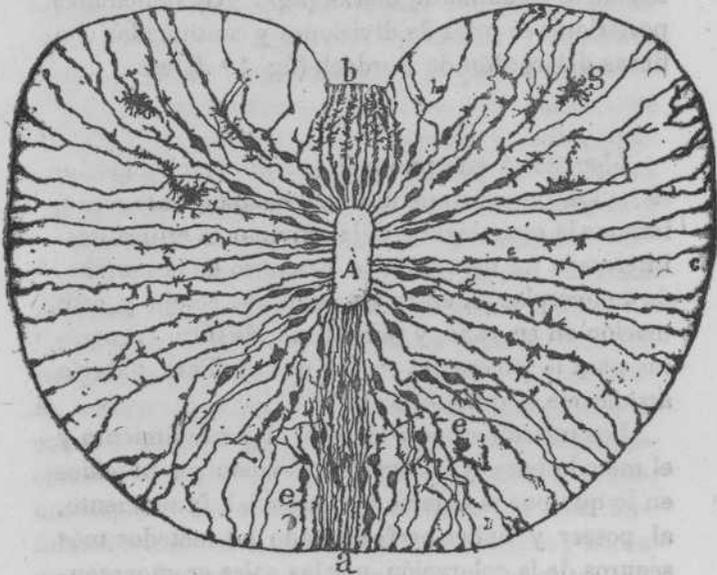


Fig. 16.

Evolución de las células neuróglícas de la médula espinal del embrión de pollo.—A, epéndimo; a y b, células epiteliales de los surcos anterior y posterior; g, célula neuróglíca producida por emigración y transformación de una célula epitelial. (Cajal).

De todo lo expuesto resulta que con los descubrimientos de Cajal en la médula, particularmente con el de las fibras colaterales, se logró un gran avance en el conocimiento de la estructura medular; su trascendencia es fácil de comprender; pero también merece hacerse notar la importancia de sus estudios

en lo que significaban de negativa rotunda á las varias concepciones falsas que más arriba indicamos; existencia de radicales motrices cruzadas (fig. 1.^a a); fibras sensitivas continuadas con neuronas de la columna de Clarke (fig. 1.^a G); radicales posteriores exentas de divisiones y continuadas con fibras del cordón de Burdach (fig. 1.^a d), etc.

*
* *

Llegados á este punto en la enumeración gloriosa de los descubrimientos del histólogo aragonés, impone la cronología y deja adivinar la crítica desinteresada un momento de descanso en la marcha, de contemplación en lo obtenido, de cotejo y estimación en su valía, y por último, de futuro programa para la obtención de lo que pudiera todavía arrancarse al infinito misterio.

Los instrumentos y medios, el procedimiento y el método para la indagación, estaban ya poseídos en lo que puede tenerse por esencial fundamento, al poseer y haber perfeccionado los métodos más seguros de la coloración por las sales cromogénicas, las impregnaciones graduadas y medidas en las argénticas y las comprobadas de Ehrlich, y por otra parte, con la genial y sencilla idea de buscar en los organismos en vías de desarrollo evolutivo normal los momentos iniciales y el desarrollo serial que conduce á la formación completa y adulta infinitamente más obscura y complicada, y en la cual los predecesores de Cajal se empeñaban en discernir la complicada urdimbre, el jeroglífico intrincado, en vez de ir á buscar los hilos primordiales ó las

letras y sílabas que ulteriormente habían de formar la frase reveladora.

Todo esto venía á coincidir con las fechas de los años de 1888 y 1890. El concepto fundamental de la que había de ser pronto completa y sólida teoría estaba ya *adquirido*, formulado y *cinzelado* en la mente de Cajal, habiendo llegado á través de sus indagaciones sobre el cerebelo á la convicción de que el elemento indescomponible é indisgregable de la Fisiología nerviosa no era la célula, ni era el tubo conductor, sino un elemento constituido por una y otro, que unas veces en expresión elemental y esquemática y otras en lujosa variedad de complicaciones y perfeccionamientos, repiten en los órganos sensoriales periféricos y en los órganos receptores centrales, el tipo constante del elemento indescomponible del cuerpo protoplasmático ó soma, con más ó menos prolongaciones, arborizaciones y dendritas, y el cilindro-eje con más ó menos expansiones colaterales, *conducente* á una terminación definitiva que se deshace en raíces y flecos que no abocan ni se comunican entre sí ni con otros congéneres, y sí se ponen en contacto con los aparatos diferenciadores terminales que han de dar cumplimiento á los impulsos ó á las impresiones recibidas por el protoplasma y el soma.

Pero ¿á qué intentar yo dar fórmula sintética á las leyes descubiertas hasta aquel momento histórico por mi sabio amigo? Natural y preferible es transcribirlas tal y como él sencillamente las expone:

«1.ª Las ramificaciones colaterales y terminales

de todo cilindro-eje acaban en la substancia gris, no mediante red difusa, según defendían Gerlach y Golgi con la mayoría de los neurólogos, sino mediante arborizaciones libres, dispuestas en variedad de formas (*cestos ó nidos* pericelulares, ramas trepadoras, etc.).

2.^a Estas ramificaciones se aplican íntimamente al cuerpo y dendritas de las células nerviosas, estableciéndose un contacto ó articulación entre el protoplasma receptor y los últimos ramúsculos axónicos.

De las referidas leyes anatómicas, desprendense dos corolarios fisiológicos.

3.^a Puesto que al cuerpo y dendritas de las neuronas, se aplican estrechamente las últimas raicillas de los cilindro-ejes, es preciso admitir que el soma y las expansiones protoplásmicas participan en la cadena de conducción, es decir, que reciben y propagan el impulso nervioso, contrariamente á la opinión de Golgi, para quien dichos segmentos celulares desempeñarían un papel meramente nutritivo.

4.^a Excluida la continuidad substancial entre célula y célula, se impone la opinión de que el impulso nervioso se transmite por contacto, *como en las articulaciones de los conductores eléctricos*, ó por una suerte de inducción, *como en los carretes de igual nombre*.

Más tarde, nuevos trabajos de Cajal y de otros muchos investigadores (Kölliker, Retzius, Van Gehuchten, His, Edinger, von Lenhossék, Athías, Lugaro, P. Ramón, Cl. Sala), demostraron que tales leyes se aplicaban sin violencia, lo mismo al sistema

nervioso de los vertebrados como al de los invertebrados.

*
* *

Confirmadas las investigaciones y los descubrimientos llevados á cabo en la retina, en el cerebelo, en los lóbulos ópticos y en los cordones medulares, viendo repetido y confirmado en todos estos casos el elemento independiente bio-histológico que en todos los órganos investigados y en la evolución embriológica, se repetía de un modo constante y ya indudable, en contraposición con lo hasta entonces admitido de la comunicación circulatoria de los últimos elementos nerviosos y de la supuesta demostración material de la construcción reticular, necesariamente debió sentir Cajal el anhelo de comunicar al mundo científico la persuasión de aquella evidencia, que ante sus ojos se imponía y que abría ante su inteligencia horizontes no sospechados en la Histología y en la Fisiología del sistema nervioso y particularmente del sistema nervioso central.

Mientras la tarea dependió de él solo, fué grande, pero resultó vencida por el convencimiento y la perseverancia; pero ¿cómo llevar este mismo convencimiento al ánimo de los demás?

Había que confesar, ante todo, que el público de los estudiosos á quienes estos asuntos interesaban ha sido siempre y era entonces mucho más escaso, diseminado y difícil de atraer, por la diversidad de idiomas, en que sus publicaciones se llevaban á cabo; entre estos idiomas, el menos usado por fisiólogos, y sobre todo por histólogos, era el español,

pues ni en nuestra Península, ni en las naciones por nosotros civilizadas, se había iniciado todavía en esta fecha el trabajo y la publicación de asuntos relativos á estas difíciles cuestiones, y apenas si un contado número de personas, dedicadas al profesorado ó precursoras de un movimiento más activo y eficaz, leían en España las publicaciones hechas en el extranjero sobre este asunto.

Todo el movimiento histológico y fisiológico relativo al sistema nervioso, se reducía por los años del 70 al 85 de la pasada centuria, á las publicaciones de Maestre de San Juan y á las tentativas investigadoras que se reflejaban en los trabajos preparatorios de las oposiciones á cátedras, llevados á cabo por jóvenes, muchos de los cuales han ampliado y confirmado después aquellas sus aficiones meritorias, mientras que otros, absorbidos por la voráGINE de la práctica profesional ó anestesiados por el rutinarismo ambiente, dejaron perecer en germen, la que debió ser fecunda semilla.

Trabajar é investigar en una rama del saber que absorbe entera la vida de un hombre y trabajar en un país desprovisto de atmósfera y alicientes que estimulen el personal esfuerzo; trabajar para no ser conocido de los propios, por no estimar el trabajo, y de los extraños por no tener de él noticia, es una empresa verdaderamente hercúlea y merecedora de toda ponderación, que la posteridad, ya que no los contemporáneos, no podrá dejar pasar sin reconocimiento y sin premio, tanto más cuanto que la índole del trabajo realizado no puede llevar en sí misma la esperanza del provecho material que al

fin y á la postre puede en otros asuntos ser el premio, la recompensa del esfuerzo.

Sin duda alguna debieron en el ánimo de Cajal luchar estas ideas é imponerse estas razones; sin duda también, por encima de todas ellas dominaba y se imponía la esperanza y el convencimiento del éxito, cuando sin más recursos que su modesto sueldo de catedrático, que en aquella época apenas llegaba á 50 duros mensuales, habiendo constituido ya una familia y necesitando de auxilios materiales para sus trabajos, que por nadie se le ofrecían, llevó á cabo la empresa más atrevida á mi juicio de cuantas en toda su vida ha llevado á realización: la creación de su *Revista Trimestral de Histología*, periódico que era seguro que en España no había de ser leído y que era muy dudoso que lo fuera en el extranjero, donde no tenían el hábito de buscar escritos en nuestra lengua, otras cosas que las de carácter literario, de polémica política, de historia y de informaciones periodísticas.

La *Revista Trimestral* era un esfuerzo que podía agotar los recursos del que lo llevaba á cabo y frustrar para lo porvenir toda la obra de esperanzas que después se han visto realizar. Aquellos 60 ejemplares de que constaba la edición, salían cuatro veces al año buscando quien quisiera enterarse del hecho inverosímil de que existía en España un investigador modesto y aislado, que pretendía acudir al palenque internacional en que se debatían los más arduos problemas, sin llevar aún en sus armas mote ni empresa alguna, pero movido por un entusiasmo y una sensación del propio valer y una se-

guridad en el éxito, que fueron, antes de todo y por encima de todo, la garantía de lo que hoy todos aplaudimos.

Este momento de la vida de Cajal merece ser muy estudiado, pues de su estudio pueden los españoles sacar el convencimiento de toda la escasa valía y el relativo poder que tienen todos esos argumentos de la «falta de medios», «las deficiencias del auxilio del Estado», «la penuria de los recursos», etc., etc. Si muchos de los actuales catedráticos que cobran sueldos de 12.000 pesetas y disfrutan de comisiones pródigamente remuneradas en el extranjero y cuentan con laboratorios lujosos y bien provistos, ¿qué decimos muchos?, si algunos de esos catedráticos dieran de sí una labor proporcional á la llevada á cabo por el modesto profesor de Valencia y Barcelona que de sus 40 ó 50 duros mensuales sacaba para sostener su familia, comprar libros, aparatos y medios de experimentación, y aún publicaba una revista en cuyo éxito científico podía tener fe, porque era un sabio, pero en cuyo éxito económico no podía tenerla, porque no era un necio; si pudiéramos ver hoy estos resultados en nuestro Profesorado que tanto lleva en los labios la palabra investigación, como proscribire de su conducta todo lo que á investigación ó trabajo eficaz transcienda, ¿qué país podría compararse con el nuestro? ¿En qué rama del saber no habríamos llegado á ser los primeros y los más festejados?

Porque, justo es confesarlo; no á todo el mundo le es dado ser un Cajal, pero para serlo, lo primero que hace falta es quererlo ser y después procurar

serlo al través de penurias, esfuerzos y dificultades. Todas las protecciones y prodigalidades del Estado no hubieran llegado á descubrir el más pequeño é insignificante de los hechos que Cajal descubrió luchando con obstáculos, deficiencias materiales, desconocimientos de la ignorancia ajena y acciones á veces inspiradas por la envidia recelosa de los que no creyéndose capaces de ser activos, desean que todos sean como ellos, perezosos.

Aquella apelación dirigida por nuestro sabio amigo al mundo científico en forma de publicación periódica, no produjo el efecto que debiera, si había de estar en relación con lo que merecía como galardón á un esfuerzo sobrehumano. En España nadie se enteró de la existencia de tal periódico, y en el extranjero, pocos se dieron cuenta de que la lengua de Cervantes se había puesto al servicio de una empresa de experimentación científica y que el cerebro de un español se había consagrado á otra cosa que á aventuras de conquista, empresas guerreras ó conspiraciones políticas y trabajos filosóficos bizantinos.

Era necesario, ó declararse rendido y esperar en la ventura de tiempos mejores, ó hacer otro esfuerzo jugándose el todo por el todo. El gran aragonés optó por esto último y jugó el albur arriesgado de un viaje á la capital de Alemania, que para él representaba entonces una expedición polar y que muchos al leer estas líneas, considerarán como hiperbólica en la calificación, pero si bien lo reflexionan verán que no lo era en la realidad.

Por primera vez iba Cajal al extranjero, no para

estudiar á costa del Estado y con merma de los servicios á que éste tiene perfecto derecho; no á aprender directamente lo que de relación podía tener conocido y había aprendido, sino á vencer, á presentar lo por él descubierto y conquistado, á sentar de solo un golpe, el sello de ciencia histológica española al nivel y aún por encima de los demás países cultos.

Ofreció ocasión propicia á este gentil alarde de la confianza en sí mismo y del deseo del ajeno reconocimiento, la reunión que la Sociedad Anatómica Alemana debía celebrar en la primera quincena de Octubre de 1889.

Este momento trascendental y crítico de la vida de Ramón y Cajal es digno de ser conocido en sus antecedentes y en sus detalles, y como nuestro propósito consiste en informar del modo más exacto posible, á los lectores españoles, de cuál es la obra y de quién y cómo es el autor, dejamos la descripción de este pasaje á su mayor y más cordial amigo, el ilustre profesor Olóriz y á un testigo presencial, el profesor Van Gehuchten, el famoso profesor de Lovaina, quien veinticuatro años después de ocurrir el sencillo episodio en la apariencia, lo refería en ocasión tan solemne como la de su jubileo en el profesorado, incluyéndolo en el discurso que entonces leyó y dando con esto la mejor prueba de la importancia definitiva que á la aparición de Cajal se dió por los sabios europeos, al poder éstos juzgar personalmente de sus preparaciones y sus trabajos.

Oigamos primero á Olóriz:

•No puede exigirse al sabio más desinteresado

y modesto, el que vea impasible cómo el fruto de sus vigilijs va á perderse en una atmósfera de glacial indiferencia, y si no es la vanidad herida, será el temor de que su obra quede estéril para el bien común lo que le excite á romper el hielo con que la ignorancia de los más y el silencio intencionado de los menos, van sepultando al nacer aquellos hijos de su entendimiento, engendrados tan laboriosamente en la austeridad de una vida obscura de ansias sublimes, alternadas con prosaicas estrecheces.

Por eso Cajal, á quien pudo convenir al principio el reposo de que gozó en Valencia y el aislamiento en que lo dejó el ambiente comercial de Barcelona, para entregarse más libremente á sus estudios, no se pudo contentar, después de sus primeros y más interesantes descubrimientos neurológicos, con la mermada atención que le prestaran los escasos lectores de sus artículos, ni con el tibio aplauso de los mal preparados oyentes de sus lecciones, y buscó en el extranjero la sanción de sus descubrimientos. Por el pronto debió sentir el angustioso temor de que fueran éstos desdeñados como fantásticos por deberse á un desconocido sin historia ni autoridad, que surgía de improviso en el rincón de Europa, menos fértil en cuanto á producción científica, y porque contradecían las doctrinas mejor sentadas sobre puntos muy difíciles, en cuya dilucidación habían fracasado los más hábiles investigadores. Y aquí se manifiesta nuevamente el carácter firme y la indómita energía del gran aragonés: puesto que no bastaba haber visto

la verdad para ser creído, él la haría ver á los incrédulos, y ya que su voz no era escuchada desde España, él la alzaría en Berlín, cátedra del mundo sabio. Verdad que para llevar sus preparaciones histológicas á la capital de Alemania, y para enseñar á los anatómicos más ilustres allí congregados el modo de comprobarlas, necesitaba dinero, que el Estado no le concedió; mas ¡qué importaba!, aún disponía de 500 pesetas, y, lo que era de mucho más valor, tenía junto á sí quien, inspirada por el amor y ansiosa de gloria para el hombre amado, supo alentarle y prescindir de aquella suma, tan grande para la contabilidad doméstica, como pequeña para la entidad de la empresa.

Y allá fué en 1889, como caballero andante de la ciencia, sufriendo privaciones y acariciando esperanzas, á imponer sus doctrinas con las armas incontrastables del razonamiento y la demostración, y allá venció los prejuicios de los neurologistas más insignes, convertidos noblemente desde entonces en divulgadores de las nuevas verdades y en admiradores entusiastas de su descubridor.

Aquel triunfo de Cajal en Berlín es, á mi juicio, el más grande de los muchos que después ha obtenido y el que más debe haberle satisfecho, pues hubo de luchar para lograrlo: con la Naturaleza, que guarda sus secretos; con los hombres, rehacios en proclamar el mérito, y hasta con la desconfianza de sí mismo, á que le hubiera arrastrado la desconfianza de los demás, á no hallarse fortalecido por la fe en la eficacia de la observación bien dirigida y comprobada.»

Veamos ahora lo que en 1913 decía Van Gehuchten, en el discurso de la fiesta de su jubileo:

«Los hechos descritos por Cajal en sus primeras publicaciones resultaban tan extraños, que los histólogos de la época—no pertenecemos felizmente á este número—los acogieron con el mayor escepticismo. La desconfianza era tal, que en el *Congreso de anatómicos* celebrado en Berlín en 1889, Cajal, que llegó á ser después el gran histólogo de Madrid, encontrábase solo, no suscitando en torno suyo sino sonrisas incrédulas. Todavía creo verlo tomar aparte á Kölliker, entonces maestro incontestable de la Histología alemana, y arrastrarle á un rincón de la sala de demostraciones, para mostrarle en el microscopio sus admirables preparaciones y convencerle al mismo tiempo de la realidad de los hechos que pretendía haber descubierto. La demostración fué tan decisiva, que algunos meses más tarde el histólogo de Wüzburgo confirmaba todos los hechos afirmados por Cajal.»

Para comprender el éxito rápido y casi inaudito de nuestro compatriota, hace falta tener cierta costumbre de asistir á aquellos Congresos científicos que se celebraban antes de la funesta fecha de 1914. Eran (y no volverán á ser en mucho tiempo) estas reuniones verdaderas confraternidades, en las que al cabo de algunos años, los sabios de todos los países, y sobre todo de los europeos, se encontraban, se conocían, se comunicaban sus impresiones y adelantos, no sólo con la solemnidad oficial y pública de lo que había de figurar en las actas, sino con el carácter confidencial y consultivo de las comunica-

ciones y relaciones privadas, y se llegaba á olvidar en ellas quién era alemán, quién francés ó quién italiano; pero se sabía siempre quién era Laveran, quién Behring y quién Bizzozero. El núcleo constante de esta familia internacional, lo constituía un como centro de hombres selectos y el penetrar en él (sin que nadie intencionalmente se opusiera), costaba generalmente muchos y repetidos viajes y llegar á recibir una especie de consagración de la legión selecta, alrededor de la cual pululaba en cada Congreso una muchedumbre, en cierto modo allegadiza y variable, según circunstancias de lugar, de asunto y aun de estación anual.

Llegar á alguna de estas reuniones, sin que precediese al novicio una reputación resonante, ó sin que le garantizara el patronazgo de una gran figura, era puramente llegar á ser *tinta neutra, tono de fondo* para ayudar al resalte de las figuras protagonistas.

La iniciativa convencida de Cajal, consiguiendo en algunos minutos la aprobación primero, y después la presentación encomiástica de Kölliker, colocó á nuestro amigo de un solo salto en el punto culminante, desde el cual él deseaba demostrar las verdades que hervían en su cerebro y los prodigios de habilidad de sus manos habilísimas.

Desde este momento, Cajal ha sido revelado al mundo entero de la Ciencia; ya no cabe sino comentar su obra, referir sus progresos, admirar su actividad incansable, rendirse ante la evidencia de sus doctrinas.

Séame permitido, antes de entrar en el intento de exposición aclaratoria de la nueva doctrina, el sentar algunas breves premisas que recuerden el estado antecedente á los descubrimientos que hoy consideramos definitivos y que tratamos de avalorar.

No olvidemos que, decir *ser vivo*, es decir ser que cambia, que renueva, que modifica en beneficio de su propia vida, el medio ó la atmósfera en que se encuentra sumergido y á la que está necesariamente ligado, á veces, como sucede en el vegetal, en el sentido más riguroso y estricto de la palabra.

Estos cambios, imprescindibles para que haya vida, se efectúan por tres procedimientos:

1.º Por incorporación, por penetración, por sustitución material de las partes componentes del organismo para la reconstitución y crecimiento de éste; tal sistema constituye el nutritivo ó reparador propiamente dicho;

2.º Por penetración transitoria y rápida de elementos de carácter gaseiforme, que una vez determinados los cambios químicos á que están atribuídos, vuelven á ser rápidamente expulsados del organismo, después de haber producido, no solamente las transformaciones de composición en los líquidos y elementos de éste, sino habiendo dado lugar al natural desprendimiento de fuerzas energéticas, como el calor y la potencia mecánica, que á su vez son transmutables entre sí en modos y proporciones, algunos de los cuales nos son conocidos y pueden ser determinados, mientras que otros son racional

é hipotéticamente supuestos. Este segundo sistema de funciones es el respiratorio, que tiene bajo su inmediata dependencia al circulatorio, destinado éste á facilitar mecánicamente las combinaciones, los cambios osmóticos y los contactos de los materiales gaseosos introducidos, poniéndoles en presencia y en relación casi inmediata con todos los tejidos y elementos del cuerpo vivo. Es propiedad característica de este sistema de funciones circulo-respiratorias, el de la necesidad de su continuidad incesante y así, si en un ser superior se interrumpe mecánicamente el movimiento circulatorio, ó si por análogo procedimiento se interrumpe la respiración aérea ó se sustituyen en ella los gases que le son propios por otros inadecuados, la muerte sobreviene casi de un modo instantáneo, cosa que no ocurre, ó tarda mucho en ocurrir, cuando tales interrupciones ó sustituciones se efectúan en el sistema de *nutrición* incorporativa.

Desde el ciclo abierto nutritivo hasta su perfección en el círculo respiratorio, en todas las funciones de la vida ha dominado la descripción de su naturaleza de anillo cerrado, de ingreso, curso y salida. Así, en lo que hemos llamado *sistema de incorporación* y sustitución, entran los alimentos sólidos ó líquidos, se adaptan, se *incorporan* y, minerales, vegetales ó de origen animal, después de una permanencia, desigualmente prolongada, acaban por ser expelidos y sustituidos por otros análogos. En el sistema círculo-respiratorio la función se efectúa con mucha más rapidez y precisión, siendo como hemos dicho su función, que en el anterior admite

aplazamientos, imposible de interrumpir, apremiante, seguida, sostenida, aunque breve y caracterizada por la expulsión casi inmediata de los materiales de tipo gaseoso, que sirven al cumplimiento de su esencialísima finalidad.

Pues bien, la constancia de estos fenómenos cíclicos y evolutivos llevó siempre á pensar á los anatómicos y fisiólogos, que la naturaleza por acertada en sus procedimientos, se serviría de los mismos, ó al menos de otros muy semejantes á los de la nutrición y de la respiración, en la contextura y funcionamiento del sistema nervioso. Conocida la organización macroscópica de los cordones conductores, de los centros y de los ganglios de este sistema, se creyó necesario hallar para la preconcebida analogía, algo que se pareciera á un sistema de capilares, algo que representara una *red* de continuidad entre lo aferente y lo eferente, entre la sensibilidad y la motividad, entre la percepción y el pensamiento.

Y aquí el que en todos los anatómicos y fisiólogos desde Galeno, pasando por Malpigio hasta Gerlach, se encuentren siempre expresiones más ó menos vagas é imprecisas referentes á la comunicación de las que primero se llamaron glandulillas (Malpigio) y células después (1); como también las

(1) Malpigio es el primero que describe la disposición apretada de las células de la substancia cortical, á las que comparó con los granos de la granada.

«He descubierto, dice en efecto Malpighi, por las disecciones que he practicado de cerebros de animales superiores, que la substancia cortical del cerebro es una masa de pequeñas glándulas numerosas, aglomeradas y ligadas unas con otras. Estas glándulas

suponían con igual vaguedad entre los conductos ó cilindro-ejes; en una palabra, entre las que de unas y otros pudieran estimarse como arterias y las que se querían *encajar* en el papel de venas.

La histología con sus procedimientos de percepción tuvo un momento en que se puso al servicio de esta idea, y entonces fué cuando, por el empleo de los procedimientos colorantes crómo-argénticos, creyó Golgi poder reforzar y constituir de una manera definitiva la teoría *reticular*, por él y por Gerlach ideada, y según la cual, de la misma manera que en la profundidad de los parénquimas y en la extensión de la superficie, se divide y subdivide el sistema vascular en mallas cada vez más finas y apretadas hasta producir la red capilar, así también los apéndices libres de las células nerviosas tendrían entre sí mallas y redes de comunicación que los mantendrían en constante relación de ingreso y salida de las secreciones, análoga á la del riego sanguíneo.

Los descubrimientos histológicos de Cajal demostraron tal comunicación, dando perfecta expli-

en las cuales se insertan, ó más bien, de donde nacen, las raíces blancas de los nervios, están colocadas tan industriosamente, unidas y relacionadas las unas con las otras, en las curvas y contornos del cerebro, que semejan pequeños intestinos retorcidos, que forman por su conjunto la corteza ó superficie exterior del cerebro. Presentan una figura oval, la cual es, sin embargo, á veces un poco aplanada, porque se aprietan unas con otras por todas partes. De su parte interna sale una fibra nerviosa blanca, que viene á representar como su vaso propio y que se ve bastante claramente al través de estos pequeños cuerpos transparentes y blancos por completo, de manera que la substancia blanca del cerebro es aparentemente un tejido y un conjunto de varias clases de pequeñas fibras unidas entre sí, etc., etc. »

cación al tercer sistema orgánico, al de contacto interneuronal.

Claro está, que cuando el genio tiene una iluminación y comunica su vislumbre, por rápida que aquélla sea, deja percibir horizontes y descubre relaciones y argumentos que aparecen con una inverosímil certeza, haciendo increíble que antes no se hubieran descubierto.

Tal sucede, cuando en una habitación oscura se enciende una luz que sólo brilla un segundo; tal ocurre, cuando en un extenso campo y en las tenebrosas obscuridades de una tempestad, la luz fugitiva de un relámpago nos hace percibir la situación y relación de edificios y montañas, masas de árboles, que en la obscuridad no sospechábamos. ¿Qué no ocurrirá cuando no se trata solamente de un resplandor transitorio, sino como sucede con las conquistas de Cajal, de una serie de fogonazos primero y de vibraciones luminosas seriales después, que nos consienten describir y razonar acerca de lo que por falta de fundamentos esenciales era desconocido ayer, y hoy, por la adquisición de los datos necesarios, consiente razonar lógica y serenamente? Digo esto á propósito de mi creencia de que, aparte de la demostración definitiva é indiscutible de los descubrimientos micrográficos, sin éstos, la *teoría reticular* del ciclo funcional nervioso, era una teoría poco lógica y menos fundada, por pretender estarlo en datos deleznable y vacilantes y en analogías imperfectas.

Hemos visto que la función de incorporación y sustitución nutritiva es, por su propia naturaleza,

constante y difícilmente interrumpida, siquiera sea lenta y parsimoniosa; y hemos visto también que la función circulo-respiratoria es necesariamente constante, ininterrumpida en su función normal y fatal y rápidamente mortal en su interrupción definitiva. No sucede esto con la función nerviosa, en su esencialidad específica.

La mayoría de los fisiólogos, hasta fines del pasado siglo, nos permitimos creer que han confundido al discurrir sobre estos asuntos, lo que tiene la función nerviosa de nutritiva, reconstitutiva é incorporadora en una parte, de químico-respiratoria y dínamo-genética por otra y, por último, lo que le es absolutamente peculiar y específico por sí.

En sus dos primeros aspectos, ó sea en los vegetativos, el funcionamiento nervioso es *continuo* y *circulante*, pero en el tercero, ó sea en el específico y privativo suyo, tiene como característica la intermitencia, la interrupción, la ocasionalidad.

Un músculo, una glándula, un tejido, no puede vivir mucho tiempo sin reponerse, sin funcionar en su modo peculiar, sin recibir el riego circulatorio que le aporta los materiales de su respiración; tampoco un órgano nervioso, como tal órgano de nutrición puede prescindir de estos elementos; pero su función específica, sensorial, volitiva, perceptiva ó intelectual, ni tiene necesidad de ser continua, ni se manifiesta de otro modo, que para el cumplimiento de necesidades más ó menos transitorias y de actos ocasionalmente necesarios; por esta razón el sistema nervioso como órgano, necesita de la circulación nutritiva y de la circulación respiratoria,

que son abocación y continuidad; pero como aparato específico y exquisito de función determinada, organizadora y excelsa, no podía estar sometido á una tercer circulación, que representaría una circulación de un desgaste, la mayor parte de las veces, inútil en su funcionamiento.

Si consideramos aisladamente un músculo, por ejemplo, le vemos que como *instrumento* se incorpora, se asocia, gasta y expelle los principios materiales de su construcción; hasta aquí constituye un elemento nutritivo, y en esta función, siquiera sea lenta, actúa constante y circulatoriamente; además de esto, y con los elementos constructivos que le aporta la sangre, recibe también elementos químicos que se queman rápidamente en su interior, engendrando calor y fuerza mecánica, que allí se deposita y almacena hasta la proporción conveniente, y que pasa á otros órganos más ó menos análogos, cuando la saturación de oxigenación dinamo-genética se ha producido. También en este segundo aspecto se comprende y se impone que la función sea continua, circulante, necesariamente renovadora é ininterrumpida; pero el músculo para obrar voluntariamente, ó en organismo supeditado á funciones de naturaleza menos voluntaria, necesita algo más: necesita el chispazo impulsor que, viniendo desde los centros nerviosos por los cordones *conducentes*, toque con el aparato diferenciador periférico que despierta la impulsión motora, como en el filamento incandescente se despierta la luz por el simple contacto de la articulación eléctrica convenientemente dispuesta.

¿De qué serviría que este último tiempo, el más selecto y exquisito de la función, fuese continuo y circulante? ¿No representaría ésto un desperdicio inútil, un desagüe empobrecedor ó una nivelación de distribución en tubos comunicantes, absolutamente contraproducente y entorpecedora para el ejercicio de una función, que es por sí misma parcial y diferenciadora además de ser intermitente y ocasional? Véase, pues, cómo el razonamiento fortalece el descubrimiento, aunque sin éste, pareciendo hoy sencillo, puede haber estado durante muchos siglos obscurecido.

Así, pues, la continuidad reticular, la red capilar de comunicación entre los elementos protoplasmáticos nerviosos, así como entre sus derivados conductentes, ha resultado destruída negativamente por los descubrimientos indiscutibles y las demostraciones micrográficas y experimentales de Cajal; pero aparte de ellas resulta que en la esfera de la fisiología trascendental, semejante comunicación circulatoria sería no sólo innecesaria, sino perjudicial al perfecto cumplimiento de la función más elevada y exquisita de los organismos superiores.

*
*
*

Los fisiólogos anteriores á Cajal, venían confundiendo, como hemos dicho, la actividad vegetativa de los elementos nerviosos con su actividad funcional específica. Veamos cómo Luys (1) expresaba

(1) Luys, *Le Cerveau*, 1882.

aquel erróneo concepto, generalizado y arraigado entre otros muchos:

«La continuidad de la irrigación sanguínea, es la condición *sine qua non* del trabajo regular de las células cerebrales. A expensas de los jugos exhalados de las paredes de los capilares, es como ellas se alimentan y reparan continuamente las pérdidas sobrevenidas en su constitución integral.

Sumergidas en el seno de esta atmósfera húmeda, sobrecargada de fosfatos, cuyos materiales son incesantemente renovados, toman de este medio vivificante los elementos de su reconstitución, lo mismo que los seres vivos, sumergidos en la atmósfera terrestre, toman del aire ambiente, el *pabulum vitae*, que les hace vivir y les sostiene. Así es como hacen frente con éxito á los gastos del elemento fosforado, durante el período de actividad diurna y como pueden mantener en ellas mismas el equilibrio de sus ingresos y de sus gastos.

Esta verdad ha sido demostrada con gran claridad por Byasson, el cual ha demostrado pertinentemente, que toda célula cerebral que funciona consume sus materiales fosforados, y que estos despojos de la actividad cerebral, como las excreciones fisiológicas naturales, se expulsan del organismo por medio de la orina, en estado de residuos, bajo la forma de sulfatos y de fosfatos, los cuales sirven para dosificar así, químicamente, la intensidad del trabajo cerebral cumplido en un tiempo dado.

Estos hechos nos muestran, pues, la enorme influencia que ejerce el líquido sanguíneo sobre los fenómenos vegetativos de la vida de las células

nerviosas y de qué modo tiene bajo su dependencia inmediata, su actividad dinámica individual y por la misma razón, la vida de todo el conjunto del sistema.

La sangre es la que lleva por todas partes con sus corrientes no interrumpidas, el estímulo vivificante que las hace sentir, que las hace erigirse y asociarse en acciones sinérgicas; ella es, la que en las regiones puramente sensitivas, allí donde los fenómenos de la personalidad consciente están sin cesar en evolución, las mantiene en perpetuo aviso y de este modo, sostienen en nosotros la noción consciente que tenemos del mundo exterior; ella es, la que en las regiones motoras permite á los elementos nerviosos acumular, como en condensadores, reservas de influjo nervioso, destinadas á pasar al estado dinámico en el instante en que les sea dirigida una llamada; ella es, en una palabra, la que presente en todas partes, deslizándose por todos los sitios, hace surgir la inervación específica de cada uno de los territorios de células que anima y riega, poniéndolas á punto de revelar sus energías latentes».

Este concepto de la proporcionalidad de la función nerviosa de los elementos esenciales del sistema, con la actividad nutritiva de los mismos elementos, con la cantidad de sangre que los atraviesa y con los principios alimenticios y substancia fosforada que consumen, es un concepto (con todos los perdones sea dicho), absolutamente imperfecto é incompleto, aplicable á la célula y al elemento nervioso, como pudiera serlo á una glándula mamaria

ó salival, como puede afirmarse del hígado ó de un músculo; es decir, que comprende solamente el aspecto vegetativo del funcionamiento orgánico, y este aspecto podrá ser el todo ó casi el todo, en glándulas cuyo papel consiste en segregar líquidos, en elaborar jugos, en producir movimientos mecánicos mediante consumo de combustibles ponderables; pero la función nerviosa, con ser eso, es algo más que eso; es percepción y desprendimiento de flúidos imponderables, que por contacto se comunican á órganos dispuestos á percibirlos, polarizarlos y transmitirlos, pero cuya proporcionalidad con los elementos consumidos, si se presume, en lo que estos elementos neuronales tienen de orgánico é instrumental, en lo que significan de función específica y diferenciada nadie los ha medido ni pesado, pues su naturaleza flúidica imponderable, añadida á la complicación de vital y fisiológica (es decir, ultra-complicada), les hace escapar á las precisiones del peso y de la medida; pues si la moderna Física ha llegado hasta á determinar el equivalente mecánico del calor, ni la Física, ni la Química, ni la Fisiología han intentado la determinación del equivalente mecánico-físico, ni químico de la sensibilidad, de la ideación ó de la inteligencia. Puede pesarse lo ponderable, las secreciones, los líquidos, y medirse lo conmensurable, los movimientos, las contracciones; pero la función de órganos que actúan mediante flúidos análogos á la electricidad ó á la luz y al sonido, eso escapa por hoy á medida precisa, no debiendo confundirse la de sus operaciones vegetativas, de crecimiento y de sostén, con

las exquisitamente adecuadas á sus funciones específicas.

En ningún órgano ni función, pero menos que en otro alguno en el sistema nervioso, deben confundirse, siquiera se relacionen, los actos y fenómenos nutricio-vegetativos, comunes y análogos á todos, con los peculiares y específicos á cada uno. A veces fenómenos análogos y similares se producen por mecanismos diversos, en el organismo vivo como en la naturaleza y el mundo en general.

Séame permitido un ejemplo vulgar: la combustión luminosa artificial suele producirse mediante tres procedimientos ó tipos principales: 1.º, la combustión de una grasa sólida ó líquida favorecida por capilaridad de una mecha (lámpara ó vela); 2.º, la ignición de un gas llegado por conductos aducentes á aparatos especiales periféricos en que la combustión se favorece (gas del alumbrado, acetileno, etc.); 3.º, producción y transformación de agentes físicos que al llegar á aparatos periféricos artificialmente preparados, producen la incandescencia luminosa de filamentos, de conos de carbón, etcétera (luz eléctrica).

En el primer caso, de la *combustión luminosa* vemos consumirse el combustible, proporcionalmente con el efecto luminoso producido; nos hallamos ante un caso de destrucción del protoplasma en holocausto á la función misma, como si dijéramos, forzando la comparación, ante una glándula mamaria que destruyendo por degeneración grasienta su parénquima, produce la leche. Aquí cabe pesar lo quemado, lo comburente y el residuo y estable-

cer su producción por ecuación con el efecto luminoso.

El segundo caso de la *combustión gaseosa* del hidrógeno carbonado, del acetileno, etc., podría reducirse á iguales últimos términos; pero macroscópicamente nos aparece como producto del aprovechamiento artificial de disposición que conduce el gas combustible á aparatos terminales, cuya disposición consiente la mezcla sucesiva y perfecta del tal gas con el oxígeno y su mutua combinación, que determina la combustión luminosa. Muchas glándulas y tejidos orgánicos podrían compararse á este mecanismo; pero ninguno como el músculo en el hecho íntimo de la contracción muscular, no en el volitivo del impulso, ó ímpetu volitivo. También en esta contracción cabe medir la cantidad del elemento aportado por la sangre, y la consumida en la trama del tejido y el efecto producido en calor y movimiento.

Si aún afinamos más la comparación, recordaremos esos aparatos ideados por la industria en que un chispazo eléctrico, de pedernal ó de esponja de platino, produce la primera incandescencia (que pudiera llamarse ímpulso volitivo nervioso), para continuar la combustión del gas, ó sea la contracción muscular.

En el tercer caso se repiten varias y fundamentales circunstancias de los anteriores; pero como en el fenómeno vital nervioso, ya más que cambios físicos y nutritivos, más que combinaciones químicas y combustiones oxigenadas, se trata de transformaciones de fuerza, de trasmutaciones de energía,

que es movimiento mecánico al rodar de la turbina por la caída del agua ó el impulso del vapor, calor después en que se convierte aquel movimiento, y luz por último, en la que no podemos determinar ya, la proporción rigurosa entre la materia consumida inmediatamente y el efecto buscado, aunque podríamos calcular la proporcionalidad de las formas energéticas que anteceden y originan la producción luminosa.

Podrá, en fin de cuentas, fijarse la cantidad de hulla necesaria para la producción de un número dado de kilovatios y, por tanto, de luz producida; pero pasando por cálculos de equivalencias termomecánicas y fototérmicas, que aún no tienen semejanza en los fenómenos nerviosos de la sensibilidad, la percepción y la impulsión volitiva.

Pero siempre quedará en la analogía, la afirmación que estos fenómenos por transformación de fuerzas no necesitan ser relacionados por abocación ó comunicación tubaria que contengan sus flúidos; les basta para que la transmisión de sus efectos sea perfecta con el contacto de contigüidad.

*
* *

Pero hagamos un punto de reposo en estas elucubraciones teóricas, y antes de insistir en ellas ocupémonos en un aspecto de los descubrimientos del histólogo aragonés que contribuye poderosamente al refuerzo definitivo de sus geniales teorías. Nos referimos á los hechos por él descubiertos relativos al desarrollo y generación del sistema nervioso. Ellos suministran datos complementarios que con-

tribuyen á la construcción perfecta de la teoría, para nosotros definitiva y resuelta.

Las investigaciones de Cajal consagradas á la *neurogénesis*, ó sea al desarrollo embrionario del sistema nervioso, merecen ocupar uno de los puestos más principales en la magna lista de las que se deben á su genio y á su trabajo. La importancia y la belleza de los descubrimientos que fueron su resultado inmediato, son en todo comparables á la de los obtenidos en el cerebelo y en la retina; como éstos, destruían errores admitidos como hechos incontrovertibles y abrían nuevas orientaciones, reforzando y afirmando de un modo cada vez más seguro, las doctrinas sostenidas por el histólogo español.

En la página 45 y siguientes apuntábamos el estado de esta cuestión de la neurología, antes de Cajal, haciendo notar los puntos más insistentemente abordados por los investigadores. Recordaremos, por su importancia capital, el afán con que se perseguía la formación de los nervios y, sobre todo, el mecanismo en cuya virtud los apéndices axónicos ó conductores del influjo nervioso, se enlazan, sin equivocarse de su punto de destino, y sin extraviarse en su camino, con los aparatos terminales; por otra parte, todos eran enigmas que atraían poderosamente á los espíritus reflexivos; ¿de qué modo se formaba el ramaje protoplasmático que proporciona el aspecto tan bello á las células de Purkinje? ¿Cómo se establecen disposiciones tan diferentes y tan curiosas como las *fibrillas paralelas* y las *trepadoras*?; la expresión metafóri-

ca, arborización trepadora ¿no implica quizá una acción real y efectiva de trepar?

Se conocía que los elementos celulares peculiares del sistema nervioso derivan de células especiales, *células germinales*, colocadas en la capa externa del *blastodermo*, ó sea en el *ectodermo*. Al ocuparnos de esta cuestión, no podemos en justicia dejar sin citar á His, el gran embriólogo de Leipzig, cuya labor en la neurogénesis ha sido de las más vastas y fecundas, y cuyas intuiciones hipotéticas, geniales, le hacen merecedor del título de precursor de Cajal. En efecto, His opinaba que el *neuro-blasto* ó célula nerviosa primitiva, genera los nervios, mediante la emisión de un brote ó apéndice, el *axon*, que crecería libremente al través de los tejidos para abordar los aparatos terminales, donde acabaría mediante ramificaciones independientes.

Pero esta hipótesis era rudamente combatida por gran número de investigadores, á cuya cabeza figuraba Hensen, secundado por todos los partidarios de la *teoría catenaria* (véase la pág. 47). A cuantos argumentos aducía His en favor de su concepción, oponía Hensen la objeción de que *nadie había visto en el embrión el cabo libre de un nervio en vías de crecimiento*, ante la cual His se veía obligado á callar. Sin embargo (y Cajal es el primero en reconocerlo), en sus preparaciones, el embriólogo de Leipzig había observado el axon de los neuroblastos más tempranos; pero sus métodos de coloración no le permitieron sorprender la forma de crecimiento de dicha expansión, ni espiar el momento de aparición de las dendritas. Además, no vió, ni podía

ver, dada la precaria técnica de entonces, el *cabo final* de la expansión nerviosa en vías de crecimiento. Y mientras tal observación no se realizara, la severa objeción de Hensen conservaba toda su fuerza».

Pues bien, en 1890, Cajal acometió el estudio de la neurogénesis, en los embriones de ave y de mamífero; y en los cortes de la medula espinal del embrión de pollo de tres días, tuvo la fortuna de contemplar por primera vez, antes que nadie, ese fantástico cabo del axon en crecimiento. Fácilmente se comprende que si grande fué la satisfacción del histólogo español, no menor fué también la del embriólogo de Leipzig, puesto que con este descubrimiento quedaron refutadas las objeciones de Hensen. Justo es consignar que His manifestó á Cajal noblemente, en una carta, la alegría que le había proporcionado su hallazgo. El cabo de crecimiento del axon aparecía en los cortes de Cajal, como «un conglomerado protoplásmico de forma cónica, dotado de movimientos amiboides. Pudiera compararse á ariete vivo, blando y maleable, que avanza empujando mecánicamente los obstáculos hallados en su camino, hasta asaltar su distrito de terminación periférica». Esta curiosa maza terminal fué bautizada por Cajal: cono de crecimiento (fig. 17, a).

Este descubrimiento fué confirmado inmediatamente por diversos autores (Lenhossék, Retzius, Kölliker, Van Gehuchten, P. Ramón, Athias, etcétera). Lenhossék descubrió independientemente de Cajal bastantes detalles neurogenéticos, á excepción del *cono de crecimiento*, pero la comunicación

de nuestro compatriota vió la luz antes que la del profesor de Basilea.

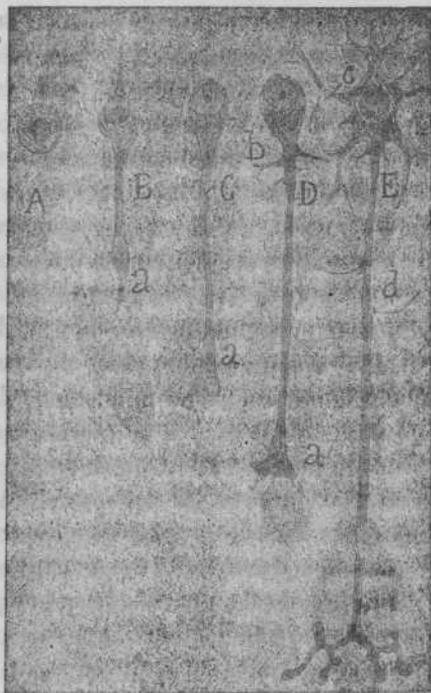


Fig. 17.

Evolución positiva de la fibra nerviosa, según las observaciones de His y de Cajal.—A, célula germinal; B, fase bipolar con iniciación de la masa de crecimiento; C, fase de neuroblasto propiamente dicho; D, aparición de las dendritas; E, modelamiento de éstas y formación de las ramas nerviosas colaterales y terminales; *a*, cono de crecimiento; *b*, *c*, formación de las dendritas; *d*, colaterales del axon. (Cajal.)

En aquellas preparaciones aparecían también los primeros conatos productores de las dendritas,

que nacen en la porción originaria del axon (figura 17, *b*); las ramificaciones sucesivas de estas expansiones (*c*); las fases iniciales de las colaterales nerviosas (*d*); el modelamiento de la arborización terminal del axon; el mecanismo productivo de la sustancia blanca, y en fin, las fases primordiales de las raíces posteriores con su típica bifurcación, etcétera. Diversas leyes neurogenéticas, tales como la de prelación evolutiva de las colaterales del cordón anterior, la de las neuronas motoras sobre las funiculares, la de las colaterales de la sustancia blanca sobre las brotadas en la sustancia gris (colaterales nacidas del trayecto horizontal de los axones, etc.) y otros muchos hechos que fuera prolijo enumerar, quedaron definitivamente establecidos.

Estudiando el cerebelo de los animales recién nacidos, observó el histólogo aragonés con precisión, el desarrollo de las *arborizaciones trepadoras* (fig. 18). Tales fibras, procedentes de centros lejanos «*olfatean*, digámoslo así, el soma de los elementos de Purkinje, al cual abrazan, mediante nidos varicosos, rudimento de la futura arborización (figura 18, *a*). Una vez sobre él, las ramas del nido nervioso *trepan* positivamente á lo largo del tallo principal y dendritas, hasta generar, por fin, el plexo complicado característico de los conductores adultos (fig. 18, *c*)». Este fenómeno, no es necesario decirlo, tuvo una gran significación para la doctrina neuronal.

¿Cómo se organiza la ramificación protoplásmica, el árbol prodigioso, especie de seto vivo de la

célula de Purkinje? Las preparaciones del cerebelo de animales jóvenes, hechas por Cajal, le suministraron la solución de este problema. La célula de Purkinje procede, como todas las células nerviosas, de

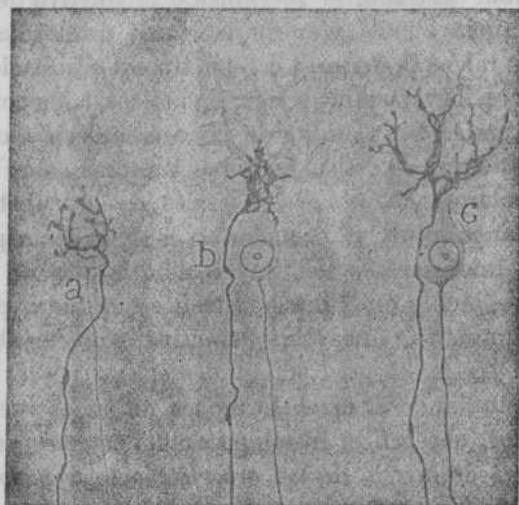


Fig. 18.

Desarrollo de las arborizaciones trepadoras a lo largo del tallo y ramaje del corpúsculo de Purkinje. (Cajal.)

un *neuroblasto*, que en este caso particular presenta un aspecto piriforme, desnudo de expansiones; pero luego, ora en el cuerpo celular, ora en el arranque del cilindro-eje, brotan una ó varias expansiones espinosas, cortas, groseras, que no tardan en estirarse y ramificarse para formar el conjunto de las ramas protoplásmicas. Observó Cajal un hecho biológico interesante. «Echamos de ver, dice, que todo

ramaje protoplásmico ó nervioso en vías de formación atraviesa un período, por decirlo así, caótico, de tanteo, durante el cual son proyectadas al azar vías de ensayo, destinadas en gran parte á desaparecer (fig. 19, *a*). A semejanza del minero que



Fig. 19.

Fases de sucesiva complicación del ramaje de la célula de Purkinje.
—*a*, dendritas provisionales; *c*, colaterales nerviosas exuberantes.
(Cajal.)

cava á ciegas en busca del filón desaparecido, los brotes protoplásmicos ensayan diversos caminos para atinar con el verdadero. Más adelante, llegadas ya las fibras nerviosas aferentes, ó cuando se modelan y alcanzan plena sazón las neuronas funcionalmente solidarias, subsisten, consolidándose, las expansiones útiles y se reabsorben las inútiles ó exploradoras. En este caso, la naturaleza procede como el jardinero que endereza y favorece los retoños bien dirigidos y poda los viciosos ó superfluos.

Porque la vida repugna lo redundante y se muestra singularmente avara de protoplasma y de espacio».

Evolución de los granos del cerebelo.—Los granos del cerebelo, los elementos de la 2.^a zona de la laminilla cerebelosa, sufren, hasta que adquieren su estructura definitiva y hasta que se localizan en el lugar que les corresponde en el individuo adulto, una evolución singular, cuyo descubrimiento se debe también á Cajal. Las fases por que atraviesa esta variedad especial de células cerebelosas, son las siguientes (véase fig. 20): 1.^a fase indiferente ó *célula germinal*, 1; se sabía desde hacía mucho tiempo que el grano joven ó indiferenciado, conjuntamente con otras células nerviosas en esbozo, habita la zona superficial del cerebelo, A; las observaciones del histólogo español revelaron que el *grano* sale de este estado indiferente, tornándose primeramente, *bipolar horizontal* (2.^a fase), es decir, emitiendo dos largas expansiones contrapuestas, *que marchan en la dirección de las láminas cerebelosas*, 4; después, del lado profundo del soma, proyecta cierta expansión descendente, que atrayendo hacia sí buena parte del protoplasma, incluyendo el núcleo, transforma la célula de *bipolar horizontal* en *bipolar radial ó vertical* (fase 3.^a), 5 y 6; 4.^a fase, ó de grano embrionario, en la cual la célula ha llegado ya á la zona de los granos, coincidiendo con la aparición de las finas dendritas y el modelamiento definitivo del *grano cerebeloso* 9 y 10.

«Todas estas extrañas evoluciones — comenta Cajal — parecen encaminadas á fijar desde luego,

sobre las partes correspondientes de las dendritas de Purkinje, la posición de las *fibrillas paralelas*. Nótese, en efecto, que las primeras expansiones del grano en fase bipolar tangencial, no son otra cosa

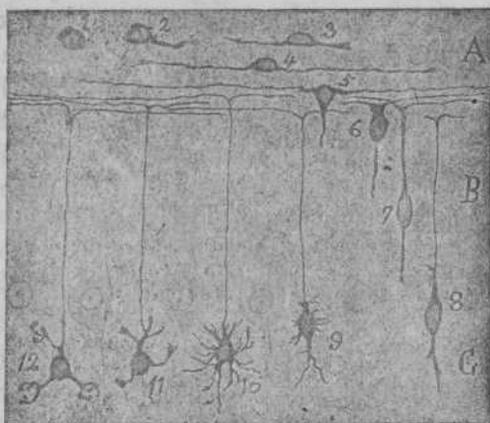


Fig. 20.

Fases sucesivas de la emigración y transformación de los granos del cerebelo.—A, capa de los granos superficiales, ó células gérmenes; B, capa molecular; C, capa de los granos profundos; 1, célula germinal; 2 y 3, aparición de expansiones polares; 4, formación de la bipolar horizontal ó tangencial; 5, aparición de una expansión descendente; 6, comienza la emigración del soma hacia la capa molecular; 7 y 8, fase de bipolaridad vertical; 9 y 10, creación de dendritas provisionales ó de tanteo; 11 y 12, modelamiento de las expansiones definitivas.

que las delicadas ramas terminales del futuro cilindro-eje (*fibrillas paralelas*). Por donde se ve que las ramas nerviosas se diferencian antes que el axon que las sustenta, del mismo modo que éste precede á las dendritas.

Las referidas metamorfosis del grano (confirmadas después por Lugaro, Retzius, Athias y otros sabios), si denuncian algunos resortes íntimos del mecanismo ontogénico de las neuronas, plantean también áridos y trascendentales problemas. ¿Qué misteriosas fuerzas presiden la aparición de las expansiones, promueven su crecimiento y ramificación, provocan la emigración congruente de células y fibras, según direcciones prefijadas y como obediendo á sabio plan arquitectónico, y establecen, en fin, esos ósculos protoplásmicos, las *articulaciones intercelulares*, que parecen constituir el éxtasis final de una épica historia de amor?...»

Digamos, por último, que Cajal corroboró en fecha muy ulterior (1906), estos descubrimientos del año 1890. La diferencia entre las investigaciones realizadas en ambas fechas, estriba principalmente en que las del año 1906 fueron hechas en defensa de la teoría que Cajal había creído dejar definitivamente asentada, y en que fueron realizadas aplicando un método especial de impregnación argéntica, descubierto asimismo por el histólogo aragonés. De ambas cosas (ataque á la teoría y procedimiento de impregnación), nos ocuparemos más adelante.

Las principales conclusiones del trabajo de Cajal, publicado en 1906, que refuta definitivamente á la hipótesis catenaria, son las siguientes:

a) Que el *axon* representa constantemente una prolongación primaria del *neuroblasto*, ó célula nerviosa embrionaria, según descubrió His y confirmaron Cajal, Lenhossék, Kölliker, Harrison, etc.

b) Que todas las vías nerviosas primeramente aparecidas, desde el tercer día de la incubación en el pollo, en el eje cerebro-raquídeo, constan exclusivamente de axones continuos, sin el menor rastro de núcleos ni de cadenas celulares.

c) Que asimismo faltan dichas cadenas celulares en los nervios ó vías nerviosas extracentrales, siendo escasísimos al principio los núcleos de origen mesodérmico (del tercero al cuarto día de la incubación), intercalados en ellas.

d) Que las dendritas se forman posteriormente al axon, resultando del estiramiento en direcciones múltiples del protoplasma neuroblástico, y no por oposición de materia indiferenciada, ni por fusión de series celulares.

e) Que algunos axones, durante su marcha al través de los tejidos, exhiben una *maza terminal*, ó hinchazón olivar libre, semejante á la peculiar de las fibras nerviosas en vías de regeneración (más adelante interpretó Cajal estas tumefacciones finales como *conos de crecimiento* de axones extraviados é hinchados por detención en su marcha).

Y otras muchas más, que sería prolijo enumerar.

Después de examinar la medula espinal, Cajal continuó su exploración por los numerosos cantones del territorio complicado del sistema nervioso. Y siempre que se detenía en su viaje para observar con la curiosidad propia del que espera descubrir el velo que oculta alguna belleza misteriosa (y todo

eran misterios en el dominio que exploraba) podía disfrutar del goce del deseo cumplido, reanudando su expedición con crecientes bríos, con el logro de nuevas adquisiciones (1).

En el lóbulo óptico de las aves (1889), confirma la disposición terminal por contacto, para el caso de las fibras ópticas, ó sea de los conductores sensoriales arribados de la retina, como lo había hecho en la medula para las fibras sensitivas y ésto le permite afirmar, que *también en los centros sensoriales los impulsos aferentes se propagan por contacto desde las fibras centripetas ó retinianas á los penachos protoplásmicos y cuerpo celular de las neuronas centrales.*

Por la trascendencia que tuvo más tarde, merece consignarse también, el descubrimiento en este mismo territorio de un tipo morfológico de neurona, caracterizado por ofrecer un axon singular, de forma recurrente y nacido en el trayecto de una dendrita, á gran distancia del soma. Tales elementos llamados *corpúsculos de axon en cayado, ó arciforme*, son muy importantes para la teoría de Cajal, pues prueban perentoriamente la conducción *axípeta* de las dendritas (fig. 21) como veremos más adelante.

Otro de los territorios en donde con más claridad vió Cajal comprobada su teoría de la transmisión de los impulsos nerviosos por contacto, fué en el bulbo olfatorio (1890). Allí demostró el sabio español el curso total de las fibras nerviosas olfatorias, desde la mucosa hasta su arribo al glomérulo del

(1) Sólo durante el año 1890, publicó Cajal 14 monografías.

bulbo, donde terminan, no por redes como pensaba Golgi, sino por arborizaciones libres varicosas. Y

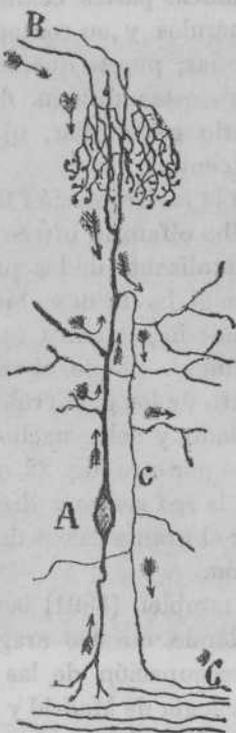


Fig. 21.

Lóbulo óptico del pájaro de pocos días. — A, Corpúsculo de axon en cayado ó arciforme; C, axon. Las flechas marcan la marcha del impulso nervioso.

trazó magistralmente el esquema dinámico del bulbo olfatorio (véase la fig. 22), llamando la atención de los sabios sobre la necesidad de otorgar función

conductora á las dendritas ó brazos protoplásmicos de las células mitrales y de las células empenachadas, que son las únicas partes celulares que penetran en los glomérulos y en contacto íntimo con las fibrillas olfatorias; puesto que, en contra de la aserción de Golgi, éstas últimas fibras no salen jamás del territorio glomerular, ni en él entran axones de origen central.

La historia de la interpretación fisiológica de la estructura del bulbo olfatorio ofrece un caso típico de la influencia paralizante de los prejuicios teóricos. En efecto; Golgi había descubierto antes que Cajal, los datos más importantes de la estructura de dicho centro, singularmente, el valiosísimo de la concurrencia dentro de los glomérulos, de las fibras olfativas, por un lado, y del penacho dendrítico de las células mitrales por otro (fig. 22, *a*); pero su concepción rígida de la *red nerviosa difusa*, no le permitió comprender el gran alcance fisiológico de semejante disposición.

Estudió Cajal también (1891) la estructura del gran simpático, donde nuestro aragonés, influido en parte por la preocupación de las oposiciones á la cátedra de Histología de Madrid y por otra parte, dejándose llevar de su impaciencia, no recogió una cosecha de hechos tan brillante como seguramente hubiera cosechado, si la investigación hubiera sido desarrollada con la tranquilidad requerida.

«Ignorábase por aquel tiempo, dice Cajal, la verdadera morfología de las neuronas simpáticas. Diversos histólogos (Remak, Ranvier, Kölliker), habían reconocido en ellas expansiones dicotomiza-

das; pero reinaba la mayor incertidumbre acerca del carácter y paradero de las mismas. El corpúsculo

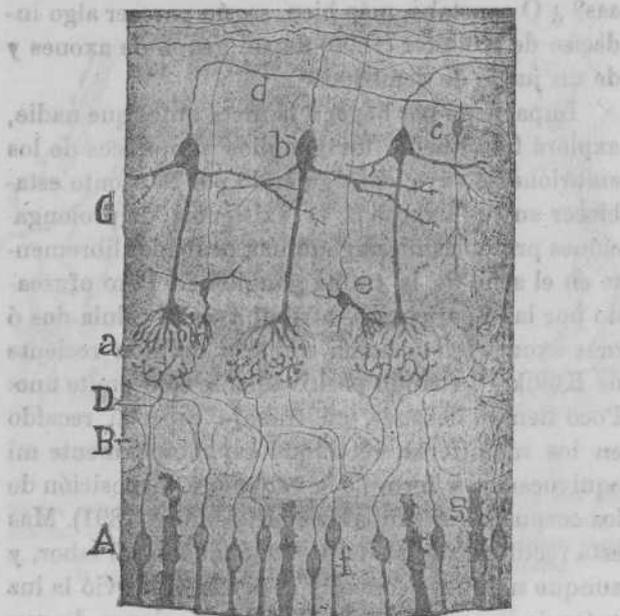


Fig. 22.

Figura semiesquemática destinada á mostrar las articulaciones interneuronales en el bulbo olfatorio de los mamíferos. — A, mucosa olfativa; B, lámina cribosa del etmoides; D, fibra olfativa; C, célula mitral; a, glómérulo ó territorio de encuentro de las arborizaciones de las fibras olfativas y del penacho dendrítico de las células mitrales; f, célula bipolar olfativa; d, axon dirigido á la región esfenooidal del cerebro; e, células empenachadas.

simpático, cuya naturaleza motriz parecía indudable, y poseía en concordancia con el patrón morfológico común, legítimas dendritas y axon, ó más

bien, según sospechaban ciertos neurólogos, todas sus prolongaciones celulares, tenían significación nerviosa, arborizándose en las fibras musculares lisas? ¿ O constaba, más bien, según parecer algo indeciso de Kölliker (1890) de un grupo de axones y de un juego de dendritas?

Impaciente por llegar á la meta antes que nadie, exploré febrilmente los ganglios simpáticos de los embriones de ave, consiguiendo por lo pronto establecer en sus neuronas la existencia de prolongaciones protoplásmicas genuinas, acabadas libremente en el seno de la trama ganglionar. Pero ofuscado por las apariencias, atribuí á cada célula dos ó más axones (en armonía con una opinión reciente de Kölliker), cuando positivamente sólo emite uno. Poco tiempo después, en trabajo especial recaído en los mamíferos, rectifiqué espontáneamente mi equivocación y formulé la verdadera disposición de los corpúsculos simpáticos (Diciembre 1891). Mas esta rectificación tardía deslució mucho mi labor, y aunque mi nueva concepción morfológica vió la luz antes de la aparición de las observaciones de van Gehuchten, Luigi Sala, discípulo de Golgi y de G. Retzius, á quienes había yo sugerido la fórmula metodológica apropiada (proceder de *doble impregnación* al cromato de plata), no pude evitar se me reprocharan, con razón, mis titubeos y contradicciones, y se adjudicara á van Gehuchten el mérito de haber resuelto definitivamente el problema. Algo quedó, naturalmente, en mí activo; la existencia de las *colaterales de las fibras llegadas de la medula espinal* (*fibras motrices de primer orden* de los autores

y cordones de unión longitudinal de los ganglios);
los *nidos nerviosos pericelulares* de origen dendrítico;

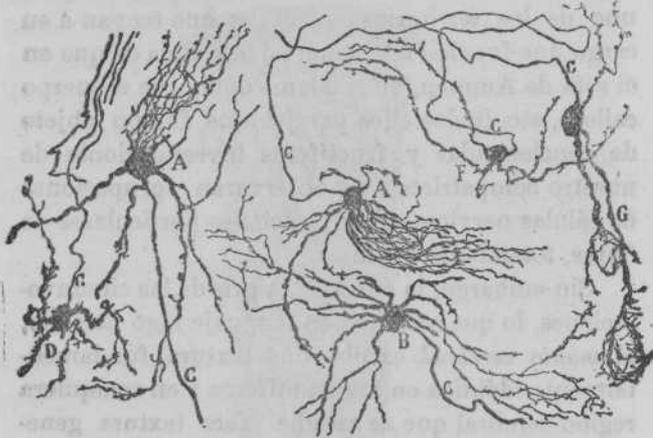


Fig. 23.

Varias células simpáticas del ganglio cervical superior del perro adulto.—El axon único C, se distingue por carecer de ramificaciones. A, B, tipo de célula de largas dendritas; D, tipo de dendritas cortas; G, células cuyas dendritas forman nidos pericelulares.

la determinación de varias modalidades neuronales (fig. 23).

*
**

Llegó el momento de que Cajal emprendiera el estudio de la estructura del cerebro. Fácilmente se sospechará que las dificultades de esta investigación tenían que superar con mucho á las que pudiera oponer el resto de los órganos del sistema nervioso, puesto que por los datos fisiológicos y clínicos, se conoce la elevación y el inmenso número de delica-

das funciones que están encomendadas á la organización de la masa cerebral. Por la misma razón, es lógico pensar que la estructura será variable en cada uno de los territorios cerebrales que tengan á su cargo una función diferente; no hay duda de que en el asta de Ammon, en el tálamo óptico, en el cuerpo caloso, etc. (todos ellos parajes que fueron objeto de concienzudas y fructíferas investigaciones de nuestro compatriota), se observarán agrupaciones de células nerviosas y disposiciones particulares de fibras, totalmente distintas.

Sin embargo, la substancia gris de las circunvoluciones, lo que se llama en lenguaje algo literario, el *manto cerebral*, exhibe una textura fundamentalmente idéntica en los mamíferos y en cualquiera región cerebral que se estudie. Esta textura general ó esencial se refiere á la constitución de la *corteza típica*, ó de la *corteza general*, aunque justo es consignar que cada región exhibe algunas disposiciones específicas constitutivas de lo que se llama *corteza regional*. Según Cajal, la superioridad tan manifiesta del cerebro del hombre, sobre el de los animales, no depende en modo alguno de la morfología ni del enlace de las células, sino del número de éstas y de la mayor longitud y ramificación de las expansiones protoplasmáticas y colaterales nerviosas (1).

En la fig. 24 verán los lectores cómo se admitía la estructura de la corteza gris cerebral en la época de Luys (1882).

(1) Parece como si esos Briareos manifestaran su mayor fortaleza en proporción con la longitud de sus brazos.

En 1890 publicó Cajal sus dos primeras monografías sobre la corteza cerebral de los mamíferos.

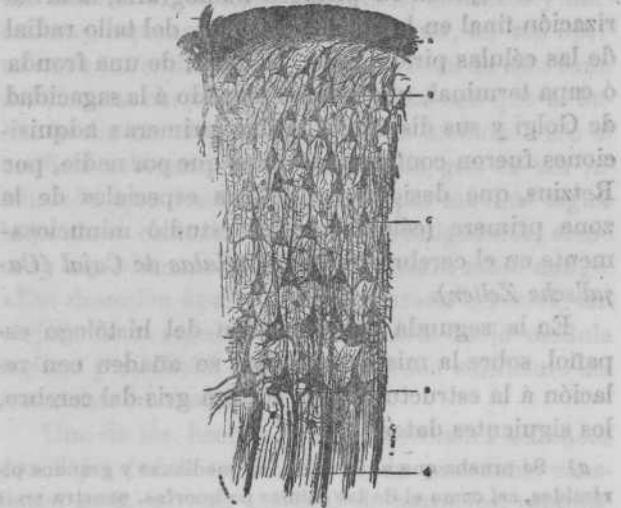


Fig. 24.

Figura semiesquemática de la corteza cerebral, con un aumento aproximado de 180 diámetros, que permite contemplar la disposición de conjunto de las diferentes zonas de células, de sus relaciones entre unas y otras, ó con la neureglia ambiente. — La región A, corresponde al retículo submeningeo de la neuroglia; la región B, á las zonas submeningéas de las pequeñas células (región del sensorio común); la región C, es intermediaria á las zonas submeningéas y á las zonas profundas de las células indicadas en D; en E, se nota la inmersión de los fascículos de substancia blanca en las redes de células corticales; F, representa un capilar en el momento en que penetra en las redes de la corteza.

En ellas se daba cuenta del descubrimiento, en la primera capa cerebral de estos seres, de unos corpúsculos nerviosos especiales, cuyas dendritas, larguísimas y horizontales, corren sobre extensión enorme de la superficie cortical; del hallazgo en la

misma zona de varios pequeños corpúsculos de axon corto, desconocidos de los autores. Describió también Cajal en su primera monografía, la arborización final en la zona molecular, del tallo radial de las células piramidales, es decir, de una fronda ó capa terminal, que había escapado á la sagacidad de Golgi y sus discípulos. Estas primeras adquisiciones fueron confirmadas antes que por nadie, por Retzius, que designó las células especiales de la zona primera (células que él estudió minuciosamente en el cerebro humano), *células de Cajal* (*Cajal'sche Zellen*).

En la segunda comunicación del histólogo español, sobre la misma cuestión, se añaden con relación á la estructura de la corteza gris del cerebro, los siguientes datos:

a) Se prueba que el axon de las medianas y grandes pirámides, así como el de las células polimorfas, penetra en la substancia blanca, donde á veces se bifurca.

b) Se mencionan las espinas del tallo y penacho terminal de las pirámides.

c) Se consigna que el cuerpo caloso consta de tubos directos y de colaterales de axones de pirámides de proyección ó asociación.

d) Se descubren colaterales y bifurcaciones en las fibras del cuerpo caloso.

e) Se confirma la existencia en los embriones y mamíferos jóvenes de células epitelicas, extendidas desde los ventrículos á la superficie cerebral.

f) Se prueba que en el cerebro, como en la medula, muchas células neuróglícas, son elementos epiteliales dislocados y emigrados.

g) Se sorprenden, con el método de Weigert, las estrangulaciones de los tubos nerviosos cerebrales, negadas por muchos, etc.

Hasta 1891, no vió la luz el trabajo fundamental de Cajal sobre la corteza cerebral. Utilizó en estas nuevas exploraciones reptiles, batracios y mamíferos, esperando poder determinar, en sus optimismos juveniles, el plan fundamental de esta zona del sistema nervioso, con la claridad con que lo había hecho en el cerebelo y en la medula. Pero el artificio soberano de la substancia gris es tan intrincado, que desafía y desafiará por muchos siglos la porfiada curiosidad de los investigadores, como muy atinadamente hace notar nuestro sabio amigo. «Ese desorden aparente de la maraña cerebral, tan alejada de la regularidad y simetría de la medula espinal y cerebelo, esconde un orden sutilísimo actualmente inaccesible.»

Uno de los hechos mejor apreciados entonces por Cajal, fué la revelación de la existencia constante, en la corteza cerebral de batracios, reptiles, aves y mamíferos, del *corpúsculo piramidal*, que denominó *célula psíquica*. Sus características son: forma alargada, más ó menos cónica ó piramidal; orientación radial; ostentar constantemente un penacho dendrítico extendido por la capa molecular ó tangencial del cerebro, y un axon ó expansión nerviosa dirigida á las regiones profundas donde constituye vías de asociación intercortical, ó córtico-medular (véase fig. 25). Encontró también, en la capa molecular del cerebro de los mamíferos (donde se suponían existir solamente corpúsculos neuróglícos y fibras nerviosas), numerosas *neuronas de axon corto*, terminado en el espesor mismo de dicha zona y clasificables en dos variedades principales (figu-

ra 26, a y b). Se describen *numerosas neuronas fusiformes*, existentes en todos los estratos de la corteza cerebral y caracterizadas porque su axon, de orien-

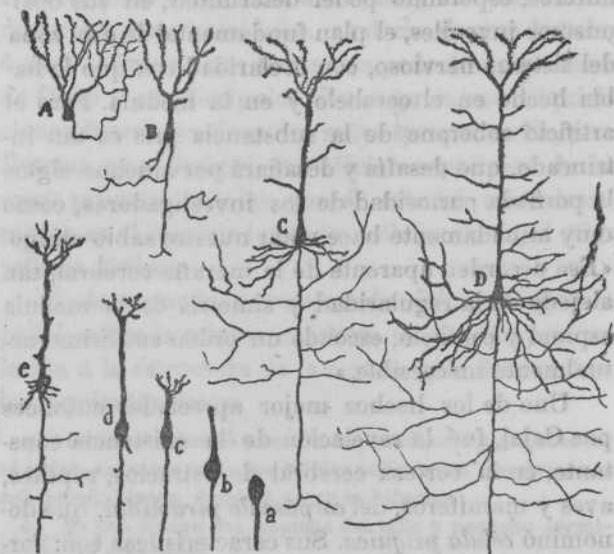


Fig. 25.

Esquema que muestra la evolución filogénica y ontogénica de la célula psíquica ó pirámide cerebral.—A, célula piramidal de un batracio; B, de un reptil; C, del conejo; D, del hombre; a, b, c, d, e, fases evolutivas de la célula psíquica en el embrión de mamífero.

tación ascendente, se arboriza en las zonas de las *pequeñas, medianas y grandes pirámides* (fig. 26, c, e). Se persigue por vez primera el curso de las fibras de proyección hasta el cuerpo estriado y se señalan sus colaterales para este cuerpo y para la comisura callosa (fig. 26, g). Descubrimiento de ciertas fibras gruesas, llegadas del cuerpo estriado y ramificadas

libremente en las zonas de las pirámides (*f*). Tales fibras, confirmadas por Kölliker, que las llamó *fibras de Cajal*, representan probablemente, la terminación de la vía sensitiva central. Demostración de la terminación libre de las colaterales de los axones de las pirámides y de las ramillas nerviosas de los elementos de axon corto (fig. 26, *D*). Observación de que las células de Martinotti, ó de axon ascendente ramificado en la capa molecular no viven sólo cerca de ésta, sino en todas las capas de la corteza (figura 26, *d*).

Estas y otras observaciones se divulgaron rápidamente, por publicarlas su autor en francés, en *La Cellula*, revista histológica belga.

* * *

Tratemos de dibujar el esquema de la corteza cerebral general ó fundamental, de acuerdo con los datos proporcionados principalmente por las investigaciones de Cajal, con objeto de poder comprender más claramente la sin par complicación de esta parte del sistema.

Se describen hoy en la corteza cerebral del hombre y mamíferos cuatro zonas concéntricas esenciales, aunque algunos autores, demasiado detallistas, han señalado hasta siete. Estas cuatro zonas son, de fuera á dentro, la *zona molecular*, la de las *pequeñas pirámides*, la de las *grandes pirámides* y la de los *corpúsculos polimorfos*.

Después, inmediatamente, aparece la substancia blanca. En realidad esta división resulta algo arbitraria porque las zonas 2.^a y 3.^a no tienen límite

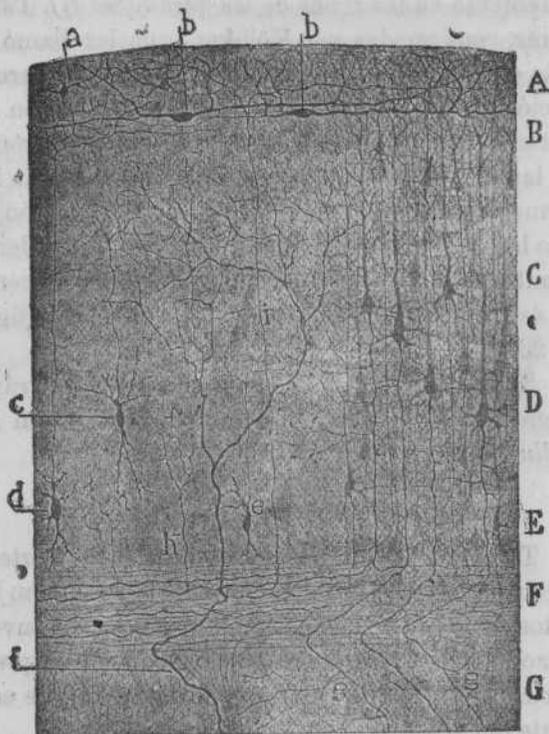


Fig. 26.

Esquema de una sección de la corteza cerebral de un mamífero de pequeña talla (conejo, ratón, etc.), *a*, células estrelladas pequeñas de la capa plexiforme ó superficial; *b*, corpúsculos fusiformes horizontales; *c*, elemento de axon ascendente arborizado en la zona de las medianas pirámides; *d*, neurona situada en la capa de corpúsculos polimorfos, cuyo axon se arboriza en la capa molecular; *h*, colaterales de la substancia blanca; *f*, ramificación terminal de las fibras sensitivas; *g*, colaterales de los axones de las pirámides destinadas al cuerpo estriado. A, zona plexiforme; B, de las pequeñas pirámides; C, de las medianas pirámides; D, de las pirámides gigantes; E, de los corpúsculos polimorfos; F, substancia blanca; G, cuerpo estriado.

preciso, sino que las pirámides van creciendo de tamaño de la periferia al centro, sin que pueda decirse con exactitud dónde terminan las pequeñas y dónde empiezan las grandes pirámides. En cambio las zonas 1.^a y 4.^a se limitan con facilidad.

Zona molecular.—Encontramos en ella, al lado de algunos elementos neuróglícos, dos clases de células nerviosas; las *células poligonales* y las células especiales de la corteza, descubiertas por Cajal (*células de Cajal*), cuyas expansiones son larguísimas y corren paralelas á la superficie cerebral, apoyándose en las ramas terminales de las pirámides, las cuales aparecen cubiertas de espinas con el único objeto de asegurar un mejor contacto. En esta primera capa se observa un fieltro de fibras tan apretado, que constituye un ejemplo clarísimo de la transmisión de los impulsos por contacto, porque á través de los intersticios de dicho fieltro pasan los penachos ascendentes de las células piramidales que acaban ramificándose en la misma zona molecular, contribuyendo así á hacer aún más tupido el fieltro fibroso.

Zonas de las pequeñas y grandes pirámides.—Hemos dicho que se confunden insensiblemente y también conocemos ya, el paradero de las expansiones protoplásmicas ó dendritas de estos elementos. En cuanto al cilindro-eje, sigue una dirección descendente, y después de emitir en su trayecto seis ú ocho colaterales en plena substancia gris, llega á la substancia blanca donde se continúa con un tubo nervioso único, ó bien se bifurca, originando dos.

Zona de las células polimorfas.—El cilindro-eje

de las células de esta zona, que es lo que nos interesa, compórtase en general como el de las pirámides.

Substancia blanca.—Consta de cuatro especies de fibras, á cual más importantes: *fibras de proyección*, *fibras de asociación*, *fibras callosas ó comisurales* y *fibras centrípetas ó terminales*. Todas estas fibras, de función y trayecto tan distinto, pero cuyo aspecto morfológico es igual en unas y otras, aparecen confundidas en los mamíferos de gran talla, pero sobre todo en el hombre, por lo cual resulta absolutamente imposible determinar por la observación directa, su origen y su terminación. Para ello hay que recurrir á pequeños mamíferos, al ratón, por ejemplo, donde se puede conseguir ese objeto estudiando cortes microtómicos gruesos.

Las *fibras de proyección* nacen en todas las regiones de la corteza, convergen en el cuerpo estriado al que atraviesan para penetrar finalmente en los pedúnculos cerebrales; suelen emitir una colateral al nivel del cuerpo calloso y otras en el cuerpo estriado.

¿Cuál es la procedencia celular de las fibras de proyección? Según Monakow y otros autores, proceden exclusivamente de las grandes pirámides, y de las pequeñas arrancarían las fibras de asociación y las callosas. Las observaciones de Cajal demuestran, sin embargo, que las fibras de proyección dimanarían igualmente de pirámides grandes y pequeñas y hasta de algún corpúsculo polimorfo. Microscópicamente es imposible ver dónde terminan las fibras de proyección; pero la anatomía patológica

enseña que una buena parte de ellas (por lo menos las nacidas en la *región motriz* de la corteza cerebral), forman la llamada *vía piramidal*, camino descendente de las incitaciones motoras voluntarias.

Fibras de asociación.—Constituyen la masa principal de las fibras que componen la sustancia blanca cerebral y están en relación directa con el número y la complicación de las circunvoluciones cerebrales, ó dicho de otro modo, con la cantidad de sustancia gris. Arrancan probablemente de las tres últimas capas de células de la corteza, y una vez en la sustancia blanca, se extienden horizontalmente por cima del cuerpo calloso, y penetran, después de un trayecto variable, en la sustancia gris de una circunvolución vecina ó en la de un lóbulo diferente, pero siempre en el hemisferio del mismo lado, terminando por arborización libre en la capa molecular, donde entran en contacto con peñachos protoplásmicos diversos. Algunas de estas fibras se bifurcan, pudiéndose distribuir por dos ó más regiones apartadas del cerebro, y Cajal ha descubierto que desprenden finísimas colaterales ascendentes que van á la sustancia gris superpuesta. Puede afirmarse que la inteligencia, aparte de otras condiciones, está en relación directa del número y complicación de las fibras de asociación.

Fibras callosas.—Son de una extremada delicadeza, hasta el punto de parecer colaterales de cilindros ejes. Proceden de todos los parajes de la corteza de un lado y se terminan en todos los del otro, salvo la región esfenoïdal de los hemisferios, donde las fibras callosas ó comisurales marchan

aparte, constituyendo la comisura anterior. Pero se desconoce en absoluto el origen y terminación de estos conductores nerviosos. Según Cajal, algunas representan seguramente, colaterales de fibras de proyección ó de fibras de asociación.

Fibras terminales ó centripetas.—Son fibras que llegan á la substancia gris, ramificándose extensamente y envolviendo con sus arborizaciones á las medianas pirámides; proceden quizá de focos sensoriales primarios (focos visuales del cuerpo geniculado externo y tubérculo cuadrigémimo posterior, foco sensitivo del tálamo óptico, etc.).

* * *

La obra científica de nuestro histólogo en lo que se refiere exclusivamente al sistema nervioso (y téngase presente que los merecimientos de nuestro aragonés le hacen digno de todo encomio, en otros muchos diferentes aspectos de la ciencia), es tan extensa, que dar cuenta detallada de todos sus trabajos y descubrimientos, resultaría una empresa muy distinta de la que nos propusimos al comenzar la publicación de este libro.

Por otra parte, al lector que verdaderamente tenga interés en conocer con más exactitud todo lo que se debe á Cajal, le recomendamos con gran empeño y entusiasmo, convencidos de que una vez leído nos lo agradecerá, adquiera el libro de su autobiografía, «*Recuerdos de mi vida*», donde encontrará todos los datos que necesite y en el que disfrutará al leerlo, de bellísimos párrafos de recia literatura é ideas originales, de pensador genial.

Vamos á cerrar, por lo tanto, la lista de los hallazgos sobre el sistema nervioso debidos al histólogo español. Pasaremos por alto sus bellos estudios sobre la protuberancia, el bulbo, tálamo óptico y cuerpo estriado, sobre las vías ópticas (logrando demostrar definitivamente la existencia del haz ó cordón óptico homolateral), y, en fin, sobre todos los territorios del encéfalo, estudios llevados á cabo en el transcurso de cinco años de actividad febril (1899 á 1904) y que se encuentran reunidos en un libro de valor incalculable, titulado: «Histología del sistema nervioso del hombre y de los vertebrados», obra magna, de tres tomos, con 1.800 páginas de texto y 887 grabados originales. Veamos lo que dice su autor á propósito de libro tan importante:

«El objeto de mi obra fué, desde luego, crearme permanente estímulo para el trabajo intensivo; en previsión de posibles horas de desaliento y de fatiga, quise atar deliberadamente mi voluntad, mediante formal compromiso de honor contraído con el público. Respondió, además, el citado libro á un egoísmo harto humano para ser inexcusable: temeroso del olvido y poco seguro de dejar continuadores capaces de recordar y defender ante los extraños mis modestas adquisiciones científicas, tuve empeño en reunir en un todo orgánico, las monografías neurológicas publicadas durante tres lustros en revistas nacionales y extranjeras, amén de rellenar con nuevas indagaciones los puntos antes no tratados. Pero ante todo y sobre todo, deseaba que mi libro fuera—y perdónese el orgullo—el trofeo

puesto á los pies de la decaída ciencia nacional y la ofrenda de fervoroso amor, rendida por un español á su menospreciado país!...»

Conocida la obra de Cajal en el extranjero, no tardó en recibir varias demandas de traducción y aceptó una francesa, hecha por su amigo, el histólogo Dr. León Azoulay, que apareció en 1911 y debe considerarse como obra nueva por haber sido corregida por el mismo Cajal y haber incluido en ella los nuevos descubrimientos que logró hasta esa fecha de 1911. Esta edición francesa apareció en dos volúmenes de cerca de 1.000 páginas cada uno.

Esta edición, cuya expansión europea y americana ha logrado superar á la de la edición española de 1904, por razones de índole comercial y de facilidad de relaciones de la Francia con los países con que mayores las debiéramos tener nosotros por comunidad de idioma, además de las razones científicas, de mayor comprensión de asuntos y confirmación de investigaciones, ha dado lugar, decimos, á la especie corrida hace algún tiempo entre ciertos españoles y so-patriotas, de que las obras de Ramón y Cajal se estudiaban en la República Argentina y en otras americanas de habla española, en francés, cosa que puede suceder en España, hasta con *El Quijote*, del cual hemos adquirido ediciones inglesas, alemanas y de otros países, sea por la belleza de sus grabados, sea por la erudición de sus notas, ó sea por sus condiciones tipográficas.

Es evidente, que si los españoles habláramos menos y más pausada y reflexivamente, gozaríamos

de un concepto más elevado del que gozamos ante los pueblos cultos.

*
* *

Hasta el año 1903, podemos decir que Cajal se preocupó principalmente de confirmar en todos los sitios de la masa nerviosa, las articulaciones inter-neuronales por contacto. En cambio, desde esta fecha, su atención fué atraída de manera predilecta por el seductor problema de la organización íntima de la célula nerviosa y del cilindro-eje. El año 1903 debe ser citado como ejemplo de lo que fué la actividad del histólogo aragonés; nada menos que 14 comunicaciones, algunas equiparables por su volumen á libros, dió á la estampa en dicho año, cuya segunda mitad, él mismo considera como la cúspide de su actividad inquisitiva. Aquel año se celebró el *Congreso Médico Internacional*, en nuestra Corte y descubrió Cajal un procedimiento de coloración del armazón protoplásmico de la célula nerviosa, que lo mismo que su feliz modificación del método de Golgi, le permitió recoger abundantísima cosecha de hechos nuevos.

Desde antiguo, Max Schutze, Schwalbe, Ranvier y más tarde Dogiel, observaron en el interior de las células nerviosas una urdimbre compuesta de finísimas hebras de aspecto granuloso, que se prolongaban hasta el interior de las expansiones protoplásmicas ó dendritas. Los métodos existentes en aquella fecha eran incapaces de demostrar, si tales sutilísimos filamentos constituyen red ó marchan independientes, si entraban en los axones y llegaban hasta

las ramificaciones terminales, todo lo cual podría permitir juzgar si constituían vías intracelulares, especialmente diferenciadas para la propagación del impulso nervioso. Apathy, sabio húngaro, descubrió un buen método, pero que á más de ser de una complicación extraordinaria, era sólo aplicable á los invertebrados. Bethe halló otra fórmula de coloración, pero sólo producía preparaciones medianas.

Resuelto Cajal á encontrar un buen método de coloración de las neurofibrillas, que así se llamaron á tales filamentos intracelulares, se dirigió á las impregnaciones metálicas, guiándose en parte por los métodos de Simarro, primer autor que logró teñir las neurofibrillas mediante las sales de plata, é introductor además en la técnica histo-neurológica de los reductores fotográficos (1). Tras innumerables tanteos y en el regreso de un viaje de recreo por Italia, se le ocurrió la idea fecunda, que había de dar lugar al método.

En efecto, llegado á Madrid, puso manos á la obra y dió con la fórmula precisa, de la impregnación argéntica de las neurofibrillas por el *método de nitrato de plata reducido*, que aventajaba por su rapidez y fácil ejecución y por sus constantes y bellos resultados, á todos los demás métodos conocidos.

Gracias á estas ventajas pudo Cajal recoger gran número de datos, antes que otros investigadores

(1) La probidad caballeresca de Cajal, no frecuente en los sabios de laboratorio, se ve una vez más en la escrupulosa exactitud con que describe los procedimientos de Simarro en su tratado de *Histología* y en los "Recuerdos de mi vida".

que como él estaban arduamente dedicados al estudio del esqueleto neurofibrillar. Como descubrimientos más transcendentales con este método citaremos la descripción de la disposición real de dicho esqueleto ó armazón, que se compone, no de un conjunto de hilos independientes, que pasarían desde el soma á las expansiones, según pensaban Apathy, Bethe y Belschowsky y en parte también Donaggio, sino de un retículo en donde se destacan dos clases de hebras; las *gruesas* ó *primarias* intensamente coloreables en café ó rojo pardo, y las *finas* ó *secundarias*, más débilmente teñidas y enlazadas entre sí y con las precedentes (véase la fig. 27). En colaboración con su discípulo predilecto Tello, observó Cajal un hecho interesante, á saber: que *las neurofibrillas no forman un armazón estable y rígido, sino que representan algo vivo, mudable y susceptible de reaccionar, cambiando de aspecto en presencia de estímulos fisiológicos y patológicos*. Así, en el lagarto, las neuronas espinales, durante la fase de entorpecimiento invernal (acción del frío), muestran sus neurofibrillas como fundidas en gruesos cordones, en vez del fino retículo que se observa bajo la acción del calor de la estufa.

El método de impregnación argéntica por el nitrato de plata reducido, permitió también á Cajal comprobar todos los descubrimientos hechos con el de impregnación cromo argéntica, añadiendo además algunos detalles nuevos.

Por último, reflexionando sobre las alteraciones observadas en las neurofibrillas del lagarto, bajo la acción de estímulos fisiológicos, como el frío y el

calor, pensó Cajal que las condiciones patológicas darían lugar también á modificaciones del armazón neurofibrillar, esperando encontrar variaciones más



Fig. 27.

Dos células de la medula espinal del conejo de pocos días. Advértanse en *a* y *b* indiscutibles ramificaciones de los filamentos intraprotoplásmicos y legítimas disposiciones en red.

ó menos típicas, susceptibles de ser aprovechadas en el diagnóstico de los procesos infecciosos del sistema nervioso.

Estas esperanzas confirmáronse plenamente por lo que toca á los centros nerviosos de los animales rábicos (perro, conejo, hombre, etc.), investigación

llevada á cabo por Cajal con la colaboración de don Dalmacio García Izcara, jefe de la Sección de Veterinaria del *Instituto Nacional de Higiene de Alfonso XIII*.

El mismo Cajal resume, que «en la extensa monografía, consagrada al referido argumento, hago constar que, bajo la influencia del virus rábico, las células nerviosas de los ganglios, medula, bulbo, cerebelo, cerebro, etc., del conejo, cavia, perro, etc., pasan por las siguientes fases: *a)* aproximación de las neurofibrillas, que se disponen en haces apretados, dejando libres grandes espacios; *b)* desaparición de los filamentos secundarios y fusión de los haces en cordones macizos, sucesivamente más gruesos y menos numerosos; *c)* en fin, vacuolización del protoplasma, lateralización del núcleo, formación de nuevas dendritas (estado irritativo del retículo), multiplicación de los corpúsculos satélites, alteración varicosa y destrucción de los axones, transformación de los nidos nerviosos (cerebelo, medula, etc.), (véase la fig. 28).

Las citadas alteraciones del retículo se consideran como una reacción de este órgano celular bajo el estímulo de las toxinas léicas, reacción comparable á la desarrollada por el retículo de los reptiles sometidos á la acción del frío.

En fin, considerando la precocidad de dicha alteración neurofibrillar, la constancia absoluta de su presentación en la rabia y su ausencia en otras enfermedades infecciosas, se estima la susodicha hipertrofia neurofibrillar como un seguro signo diagnóstico de la hidrofobia del hombre y animales.

(Confirmado por Marinesco, que estimó la mencionada lesión como excelente medio de diagnosticar la rabia.)»

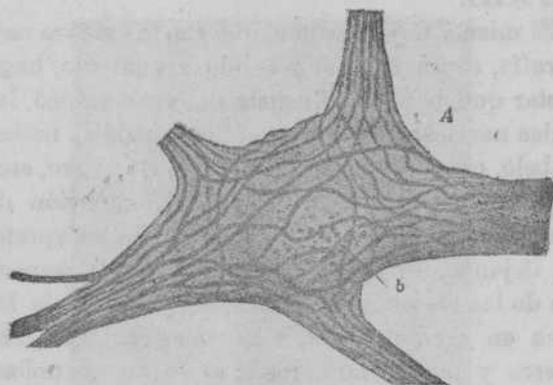


Fig. 29.

Hipertrofia y simplificación de las neurofibrillas en las células de la médula espinal de los animales rabiosos. (Cajal).

Hagamos un resumen de la obra de Cajal, principalmente con miras a la Fisiología.

Uno de los primeros puntos nuevos, establecidos por nuestro sabio compatriota, fué la independencia de la célula nerviosa; antes de sus trabajos, la célula nerviosa se consideraba como una parte integrante del conjunto de elementos (fibras, redes intersticiales, células, neuroglia, etc.), que unidos entre sí, de un modo complicadísimo, constituían la trama del sistema nervioso. Desde Cajal, la célula nerviosa puede decirse que ha pasado a ser ella sola el todo y el único elemento del sistema, *en lo que este sistema tiene de función específica*. En efec-

to, todas las manifestaciones del sistema nervioso están exclusivamente determinadas por la actividad de la célula nerviosa con sus correspondientes expansiones. Para expresar este nuevo concepto que en lo sucesivo habría de tenerse de la célula nerviosa, como elemento independiente, como verdadera unidad anatómica y funcional, Waldeyer creó la palabra *neurona*, que quiere decir *unidad nerviosa*, y desde entonces á la teoría levantada por Cajal sobre su genial concepción de la independencia de la célula nerviosa, se la llamó *teoría de la neurona*. Al considerar á la célula nerviosa como elemento independiente, había que admitir lógicamente la transmisión de los impulsos nerviosos por contacto; pero ésto ya hemos visto que no fué impuesto por la lógica, sino por la fuerza de los hechos de observación del histólogo aragonés (fig. 29).

* * *

El hecho del contacto de una onda luminosa con los elementos sensibles de la retina, después de haber atravesado el rayo luminoso-inmaterial y fluido los medios transparentes físicos y materiales, la córnea, el cristalino y el vítreo que le desvían y tuercen, le enfocan y le invierten antes de ser estímulo y agente en la esencia de la función; ese acto constituye para el organismo vivo un fenómeno de *penetración* tan evidente, y por otra parte tan necesario, como el ingreso de un alimento en el aparato digestivo sufriendo las operaciones fisico-químicas que le alifian para la absorción nutritiva, ó tan necesario como la bocanada de aire que se templa,

limpia y prepara antes de la dialisis que es precedente é indispensable para la hematosis. Penetra-

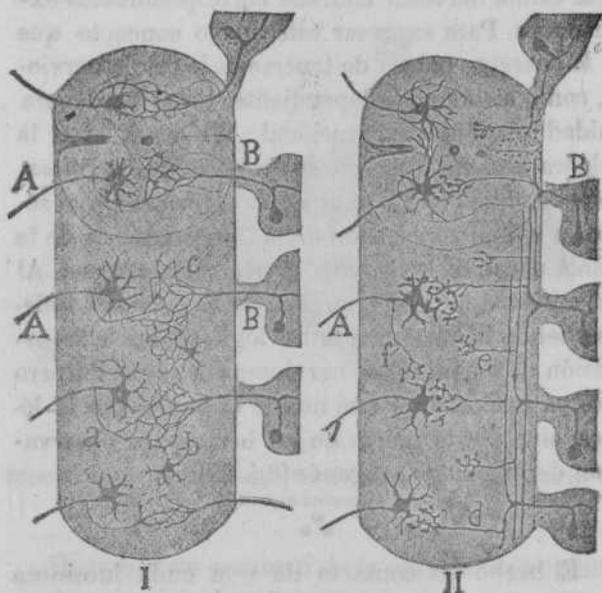


Fig. 29

Esquemas destinados á comparar la concepción de Golgi acerca de las comunicaciones sensitivo-motrices de la medula espinal (I) con el resultado de las investigaciones de Cajal (II).—A, raíces anteriores; B, raíces posteriores; a, colateral de las radiculares motrices; b, células de axon corto-que intervendrian, según Golgi, en la formación de la red; c, red difusa intersticial; d, colaterales largas de Cajal en contacto con las células motrices; e, colaterales cortas.

ción hay en los tres casos: de un flúido imponderable en el primero; de un gas en el último, pero gas, flúido ó principio inmediato, alimenticio y penetración de un agente exterior sin el cual la función no

se realizaría. Y en los grados superiores de ella, dominará siempre el mismo carácter que en el inicial de su particular penetración: contacto en el fluido, osmosis en el gas, absorción en el alimento.

Y así el acto de hematosis respiratoria continúa siempre siendo de imbibición y de osmosis al apoderarse la hemoglobina del oxígeno, y al cedérsele á la célula, á la fibra muscular ó á los diversos protoplasmas en los actos más íntimos de su metabolismo; y así el alimento reducido á principio inmediato y transformado en *material constructivo* orgánico, continúa siempre teniendo este carácter hasta cuando, ya utilizado, pero inservible en lo porvenir, es expulsado del ser que le aprovechó. Lo mismo ocurre en la función nerviosa, fluido transmitido por simple contacto al bastoncillo ó al cono retiniano, á la célula ciliada auditiva, á la olfatoria, á la de impresión táctil, se encamina modificado y adaptado produciendo transmisiones de contacto, estímulos de contacto, percepciones, ideas y fenómenos volitivos hasta su última manifestación refleja exteriorizada, conservando su carácter de fluido como le conserva el eléctrico en las múltiples manifestaciones de luz, de sonido, de fuerza mecánica en que le aprovechamos haciéndole recorrer aparatos de adaptación para el fin particular que de él obtener queremos.

*
* *

Establecido este principio, había que puntualizar todavía la marcha de la corriente nerviosa de una célula á otra y además en el interior mismo de

las células. En efecto, antes de Cajal, se discutía mucho este asunto y algunos sabios de la fama de Golgi afirmaban que las dendritas celulares no participaban en la función conductora, sino que tenían un papel meramente nutritivo. Por otra parte, fácil es comprender que los histólogos se preguntaran con ansiedad al contemplar las múltiples expansiones de las células nerviosas, «cuál era la dirección del impulso nervioso dentro de la neurona; si es que se propagaba como el sonido ó como la luz en todas direcciones, ó marchaba constantemente en un solo sentido á la manera del agua del molino».

En realidad, los fisiólogos habían descubierto ya un dato valioso, el de que en los axones motores, la descarga nerviosa que nace en las células del asta anterior de la medula, transmítase exclusivamente en sentido *celulífugo*, es decir, desde el *soma*, ó cuerpo celular, á la placa motriz ó terminación nerviosa periférica; ciertos neurólogos (Gowers, Kölliker, Waldeyer, etc.) habían generalizado este carácter á todos los cilindros-ejes. Pero en cuanto á las dendritas, no existía opinión formada; pues aunque Golgi las asignaba un papel meramente nutritivo, á su vez el fisiólogo Gad supuso, sin base objetiva suficiente, que acaso podían propagar el impulso nervioso en sentido *celulípeto*, es decir, desde el extremo de estas expansiones al interior del cuerpo celular.

Los trabajos de Cajal le permitieron afirmar la capacidad conductora de las dendritas; en efecto, si recordamos la disposición de las fibras trepadoras, pensaremos que al aplicarse íntimamente á las

ramificaciones protoplasmáticas de la célula de Purkinje, tales ramificaciones protoplasmáticas ó dendritas, recogen el impulso nervioso y le conducen al cuerpo celular. Estableció, pues, nuestro compatriota, que en el axon la conducción era *celulífuga* y en las dendritas, *celulípeta*, á lo que llamó ley de la polarización dinámica. Sin embargo, se tropezaba con algunos inconvenientes para generalizar esta ley, por ejemplo: en las células sensoriales (conos y bastones, células olfativas, células bipolares, etc.), no se veía claramente una diferenciación especial de dendritas, sino que ó bien presentaban una sola expansión gruesa, ó bien las expansiones tenían aspecto de ser nerviosas (del tipo del cilindro-eje), en lugar de protoplásmicas (del tipo de las dendritas.) Este obstáculo fué salvado por Cajal mediante una concepción teórica, que consistió en identificar (sobre la base de comparaciones morfológicas), las gruesas expansiones periféricas de los corpúsculos sensoriales con las prolongaciones protoplásmicas de las neuronas centrales. Véanse las figs. 30 y 31, que representan la marcha del impulso nervioso en la retina y en la mucosa y centros olfativos, respectivamente; se observará que la expansión ó expansiones celulares gruesas, en un todo comparables con las dendritas, miran constantemente al mundo exterior y poseen conducción evidentemente celulípeta, mientras que el axon ó prolongación celulífuga se orienta hacia los centros nerviosos. En la fig. 32 se muestra la marcha de las corrientes en el cerebelo, según la ley de polarización. Por otra parte, algunos hechos

parecían ser francamente opuestos á la ley de la polarización dinámica. Por ejemplo, en diversos

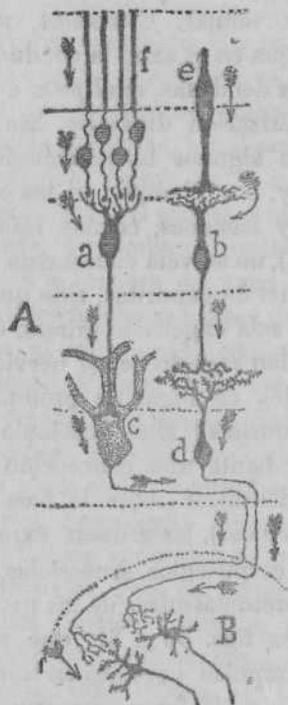


Fig. 80.

Esquema destinado á mostrar la dirección del impulso nervioso en la retina de los vertebrados.—A, retina; B, cuerpo geniculado externo; a, célula bipolar para bastones; b, célula bipolar para conos; c, d, células ganglionares; e, cono; f, bastoncillos. Las flechas marcan la dirección de la corriente. (Cajal.)

centros nerviosos de los vertebrados y, sobre todo, en el lóbulo óptico de las aves y reptiles, se encontraban zonas concéntricas donde sólo se veían den-

dritas; en este caso era forzoso admitir el contacto entre dendritas solas de origen diverso, y por lo

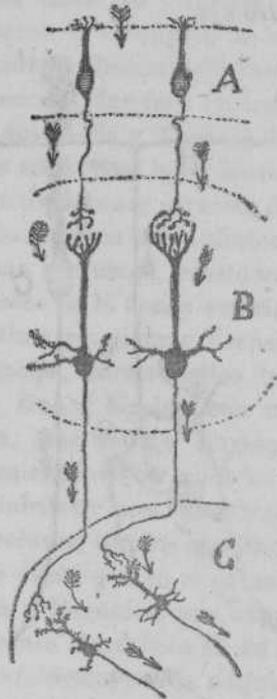


Fig. 31.

Esquema destinado á mostrar la dirección de la onda nerviosa en la mucosa y centros olfativos.—A, mucosa olfativa; B, bulbo olfatorio del cerebro; C, lóbulo olfatorio del cerebro, donde acaban las vías nacidas del bulbo olfatorio. Las flechas señalan la dirección del movimiento nervioso.

tanto, una conducción indiferentemente celulípeta ó celulífuga. Otro grave obstáculo para la ley, lo constituían las células de los *ganglios sensitivos* ó

raquídeos, en las cuales, la rama periférica, de conducción indiscutiblemente celulípeta, afecta en el adulto todos los caracteres estructurales y morfológicos del cilindro-eje.

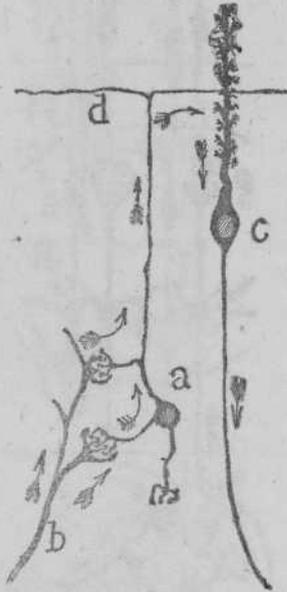


Fig. 53.

Esquema destinado á mostrar la marcha de las corrientes en el cerebelo, en el supuesto de que la ley de polarización dinámica tenga carácter general.—*a*, grano; *b*, fibra musgosa; *c*, corpúsculo de Purkinje; *d*, fibra paralela. (Cajal.)

Estos obstáculos desaparecieron después de un examen detenido; la existencia de zonas donde exclusivamente se encontraban dendritas, no era más que el resultado de una observación errónea, puesto que en dichas zonas existen en realidad ricos plexos

nerviosos terminales, como pudo ver Cajal en preparaciones magistralmente hechas por su hermano. El segundo obstáculo (carácter axónico de la expansión externa ó celulípetas de las células ganglionares raquídeas), desapareció mediante una interpretación racional, fundada en hechos bien establecidos de la ontogenia y filogenia. En efecto; si en los vertebrados superiores la expansión externa de las células sensitivas posee carácter de cilindro-eje, en cambio en los tramos más inferiores de la escala animal (gusanos, moluscos, crustáceos, etc.), ó en las primeras fases de la época embrionaria, se observa que la célula ganglionar ó sensitiva, no adopta el tipo *monopolar*, característico de los vertebrados superiores, sino el *bipolar*, con una expansión *externa* gruesa, que recoge corrientes aferentes, libre de forro mielínico, con todos los rasgos distintivos de las dendritas y una expansión *interna* fina, dirigida á los centros, con los atributos del cilindro-eje legítimo; es decir, que en el curso de la evolución ontogénica y filogénica, una expansión primitiva, legítimamente dendrítica en su doble aspecto dinámico y morfológico, puede adquirir por adaptación progresiva, los caracteres estructurales del cilindro-eje, pero no adquiere los caracteres dinámicos, ó de función de éste, sino que continúa, con la función propia de las dendritas (véase la fig. 33). En esta figura, tomada del libro de Cajal, como casi la totalidad de las que encierra nuestro libro, se ve la evolución morfológica y de situación del cuerpo celular, que experimenta la célula sensitiva durante su desarrollo filogénico. «Se ve que conforme pro-

gresa la evolución, dicho cuerpo abandona sucesivamente la piel, confinándose en órganos profundos, y cuando yace cerca de la medula espinal, co-

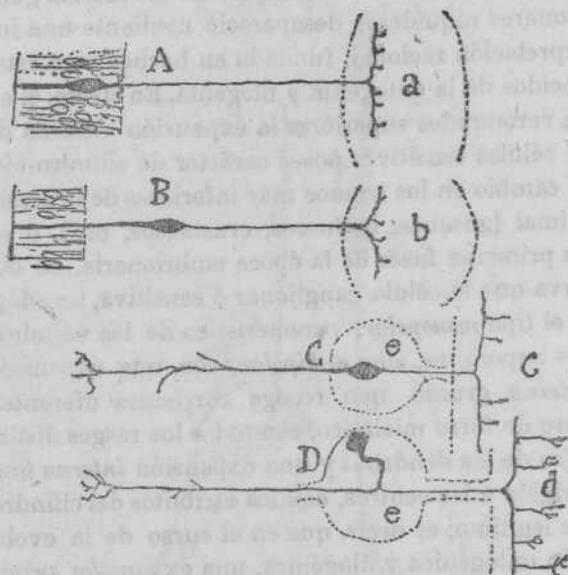


Fig. 33.

Esquema destinado á mostrar las metamorfosis de situación y morfología sufridas por las células sensitivas en la serie animal. — *A*, células sensitivas de la lombriz de tierra (el cuerpo celular, como demostró Lenhossek, reside en el epidermis); *B*, células sensitivas de los músculos (según Retzius); *C*, células sensitivas de los peces inferiores; *D*, células sensitivas de los mamíferos, aves, reptiles y batracios.

mienza otra emigración, en cuya virtud, el núcleo intercalado entre las dos expansiones, central y periférica, huye hacia la corteza del ganglio, brotando aquéllas en lo sucesivo, de un pedículo inicial con

atributos anatómicos de axon.» Este curioso desplazamiento del soma, es decir, del núcleo, que parece huir del cauce principal del impulso nervioso como facilitando la creación de caminos directos, fué más

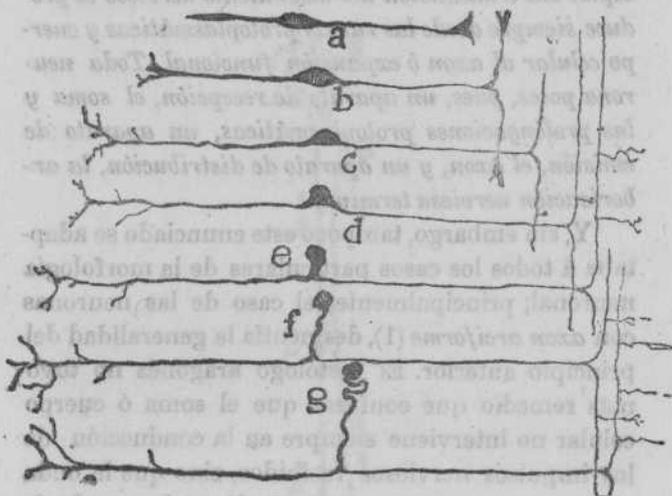


Fig. 34.

Fases del desarrollo de las células sensitivas de los mamíferos.—a, b, fases primitivas; c, d, e, transiciones de la bipolaridad a la monopolaridad.

adelante explicado, desde el punto de vista utilitario, mediante las leyes de economía, de espacio y tiempo de conducción. Esta evolución morfológica de las neuronas sensitivas se reproduce durante el desarrollo embrionario de los mamíferos y aves, como demostró también Cajal (ver fig. 34). Así quedó constituida y aceptada por la mayor parte de los neurólogos la *teoría de la polarización dinámica*,

cuyo nombre obedece, á que la marcha del impulso nervioso al través del protoplasma celular, implica cierta orientación, algo así como una *polarización* de las ondas nerviosas, y Cajal enunció así su principio: *La transmisión del movimiento nervioso se produce siempre desde las ramas protoplasmáticas y cuerpo celular al axon ó expansión funcional. Toda neurona posee, pues, un aparato de recepción, el soma y las prolongaciones protoplasmáticas, un aparato de emisión, el axon, y un aparato de distribución, la arborización nerviosa terminal.*

Y, sin embargo, tampoco este enunciado se adaptaba á todos los casos particulares de la morfología neuronal; principalmente, el caso de las neuronas con *axon arciforme* (1), desmentía la generalidad del principio anterior. El histólogo aragonés no tuvo más remedio que confesar que el soma ó cuerpo celular no interviene siempre en la conducción de los impulsos nerviosos recibidos, sino que la onda aferente se propaga, á veces, directamente desde las dendritas al axon y hubo de sustituir la fórmula anterior, por ser incorrecta, por esta otra que designó: *Teoría de la polarización axípeta. El soma y las dendritas poseen conducción axípeta, es decir, transmiten las ondas nerviosas hacia el axon. Inversamente, el axon ó cilindro-eje goza de conducción somát-fuga ó dendrí-fuga, propagando los impulsos recibidos por el soma ó por las dendritas, hacia las arborizaciones terminales nerviosas.* Por consiguiente, las corrientes afluentes al axon no pasan por el soma,

(1) Véase el núm. 3,576 de EL SIGLO MÉDICO.

sino cuando éste está interpuesto entre los aparatos dendrítico y axónico.

Esta fórmula se aplica á todos los casos sin ex-



Fig. 35.

Esquema destinado á mostrar la marcha de las corrientes en las células de cayado del lóbulo óptico de peces, batracios y reptiles, donde el axon surge de una dendrita á gran distancia del cuerpo celular. Aceptando la fórmula de la polarización axipeta, se evita el escollo de suponer una doble conducción, celulipeta y celulífuga, en el tallo intercalado entre el soma y el axon. (Cajal.)

cepción, tanto de los vertebrados como de los invertebrados y lo mismo en el adulto que en el embrión. En las figuras 35 y 36 podrá ver el lector la

fórmula aplicada a los casos difíciles (células con cilindro-eje en cayado y células ganglionares raquídeas adultas).

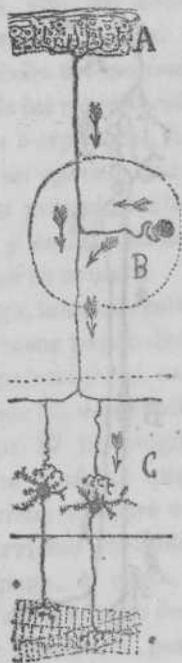


Fig. 96.

Esquema de la marcha de las corrientes en las vías sensitivo-motrices. Admitiendo la fórmula de la polarización axipeta, evitamos la suposición, contraria a la teoría, de que el pedículo de la célula sensitiva posea conducción celulipeta y celulifuga a la vez.—A, piel; B, ganglio raquídeo; C, medula espinal. (Cajal.)

Respecto a las disposiciones especiales que afectan las células nerviosas en general y sus expansiones, en lo que toca a su situación, morfología y re-

laciones entre unas y otras, parecen regirse y en cierto modo explicarse, según Cajal, desde el punto de vista teleológico, por estos tres postulados económicos:

a) Ahorro de materia (construcción de la vía más corta, entre dos territorios asociados).

b) Ahorro de tiempo de conducción (consecuencia dinámica de la ley anterior).

c) Economía de espacio. Evítanse todos los huecos inútiles, situándose el núcleo, y, por tanto, el soma neuronal, allí donde hay escasez de arborizaciones protoplásmicas ó nerviosas.

He aquí el problema arquitectónico que parece haberse planteado el organismo: *construir con el mínimo de materia y el menor espacio posible, la máquina nerviosa más ricamente diferenciada y de reacciones más súbitas, enérgicas y eficaces; caso particular, en suma, de la ley física tan conocida, del efecto máximo con el esfuerzo mínimo.*

Ya hemos dicho y repetido muchas veces que la relación entre los elementos nerviosos se verifica por contacto ó articulación entre arborizaciones nerviosas, de una parte, y el cuerpo celular y expansiones protoplásmicas, de otra. El movimiento nervioso se transmite, pues, del cilindro-eje de una célula á las expansiones protoplásmicas de otra. Pero en cuanto á los detalles de este movimiento, Cajal ha establecido una ley de importancia extraordinaria, que es la ley del *alud nervioso*, que se formula así: *toda impresión periférica, recogida por la arborización protoplásmica (sensitiva ó sensorial) de una sola célula, propágase en avalancha hacia los*

centros. Es decir, que el movimiento nervioso puede comenzar en una sola célula periférica, por ejemplo, en un cono de la foseta central de la retina, ó en una célula ciliada acústica, etc.; pero en cuanto es transmitido á los centros, el número de células nerviosas que intervienen en su propagación crece en *avalancha*, por cuanto las arborizaciones centrales de cada cilindro-eje tocan al cuerpo y expansiones de un gran número de elementos celulares nerviosos; por donde resulta muy verosímil que, en el trabajo cerebral, la representación ó la percepción sensorial más sencilla, visual, táctil, acústica, etcétera, sea una resultante de la actividad de miles de células nerviosas.

Lo admirable de este funcionamiento tan exquisito, es que (en condiciones normales se entiende) los contactos sólo tienen lugar entre las células y las expansiones especialmente destinadas á cada modalidad de la función nerviosa. A cualquiera que haya contemplado la maraña inextricable y apretadísima de los fibras de los centros nerviosos, le habrá parecido, como resultado de la primera impresión, que puesto que los impulsos nerviosos se transmiten por contacto, lo natural sería que, dada la inmensa cantidad de fibras que se entrelazan en un pequeño territorio cualquiera, del cerebro por ejemplo, el impulso se transmitiría á las fibras vecinas y de éstas á sus contiguas y así á conductores cuyo destino fuera diferente; pero la disposición estructural es tan perfecta, que eso no puede suceder, en condiciones normales, repetimos, porque cada conductor ó cilindro-eje va completamente

envuelto en su trayecto por el forro aislador de la mielina, forro que sólo desaparece al nivel de las arborizaciones finales que sirven para verificar el contacto. En cuanto á la célula en sí, las partes que poseen la propiedad conductora, son el jugo celular ó neuroplasma principalmente, y tal vez de un modo exclusivo y también, aunque en menor intensidad, la membrana celular, descubierta por Cajal, y negada por los autores antes de sus trabajos. En cuanto á las neurofibrillas, parecen desprovistas de capacidad conductora.

* * *

Tal es á grandes rasgos, en lo que tiene de esencial, la teoría neuronal, establecida por Cajal. Rápidamente llevó á su lado á los más ilustres neurólogos é histólogos de todos los países, que la confirmaron y reforzaron con interesantes aportaciones. Todo parecía hacer pensar que estaban completamente abandonadas las antiguas erróneas concepciones, y sin embargo, nuestro compatriota tuvo que atravesar una época en que su edificio tan afanosa y concienzudamente construído, pareció amenazado de ruina por los insistentes ataques que siempre se le dirigieron, pero que en un momento dado adquirieron una importancia inusitada.

Golgi fué el primero que atacó con ímpetu descomedido á la labor de Cajal; y hasta cierto punto, se comprende que así fuera, al ver que su teoría de la *red difusa intersticial*, aceptada por todos como credo neurológico, quedaba desacreditada como falsa y errónea.

Véase lo que, como golpe de puñal de misericordia, escribió Golgi á Luciani y éste dió á la publicidad:

«Respecto á la fina organización de los centros nerviosos, si existe un hecho evidente, es el representado por la extrema complicación de las relaciones entre células nerviosas, por una parte, y fibras nerviosas, por otra. Puede hallarse la demostración en cualquier parte del sistema; pero la región donde se puede obtener de una manera más fácil y evidente es la cara dentada del *gran pie del Hipocampo*. En la figura inédita que te envío (fig. 37) que por su claridad podría suponerse esquemática, á pesar de ser una exactísima reproducción del natural, llamo tu atención hacia la zona *reticular* que está interpuesta entre las prolongaciones de una serie de células nerviosas, por una parte, y un haz de fibras nerviosas, por otra. Ante esta imagen tan evidente, ¿cómo podría pensarse en la existencia de relaciones individuales entre células y fibras nerviosas?... En cambio, ¿cómo no pensar que existen relaciones mutuas entre extensos grupos de células (seguramente células de regiones enteras) y haces de fibras correspondientes?...

»Como es sabido, Cajal tuvo la genial intuición de la teoría de la neuroma al observar las relaciones anatómicas que se efectúan entre las colaterales verticalmente descendentes de la prolongación nerviosa de las pequeñas células de la *capa molecular* y el cuerpo de las *células de Purkinje* de la corteza cerebelosa (descritas por mí en 1873, y que fueron objeto de otro trabajo especial de Fusari (1883).

Habiendo observado que las colaterales descendentes, á nivel de las células de Purkinje, dan origen á arborizaciones aparentemente *terminales* que se apli-

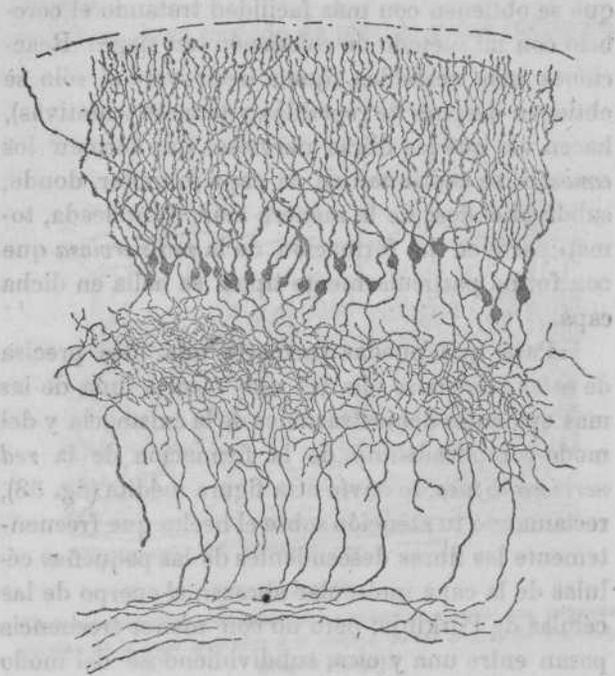


Fig. 87.

Cara dentada del gran pie del hipocampo (según Golgi).
La explicación en el texto.

can á la superficie del cuerpo de dichas células, le pareció que se podían comparar á las *placas motrices* de los músculos. Y bien, estas supuestas terminaciones (que las llamó luego Kölliker *canastos pericelulares* y que están reproducidas en casi todos los

tratados como una especie de evangelio anatómico al servicio de las interpretaciones fisiológicas), no son más que la expresión de *reacciones incompletas* que se obtienen con más facilidad tratando el cerebelo con mi método de coloración en negro. Reacciones más acabadas (que á decir verdad sólo se obtienen después de repetidas y tenaces tentativas), hacen ver que las fibras nerviosas que forman los *canastos*, se continúan en la capa granular, donde, subdividiéndose de la manera más complicada, toman parte en la formación de la *red nerviosa* que con forma particularmente típica se halla en dicha capa.

»Para que puedas formarte una idea precisa de estas relaciones de las que resulta una de las más evidentes demostraciones de la existencia y del modo complicadísimo de la formación de la *red nerviosa difusa*, te envío otra figura inédita (fig. 38), reclamando tu atención sobre el hecho que frecuentemente las fibras descendentes de las pequeñas células de la capa molecular abrazan el cuerpo de las células de Purkinje; pero no con menor frecuencia pasan entre una y otra, subdividiéndose del modo antes indicado más ó menos por debajo del nivel de los cuerpos de dichas células de Purkinje».

Los trabajos posteriores de Cajal y de tantos otros confirmadores de sus teorías (Kölliker, Van Gehuchten, Retzius, etc.), demostraron lo erróneo de estas afirmaciones del sabio de Pavía.

De más importancia que los ataques de Golgi, fueron los dirigidos por gran número de autores, hacia el año 1904; en realidad, los ataques nunca

habían faltado desde que vió la luz la teoría neuronal, pero en la fecha indicada es cuando alcanzaron su fuerza máxima. Dejemos al mismo Cajal la descripción:

«Tras largo período de plácido y casi indisputa-

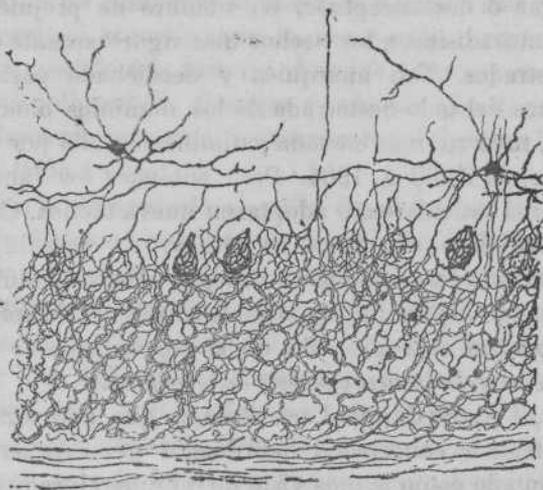


Fig. 88.

Corteza cerebelosa que muestra las relaciones entre las pequeñas células de la *capa molecular* y el cuerpo de las células de Purkinje. (según Golgi).

La explicación en el texto.

do señorío de la doctrina neuronal, cuyas principales pruebas objetivas tuve, según recordará el lector, la fortuna de aportar, renació con increíble pujanza en determinadas escuelas, el viejo y casi olvidado error del *reticularismo* y otras similares extravagancias especulativas (*teoría catenaria*, etc.). Diríase que ciertos espíritus, propensos al misticis-

mo, son molestados por las verdades sencillas y patentes. Temperamentos exageradamente activos parecen obstinados en conquistar la fama, no por el honroso y difícil camino del hallazgo de nuevos hechos, sino por el hartó más cómodo y expedito de negar ó desconceptuar, en nombre de prejuicios aventuradísimos, los hechos más rigurosamente demostrados. Tan anárquica y desdichada pasión, nunca del todo desterrada de los dominios biológicos, tuvo su más elevada culminación allá por los años de 1900 á 1904. Pero entonces los fanáticos del reticularismo adoptaron nueva táctica. Confiando poco, sin duda, en alcanzar la victoria en el terreno franco de la morfología neuronal adulta, escogieron para impugnar el neuronismo el campo, al parecer más propicio, de la *regeneración de los nervios* y de la *neurogénesis embrionaria*.

Al frente de aquel movimiento que amenazaba destruir la concepción neuronal, á pesar de ser el resultado como hemos visto de innumerables observaciones concordantes, figuraba Alfredo Bethe, docente de la Universidad de Estrasburgo, á quien hicieron justamente famoso sus estudios sobre las neurofibrillas de los vertebrados. Le acompañaban, entre otros, Held, de Leipzig, el profesor Dogiel, de San Petersburgo, y el eximio Golgi, de Pavía; como se ve, los adversarios de nuestro compatriota eran de primera fila. Júzguese si sería fulminante el contagio del reticularismo, gracias, sobre todo, á los sugestivos alegatos de Bethe, que titubeó en su fe neuronista el ilustre Waldeyer, se pasó temporalmente al bando contrario el profesor Marinesco, y

flaqueó, ¡quien lo dijera! hasta el ilustre Van Gehuchten una de las columnas del neuronismo. Sin embargo, más desconsolador es, que en España mismo, algunos profesores que sin duda tuvieron noticia de la cuestión por alguna Revista francesa, echaron las campanas al vuelo, declarando con mal disimulado regocijo que la concepción neuronal había pasado á la historia. Aunque tales *españoles* no sean dignos de disculpa, puede tan sólo decirse en descargo suyo que, seguramente, ni siquiera habían leído á Cajal.

Un tanto apenado el sabio español, y en cierto modo de *mala gana* (pues la verdad, aun indefensa, acaba por prevalecer), abandonó los trabajos que constituían entonces su ocupación principal, para defender la teoría neuronal con la demostración del error que defendían los reticularistas; este nuevo trabajo duró varios años; pero Cajal encontró su recompensa merecida, descubriendo hechos de gran valor, á más de fortalecer varias conclusiones clásicas poco seguras; ocioso es decir que la teoría neuronal quedó incólume de los ataques. Justo es consignar que acompañaron á nuestro compatriota en la defensa de su teoría: Perroncito, discípulo favorito de Golgi; Lugaro, Medea, Marinesco y Minea, Nageotte, Krassin, etc., y de los españoles, Tello, cuya contribución fué de gran valor. Al triunfo de la buena causa, como dice Cajal, contribuyó decisivamente el procedimiento del nitrato de plata reducido, el cual, con relación al tema debatido, posee la inestimable ventaja de teñir total y vigorosamente los brotes ó renuevos de los axones mu-

tilados (cabo central), brotes que es dable perseguir cómodamente en cortes espesos al través de la cicatriz y dentro del cabo periférico hasta los mismos aparatos terminales.

Veamos cómo expone el mismo Cajal algunos antecedentes del problema de la *regeneración de los nervios*:

«Los patólogos y fisiólogos de la primera mitad del siglo pasado (Waller, Vulpian, Ranvier, Brown-Sequard, Münzer, etc.) pusieron de manifiesto el siguiente hecho: cuando en un mamífero joven se corta un cordón nervioso, la porción de éste situada más allá de la sección (el *cabo periférico*) degenera y muere rápidamente, reabsorbiéndose progresivamente las reliquias del axon y de la mielina; mientras que, meses después, tanto la cicatriz intermedia ó internerviosa como el cabo periférico, ofrecen numerosas fibras neoformadas que restablecen total ó parcialmente la sensibilidad y motilidad del miembro paralizado.

¿En virtud de qué mecanismo histológico se restaura el cabo periférico destruido y se regeneran las terminaciones nerviosas en músculos y superficies sensibles?

Las soluciones propuestas giraban todas en torno de estas dos: la *teoría de la continuidad ó monogenista*, sostenida por Waller, Münzer, Ziegler, Ranvier, Vanlair Ströbe, Kölliker, Mott, Halliburton, Harrison, Lugaro, etc.; y la *teoría de la discontinuidad ó poligenista*, proclamada por algunos fisiólogos (Vulpian, Brown-Sequard, Bethe) y por buen golpe de anatomo-patólogos y patólogos

(Büngner, Wietting, Ballance, Stewart, Marchand, Medea, etc.).

Los mantenedores de la primera solución sostenían que las fibras neoformadas del cabo periférico representan simplemente la prolongación, por vía de brote y crecimiento progresivo, de los cilindros-ejes del cabo central, los cuales conservarían plena vitalidad, gracias á su continuidad, con la neurona de origen ó *centro trófico*; mientras que los adeptos del poligenismo ó de la segunda teoría afirmaban resueltamente que las fibras regeneradas resultan de la diferenciación y sucesiva transformación de las células de revestimiento de los tubos nerviosos viejos (núcleo y protoplasma en vías de división de los corpúsculos de Schwann). Estas células dispondríanse al principio en cadena ó cordón protoplásmico macizo, dentro de cuyos anillos surgirían progresivamente, por un acto de diferenciación, sendos trozos axónicos ulteriormente fundidos en filamento continuo y, al fin, reunidos con los extremos axónicos libres del cabo central.»

Cajal, creyente fervoroso en la unidad de las leyes biológicas y persuadido de que la Naturaleza procede siempre en sus operaciones con espíritu de estricta economía, no podía admitir que el organismo empleara para la construcción de los nervios dos mecanismos diversos y casi antagónicos. «Porque, de ser cierto el poligenismo en relación con la regeneración nerviosa, resultaría que durante la neurogénesis embrionaria el axon representa la obra individual de un neuroblasto ó célula nerviosa joven; en tanto que, en la regeneración pato-

lógica, el axon neoformado constituye el producto de innumerables células de Schwann ó *neuroblastos periféricos*, como algunos los llaman, amén del trozo axónico central, hechura de un neuroblasto embrionario.»

En 1905 comenzó el sabio español sus investigaciones sobre la regeneración de los nervios, que duraron cerca de dos años y recayeron sobre gran número de animales. Los resultados obtenidos fueron muy interesantes, pero no nos detendremos en especificarlos, lo cual nos llevaría fuera de nuestro propósito. Digamos solamente que, como consecuencia de aquellos trabajos, buen número de autores abandonaron el poligenismo, y que la opinión reaccionó al fin vigorosamente en favor de la doctrina clásica del desarrollo continuo ó *monogenista*. Y hasta el mismo Alfredo Bethe, el batallador campeón del catenarismo, acabó por abandonar el campo. Así se lo anunció á Cajal, algunos años después, no sin algún dejo de melancolía, al acusar amablemente recibo de la obra del sabio español sobre la *Degeneración y regeneración del sistema nervioso*. En esta obra, en dos volúmenes, profusamente ilustrada, recogió Cajal todos sus trabajos sobre el asunto, que continuó con alguna intermitencia después de los dos años (1905-1907), que dedicó casi exclusivamente á defender la teoría neuronal, es decir, la teoría monogenista de la regeneración nerviosa, constituyendo un complemento digno por su valor, de la obra sobre la «Estructura del sistema nervioso del hombre y de los vertebrados».

III

DESCUBRIMIENTOS DE CAJAL FUERA DEL SISTEMA NERVIOSO

Aunque la obra científica del histólogo español está representada casi en su totalidad por sus investigaciones sobre el sistema nervioso, no quiere decir eso que sus actividades se hayan limitado á estudiar esta parte del organismo. Apenas si ha habido estructura orgánica que no haya sido objeto de estudio por su parte. Claro es, que en el mayor número de los tejidos, no hizo más que confirmar los hallazgos de investigadores anteriores á él, puesto que su contextura no era tan complicada como la del tejido nervioso y su estudio no entrañaba, por tanto, gran dificultad. No obstante, también fuera del campo de la neurología realizó nuestro amigo algunos descubrimientos de verdadera importancia, que procuraremos resumir en las líneas que siguen.

* * *

En la primera producción científica que publicó en el año 1880, con el título de *Investigaciones experimentales sobre la inflamación en el mesenterio, la córnea y el cartílago*, encontramos ya un descubrimiento de gran importancia y sobre el cual no han parado la atención la mayor parte de los sabios, llegándose hasta atribuirle á otros, que observaron esta propiedad de las plaquetas mucho tiempo después. Cajal vió que en determinadas condiciones, estos

corpúsculos sanguíneos son susceptibles de englobar partículas de carmín, microbios, etc.

También son de gran transcendencia los estudios que llevó á cabo Cajal sobre los tumores, especialmente sobre el carcinoma, sarcoma y epiteloma. Deseando obtener preparaciones de gran fuerza demostrativa para la enseñanza que como profesor de Anatomía patológica tenía que dar á los alumnos oficiales, se dedicó durante algún tiempo á buscar un método de coloración que le permitiera lograr su deseo. Y después de numerosas pruebas y tanteos, dió con el método tricrómico á base de fuchina básica, ácido pícrico y carmín de índigo, que se conoce en la técnica histológica con el nombre de *método tricrómico*, ó *de la triple coloración de Cajal*, con el cual aparecen los núcleos coloreados en rojo, en azul puro ó ligeramente verdoso los haces colágenos, y de verde claro, ó matices amarillentos ó anaranjados, según los casos, las formaciones epiteliales.

Los estudios sobre los tumores dieron como resultado: descubrimiento de las *células cianófilas* que tuvo lugar en 1890, con ocasión del estudio de la estructura del sifiloma y otras neoplasias. Unna hizo el mismo descubrimiento en 1891, sin tener noticia de las investigaciones de Cajal y denominó con poca fortuna á tales elementos, *células plasmáticas*. Las células cianófilas son unos corpúsculos esféricos ú ovoideos, sin expansiones, con un núcleo esférico frecuentemente excéntrico y provisto de un protoplasma vacuolar, coloreable uniformemente por las anilinas básicas, y singularmente por el azul de metileno. El histólogo español demostró que estos elemen-

tos no son leucocitos emigrados, es decir, células que derivan de la sangre, como afirmaban numerosos autores, ni significan tampoco elementos privativos de las producciones patológicas, sino que en realidad representan elementos normales y autóctonos del tejido conectivo del hombre y mamíferos superiores. No son, pues, más que corpúsculos jóvenes del tejido conjuntivo, y si acaso, de su proliferación extraordinaria, resultaría el estroma de las neoplasias.

En otro trabajo sobre los tumores hace nuestro autor el estudio de las *defensas locales* desarrolladas por el organismo contra la invasión del carcinoma y epiteloma. Hace un análisis minucioso de la obra destructora de los leucocitos contra las células epiteliales de estas neoplasias, así como del mecanismo formativo de los globos epidérmicos, los cuales derivan de la acción de los leucocitos y constituyen un proceso necrobiótico insuficiente, en todo caso, como recurso defensivo eficaz. La llegada al tejido epitelial de los leucocitos sería motivada por la diseminación en el plasma ambiente de materias quimiotácticas elaboradas por el epitelio.

Sabido es que toda célula epitelial del cuerpo mucoso de Malpighio, que caracteriza a la piel y mucosas, va dislocándose desde la línea donde se engendró, transformándose lentamente en escama de queratina, hasta llegar a la superficie. En la piel normal, como el crecimiento se verifica hacia afuera, la renovación y dislocación de los elementos córneos prodúcense en una sola dirección, es decir, de lo profundo a la superficie libre, eliminándose

constantemente las escamas epidérmicas; pero en los cordones profundos del epiteloma se observan células queratinizadas en el espesor mismo de la trama epitelial, es decir, que se han transformado antes de llegar á la superficie. Y esto se debe á que en ciertas células epiteliales penetra un leucocito mono ó polinucleado, y ulteriormente los elementos epiteliales vecinos se disponen en líneas concéntricas y se transforman rápidamente en laminillas de queratina. La transformación queratínica depende sin duda de una evolución natural de la célula epitélica; pero el traumatismo leucocítico espolea al proceso querático, precipitando la caducidad de los elementos inmediatos. En ocasiones los globos epitélicos aparecen invadidos por grandes acúmulos de leucocitos, los cuales llegan á destruir los globos labrando huecos irregulares. Semejante fenómeno parece denotar que las masas epitélicas no son indiferentes al organismo, y que éste se defiende de ellas, aunque de un modo insuficiente, invadiéndolas á favor de leucocitos, y determinando queratinizaciones, reblandecimientos y necrosis.

En lo que yo puedo permitirme opinar sobre estos arduos asuntos de la histología patológica y de la evolución y transformación de los tumores, creo que la solución del problema del tratamiento por destrucción y reabsorción de los elementos anormales de los mismos, habrá de encontrar su futuro fundamento en esta orientación que les señala la investigación de Cajal de que vengo dando cuenta.

CAJAL BACTERIÓLOGO

Una de las manifestaciones más dignas de consideración en la actividad fructífera de la personalidad de Cajal es su actuación como bacteriólogo. En el libro de «Los Recuerdos de su vida», explica él los motivos que tuvo cuando, en un momento, si no de vacilaciones, de reflexión, al menos, consagró su preferencia á los estudios histológicos sobre los de la bacteriología, entonces naciente y cuyo cultivo ofrecía ópimos resultados en el doble aspecto de la posibilidad de investigaciones brillantes y de descubrimientos no muy difíciles en su campo casi virgen, y no menos desde el punto de vista de los progresos materiales, que ya por entonces se vislumbraban y que luego se han visto bien confirmados.

Pero como en Cajal ha habido siempre junto á sus eximias condiciones de investigador, de pensador y de sabio, las no menos estimables y cada día en nuestro país menos frecuentes del patriota, el altruísta y el fervoroso amante de la humanidad, cuando las circunstancias le pusieron en el caso de sacrificar sus aficiones en beneficio de estos ideales, nunca vaciló y se le halló siempre dispuesto á colaborar y aun á encauzar y dirigir la labor encaminada á producir resultados beneficiosos en pro de la salud pública.

A decir verdad, las dos hijas ó ramas de la Micrografía aplicada á la Medicina, que se llaman la Histología y la Bacteriología, no pueden ni deben permanecer en un aislamiento absoluto, obedecien-

do al ciego espíritu de especialización incondicional que tiende á dominar en nuestros estudios biológicos. Multitud de procedimientos, de manifestaciones y de destrezas necesarias al perfeccionamiento de los bacteriólogos, son no solamente útiles sino necesarios al histólogo; es muy raro que un adelanto ó un perfeccionamiento técnico de los medios de coloración, de las inmersiones, de los detalles minuciosos de la histología no pueda tener aplicación más ó menos amplia á los procedimientos bacteriológicos.

No es, pues, de extrañar, que cuando en España era tan escaso el número de micrógrafos que apenas si con justicia podría aplicarse este calificativo á media docena de hombres de laboratorio, no es de extrañar, decía, que al sobrevenir un conflicto sanitario amenazador, como el de la epidemia cólerica de 1884 y el de la peste de Oporto en 1899, se acudiera á los hombres que habían mostrado capacidad y aptitud en los estudios microscópicos para aprovechar sus servicios en la determinación del carácter y en los medios de combate ante los males públicos que se presentaban.

En ambas ocasiones se acudió al patriotismo del micrógrafo aragonés y en ambas se le encontró desde luego dispuesto á prestarse sin vacilaciones ni condición alguna, á todo cuanto de él se quisiera exigir.

Era en el año 1884 muy poco conocida la personalidad de Cajal; catedrático de Anatomía descriptiva en Valencia mostraba ya extraordinarias y brillantes aptitudes como histólogo; quizás los que

luego han sido descubrimientos fundamentales para su justa fama se encontraban ya más que en germen, en evolución avanzada dentro de su cerebro y aun tímidamente bosquejados en sus publicaciones de vulgarización; pero lo que puede llamarse con exactitud su reputación y su fama, apenas trascendía del grupo de sus compañeros de Facultad, de sus amigos y de los profesores que al dedicarse á estudios de Historia natural habían coincidido con él como investigadores. Bastaba esto, sin embargo, para que se tuviera fe en él como micrógrafo, y llegado el momento fatal de presentarse los casos de cólera importados de Tolón y Marsella á nuestra costa levantina, surgió un acontecimiento porque se juzgó necesaria la intervención del micrógrafo para ilustrar la opinión y las autoridades. Nos referimos á la propaganda y predicación de las inoculaciones preventivas del Dr. Ferrán.

Tuvo este laborioso bacteriólogo, después de su viaje á Marsella y de efectuar allí algunos estudios sobre los casos presentados en el primer año (1884), el genial atisbo de producir la inmunización del organismo humano ante la infección cólerica, mediante la inoculación de cultivos del bacilo productor de la terrible enfermedad. El asombro que produjo la novedad del intento y el temor de los peligros que en su realización pudieran ir envueltos dió lugar á que, exacerbada la epidemia en 1885, se produjese una viva polémica primero y una verdadera y encarnizada lucha después en pro y en contra del procedimiento preservativo de Ferrán.

Digamos en justicia que ambas actitudes y con

ellas las exageraciones á que por una y otra parte dieron lugar, eran explicables si hoy con frío análisis las examinamos.

Por una parte Ferrán, entusiasmado con el procedimiento en que tenía la ciega fe del inventor y la ardiente esperanza del humanitario, publicó sus primeros trabajos y los llevó á una precipitada aplicación con una premura que motivando imperfecciones técnicas y deducciones precipitadas, y fomentadas por predicaciones de amigos entusiastas produjeron una reacción en los ánimos, vacilantes primero y enardecidos después, que se manifestó en una discusión en las sociedades científicas, en la Prensa profesional y en la política, de que aún conservarán memoria los que las presenciaron.

Por un lado, lo apremiante de la circunstancia, el auge del amenazador azote que invadía ya varias provincias y el deseo patriótico y personal de un triunfo resonante, hacían que los Ferranistas no desperdiciaran medio de publicidad ni de propaganda para producir el convencimiento de la verdad de su doctrina y con él su aplicación inmediata á la práctica. Por otra parte, los defectos técnicos de que se acusaba al método, lo discutible de la interpretación de su parte experimental y las estadísticas dudosas que á diario se arrancaban con precipitación disculpable á las autoridades y las noticias contradictorias de la prensa local amplificadas por las pasiones políticas, que entonces más que nunca imperaban en los asuntos sanitarios, producían cayendo sobre le parsimoniosa conducta de los epidemiólogos y clínicos clásicos, exacerbación reactiva,

análoga y quizás más fuerte que la de la propaganda Ferranista.

En este momento, se señala la primera intervención pública de Cajal como bacteriólogo, comprendiéndose bien que dada su reputación de micrografo, su residencia oficial como profesor en Valencia, foco de la epidemia y teatro de la experimentación y las condiciones personales que eran bien conocidas por sus paisanos de Zaragoza, la Diputación Provincial de aquella localidad encargara á Cajal el estudio de la cuestión y la redacción de una Memoria que pudiera servir de pauta para la conducta de aquellas autoridades en la marcha ulterior de la epidemia.

La mitigación de ésta y su desaparición en los meses inmediatos hizo, como sucede siempre en las campañas sanitarias, que la Memoria redactada por Cajal pasase casi inadvertida, por más que leída hoy, como acabamos de hacerlo, se pueda afirmar que su juicio sobre la cuestión fué claro, entonces definitivo y hoy no desmentido en cuanto fué prudente en sus afirmaciones acerca de los perfeccionamientos futuros del método entonces naciente y hoy robustecido por otros investigadores no muy enterados ó no muy equitativos en el reconocimiento de la prioridad de Ferrán.

Pasados algunos años, en Agosto de 1899 apareció en la ciudad de Oporto la epidemia de peste bubónica importada á aquella ciudad por barcos venidos de Inglaterra y originariamente procedentes de la India.

No fué menor el pánico producido en España

por el anuncio de la existencia de tal azote en la ciudad portuguesa, que el ya casi olvidado que hizo nacer la epidemia colérica de Tolón en 1884. La proximidad de Oporto, la multiplicidad de las relaciones españolas con aquel puerto, lo relativo y teórico desde el punto de vista material de la frontera hispano-portuguesa; la época del año que hacía que multitud de españoles de nuestras provincias occidentales se encontrasen veraneando en las playas lusitanas; la persuasión de la carencia absoluta de medios eficaces de defensa por nuestra parte, con la desorganización de nuestra sanidad, cuyo servicio central gubernativo se hallaba reducido á un negociado dependiente de la Subsecretaría de Gobernación, todo contribuía á la producción del terror y á la expansión del pánico indecible que sobrecogió á la península entera, con más á las insinuaciones diplomáticas impregnadas de recelo, y no desprovistas de advertencias que las demás naciones europeas dirigían á nuestro Gobierno.

Lo que entonces se hizo, lo que se consiguió y la muestra de desinterés y abnegación que dieron entonces los médicos españoles ofreciéndose y prestandose, sin condiciones ni reservas, á todo género de servicios y sacrificios, no hay por qué hablar. Díganlo los que fueron al foco de la epidemia como Mendoza y Montalvo para determinar su carácter y vigilar día por día su curso; díganlo los que como Amalio Gimeno y D. Angel Pulido pasaron el verano recorriendo gratuitamente y visitando las inspecciones sanitarias desde Huelva y Ayamonte hasta Irún y Portbou, y dígalo Cajal que tam-

bién intervino del modo que vamos á decir con su habitual desinterés en la hoy olvidada campaña.

¿Quién se acuerda hoy de estas cosas? Alguna otra vez lo hemos dicho: las campañas sanitarias, que tanta semejanza tienen con las campañas guerreras, se diferencian de éstas en una particularidad que parecerá paradójica: en que en las sanitarias no hay nunca victoria reconocida. Como el triunfo consiste en ella en el hecho negativo de la evitación de un mal, nadie reconoce y si lo reconoce nadie estima lo que en la tal evitación haya podido influir la inteligencia, la actividad y el esfuerzo de los que para procurarla pelean. En cambio ¡qué raro es que un ejército se declare vencido ni sea reconocido históricamente como tal, ni aún después de Waterloo, de la retirada de Rusia, de Bailén ó de Jena!

La intervención de Cajal en este caso fué de efectos más durables y de mayor trascendencia y como quiera que al referirlos tuviéramos quizás contra nuestra voluntad que incurrir en el odioso procedimiento de hablar de nosotros mismos, queremos aprovechar una feliz coincidencia, para dejar á otro la palabra en la descripción de este importante episodio de la vida científica de Cajal.

Con efecto, llega hoy á nuestras manos el número del periódico *Sanidad*, en que el Dr. Tello publica un artículo con el título de «Cajal y la Sanidad Española» y de él tomamos la exacta relación referente á la creación del Instituto de Alfonso XIII que tuvo lugar en aquellas azarosas circunstancias de la amenaza de la epidemia de peste:

«Encargado Cajal desde 1887 de la enseñanza

de la Anatomía patológica en la Universidad de Barcelona y desde 1892 en la de Madrid, después de históricas oposiciones, ha incluido, siguiendo el criterio alemán, la enseñanza de la Bacteriología, habiendo sido por medio de su cátedra y de su tratado, el iniciador de un gran número de profesionales de estos estudios.

»Su intervención más directa en la sanidad comienza el 1899, con la creación del Instituto de vacunación, bacteriología y sueroterapia, que más tarde había de ser el Instituto Nacional de Higiene de Alfonso XIII. Era á la sazón director general de Sanidad D. Carlos M. Cortezo. Culto en extremo y conocedor de las entonces nuevas orientaciones de la terapéutica y profilaxis de las enfermedades infecciosas, tuvo la intuición genial de crear un centro del Estado que se dedicara á la preparación de sueros y vacunas, ya que la iniciativa particular limitábase, por entonces, á los meritísimos esfuerzos de Ferrán, en Barcelona, y Llorente, en Madrid. El Instituto de Vacunación del Estado sólo preparaba vacuna antivariólica, de manera á todas luces insuficiente. Ante la rotunda negativa de su gran amigo el entonces ministro de Hacienda Sr. Villaverde, ocupado en el famoso presupuesto de reconstrucción, á quien se dirigió en solicitud de los recursos necesarios para la realización de la idea, el Dr. Cortezo tuvo que optar entre renunciar á lo que él estimaba de enorme transcendencia para la sanidad española ó requerir la linterna de Diógenes en busca del sabio abnegado y patriota que fuera capaz de dar cima á la empresa con las 32.009 pese-

tas que como total dotación tenía el Instituto de Vacunación.

La fina sensibilidad de su cerebro superior, que le había hecho sentir la necesidad, le encaminó certera hacia el único hombre capaz de llevarla a cabo; este hombre fué Cajal. «Conste, nos decía nuestro admirado y bondadoso amigo, que entonces apenas conocía yo personalmente á Cajal; no había tenido ocasión de hablar con él quizás dos veces en mi vida, y una de ellas, la primera, en circunstancias excepcionales, que tal vez él ya no recuerde. Verificábanse las célebres oposiciones á la cátedra de Histología de Madrid, en que luchaban un hombre de gran talento y cultura, Simarro, por quien tenía yo una admiración grandísima y un afecto profundo, y Cajal, para mí, como para la mayor parte de los españoles, todavía ignorado; en la Puerta del Sol, cerca de la librería de San Martín, me encontré á Simarro acompañado de un desconocido.—¿Cómo lleva usted á ese Cajal?—le pregunté, y por el embarazo de Simarro comprendí que acababa de cometer una indiscreción, pues el acompañante era el propio Cajal; Simarro, con una habilidad y un trato de gentes en él proverbiales, hizo nuestra presentación, y, como es natural, yo me apresuré á deshacerme en excusas, pero el genial aragonés me atajó abriendo un libro alemán que llevaba consigo, en el que se le citaba repetidamente, y, mostrándomelo, añadió:—«No se moleste usted en excusarse. A mí, las opiniones que verdaderamente me preocupan son éstas». Desde entonces no le perdí de vista y aunque no tuve con él trato perso-

nal, seguía con admiración su obra y sus triunfos; le llamé á mi despacho, le expuse mis deseos y entonces acabé de conocer el patriotismo y la abnegación de este español singular; aceptó sin la menor protesta, en bien de la patria, y el Instituto fué un hecho». Con el puñado de pesetas que constituía la dotación del Instituto de Vacunación del Estado, el derecho á utilizar los ingresos que proporcionara la venta de sueros y vacunas y la realización de análisis para remunerar al personal y mejorar el material y unos pocos donativos de particulares, comenzó á funcionar el Instituto, meses después, en un edificio alquilado por el Estado, en la calle de Ferraz, para parque sanitario, que apenas tenía aparatos.

»Otro de los aciertos de Cortezo, digno de loa en un país donde la mayor parte de los políticos, sanitarios ó no, se desviven por tener destinos con que favorecer á sus amigos, fué dejar en completa libertad á Cajal para el nombramiento de personal (1). Quien tan profundo sentimiento poseía de

(1) El personal nombrado á propuesta de Cajal, y con el que comenzó á funcionar el Instituto, fué el siguiente: *Director*, don Santiago Ramón y Cajal; *Sección de Bacteriología y Seroterapia*, don Antonio Mendoza y D. Francisco Murillo; *Sección de Veterinaria y vacunas para la ganadería*, D. Dalmacio García Izcara; *Análisis químico*, D. Juan Ramón Gómez Pamo; *Vacunación antivariólica*, don Ramón Serret, D. Rogelio Rionda y el Dr. Cruz; *Sección antirrábica*, D. José Llabadar; *secretario contador*, Dr. Bertrán y Fabra.

Completaban el Instituto una Junta administrativa, para la que se nombró á los banqueros Sres. Bañer, Arnús (gran aficionado y cultivador de la Histología en sus tiempos de médico), marqués de Vallejo, y no recordamos si algún otro. Esta última Junta no llegó siquiera á reunirse por dimisión del director de Sanidad, que sucedió al creador del Instituto.

la ciencia y del patriotismo, había de tener un cuidado exquisito en la selección de sus colaboradores, según hace resaltar en los siguientes párrafos de la carta que dirigió al personal del Instituto con motivo del homenaje rendido al dimitir la dirección: «Verdad es que, por fortuna, no necesitan ustedes valedores. Esta es la más alta ejecutoria reservada á quien, inspirado en móviles patrióticos, buscó las capacidades para los cargos de grave responsabilidad, en vez de buscar los cargos para los amigos. Sentiría que se tomara á vanagloria mi tenaz empeño, demostrado durante la creación del Instituto en acoger para la obra común colaboradores cultos y mentalmente robustos, como presagiando el día en que, entibiado ó desviado quizás el favor oficial, tendría cada cual que apoyarse sobre el pedestal de los propios méritos y en la eficiencia social de sus trabajos.»

«Hoy reconozco *á posteriori* la excelencia de tal método de selección; con la colaboración entusiasta de ilustres colaboradores que no menciono, porque están en la memoria de todos, siéntome orgulloso de haber contribuído á la formación y crecimiento de un organismo vivo y perenne, capaz de desafiar intromisiones, bien intencionadas, pero no siempre convenientes, de los próceres de la política y de la administración.»

«El siguiente hecho basta para demostrar el rigor con que aplicó las anteriores reglas de conducta; después de bastante tiempo de funcionar el Instituto, sin que el personal percibiera otra remuneración que las pequeñas cantidades repartidas á cuen-

ta de los escasísimos ingresos por ventas y análisis, llegó el ansiado día de que en los presupuestos del Estado figuraron mezquinas gratificaciones para el personal, y Cajal propuso á la Superioridad el nombramiento de los que hasta entonces habían trabajado gratuitamente; el ministro de la Gobernación, ya difunto, que tenía un pariente médico, desconocedor de la Bacteriología y de los trabajos del Instituto, borró al que figuraba el último en la propuesta y nombró en su lugar al pariente; Cajal acató la decisión ministerial, pero estuvo pagando el sueldo del excluído con las cantidades que le correspondían á él personalmente, hasta que un cambio de política permitió deshacer el entuerto.

La abnegación y el patriotismo del maestro se contagié á los colaboradores: con sueldos mezquinos continuaron trabajando como si estuvieran espléndidamente pagados, y el Instituto fué creciendo en la producción de sueros y vacunas y en la realización de análisis; sin mejora de retribución, se le pidió que contribuyera á la preparación del personal sanitario, y emprendió una enseñanza, cada vez más perfeccionada, de la Bacteriología y otras cuestiones relacionadas con la Sanidad (1); el espíritu investigador se fué infiltrando, y después de recoger sus primeros balbuceos en la Revista del Laboratorio de investigaciones biológicas, cristalizó en el Boletín, y más tarde en los Archivos del Instituto; finalmente se solicitó la cooperación

(1) La enseñanza práctica de desinfección y del personal adecuado estuvo á cargo del Dr. Victor Maria Cortezo.

del personal para combatir las epidemias, y acudió solícita y eficazmente en numerosas ocasiones, llegándose á constituir un nuevo servicio de Epidemiología, que ha alcanzado un gran desarrollo.»

* * *

Especificando la labor de Cajal como bacteriólogo, cúmplenos dar cuenta de sus trabajos con motivo de la epidemia de cólera que hizo tantos estragos en Valencia y su comarca en 1885.

«Como de costumbre— dice Cajal—reinaban entre los médicos la contradicción y la duda. Los viejos galenos, recelosos de toda novedad, ateníanse, en teoría, á la doctrina clásica de los miasmas y, en el orden práctico, al inevitable láudano de Sydenham».

«En medio de la preocupación general apareció en Valencia el Dr. Ferrán, célebre médico tortosino, predicando por boca de elocuentes amigos y admiradores, la buena nueva de la vacuna anticolérica. Después de algunos experimentos de laboratorio practicados en conejos de Indias, y de ciertas audaces y abnegadas autoinoculaciones, creyó haber encontrado un cultivo del vírgula que, inoculado en el hombre, le inmuniza seguramente contra el microbio virulento llegado por vía bucal».

Se discutió vehementemente el tema en Academias y Ateneos, Revistas profesionales y hasta en periódicos políticos. Para unos, la vacuna constituía deplorable error científico, cuando no industrial negocio de mal género; otros se entusiasmaron con la iniciativa del médico tortosino, cuyos talentos

y laboriosidad pusieron en las nubes. En fin, ciertos devotos fervientes de Ferrán llevaron su celo higiénico hasta organizar un comité ó sociedad encargada de hacer propaganda, fabricar en grande escala la vacuna, gestionar del Gobierno y de las autoridades autorización para ensayar la nueva inmunización, y en fin, una vez logrado el permiso, efectuarla sistemáticamente en todas las provincias atacadas.

Invitado Cajal insistentemente por el citado comité, declinó humildemente la honra de colaborar en la obra común, porque deseaba conservar su independencia de juicio y quedar inmune de toda sospecha crematística.

El hecho de vivir en Valencia y ser aficionado á la micrografía, hizo que fuera designado por la Diputación provincial de Zaragoza, en unión del Dr. Lite, delegado oficial, para estudiar la enfermedad epidémica reinante en la región levantina, y que todavía se discutía si era ó no cólera, y emitir dictamen sobre el valor real de la profilaxis.

Cumpliendo su cometido, siguió atentamente la campaña de la Sociedad vacunadora; conferenció con los delegados científicos oficiales (el Dr. Mendoza, entre otros); practicó experimentos de inoculación del vírgula en animales; analizó bacteriológicamente varias muestras del caldo utilizado por Ferrán en sus inoculaciones; se inyectó á sí mismo la linfa vacunadora, á fin de conocer de cerca sus efectos fisiológicos y comprobó estadísticas oficiales y particulares, etc. Las conclusiones expuestas ante la Diputación de Zaragoza y numeroso público en

Julio de 1885, afirmaban resueltamente el carácter colérico de la epidemia, atribuyendo, como cosa muy verosímil, al *virgula* de Koch, la responsabilidad de la infección (1); ponían en duda el pretendido cólera experimental en los conejos y cobayas, animales en quienes solamente se producían, por inyección del microbio, fenómenos inflamatorios locales ó septicémicos, harto diferentes del síndrome colérico del hombre; y en lo tocante al punto principal, ó sea la profilaxis, se declaró poco favorable al procedimiento Ferrán, aunque admitiendo su práctica á título de investigación científica (los cultivos puros del *virgula* inyectados bajo la piel resultan inofensivos) y sin forjarse grandes ilusiones sobre su eficacia.

Después de cumplida esta comisión, continuó Cajal sus estudios sobre la epidemia, confirmando su origen hídrico; y publicó una extensa monografía, bajo el título de *Estudios sobre el microbio virgula del cólera y las inoculaciones profilácticas*, que se imprimió por cuenta de la Diputación de Zaragoza. A pesar de representar principalmente el fruto de una labor de confirmación y contraste de los memorables y entonces novísimos descubrimientos de Koch, contenía esta monografía algunos detalles originales, como un procedimiento práctico y sencillo para teñir el *bacillus comma*, y otro encamina-

(1). Todavía no estaba universalmente admitido que el *virgula* de Koch fuera el agente productor del cólera. La causa principal de esta reserva era la dificultad de producir el cólera en los animales de experimentación, por la inyección de cultivos puros de *virgulas*.

do á conservar, colorear y montar definitivamente sus colonias en gelatina y agar (citado y confirmado más adelante por van Ermergen). En el orden científico se añadían á estos detalles originales: a) un análisis comparativo minucioso de los microbios de las aguas y deyecciones, dotados á semejanza del vírgula, de la propiedad de liquidar la gelatina; b) la demostración (independientemente de Pfeiffer) de que el microbio de Koch, poco patógeno en inyección subcutánea, resulta sumamente virulento en el peritoneo del cobaya, y sobre todo, c) la prueba experimental de la *vacuna química*, es decir, de la posibilidad de preservar á los animales de los efectos tóxicos del vírgula más virulento, inyectándoles de antemano, por la vía hipodérmica, cierta cantidad de cultivos muertos por el calor (1).

Otra publicación importante de nuestro autor sobre este mismo tema lleva por título, *Contribución al estudio de las formas involutivas y monstruosas del coma-bacilo de Koch*, en donde se demostraba el carácter francamente degenerativo de los *oogonos* de Ferrán y de los pretendidos esporos de Hueppe. Para Ferrán, los *oogonos* eran aparatos especiales de

(1) Casi todos los autores atribuyen á dos bacteriólogos americanos, MM. Salmon y Smith (*On a new method of producing immunity from contagious diseases*. *Proced. of the Biol. Sds. of Washington*, 22 Febrero, 1886) el honor de haber probado la posibilidad de vacunar á los animales mediante la inoculación de cultivos muertos. La prioridad de esta demostración corresponde á Cajal, que lo hizo en Septiembre de 1885. Por entonces también anunciaron Ferrán y Pauli haber resuelto el mismo problema; pero no declararon en 1885 en qué consistía el modo de fabricación de su vacuna, haciéndolo más tarde en los *Compt. rend. de la Acad. de Sciences* (sesión del 18 de Enero de 1886).

reproducción del vírgula del cólera. También describió Ferrán los famosos *cuerpos muriformes*, por los cuales ascendía el bacilo del cólera á la categoría botánica de las *peronospóras*, y que según Cajal, representaban simples cristales precipitados en los caldos.

Entre los varios autores que conscientemente confirmaron estos estudios, merece citarse á Podwysowoky, quien describe y dibuja exactamente, ocho años después que Cajal, las mismas degeneraciones del protoplasma bacteriano, así como las formas esféricas del microbio, adoptando enteramente su interpretación.

IV

La escuela y los continuadores.

Debiera en realidad, al llegar á este punto, dar por cumplido el objeto que me había propuesto. Torpe ó atinadamente, pero con una voluntad firme y un entusiasmo nunca entibiado, he procurado vencer las dificultades que para cualquiera ofrece y que en mí se multiplican, la tarea de reducir á términos claros y concisos la obra de uno de los investigadores más geniales de los siglos XIX y XX.

No sé si habré logrado el propósito, que más que el hacer una descripción puntualizada de sus descubrimientos y adelantos, ha sido el de dar á comprender la significación actual y el valor que para lo futuro tienen los pasos dados por nuestro compatriota y los horizontes y rutas por él descubiertos y señalados.

No se confunda, suponiéndole fracasado, nuestro empeño, viendo en él el deseo de la demostración de que con los adelantos por Cajal en ellas introducidos, la *Histología* y la *Fisiología* del cerebro han hecho cuanto tenían que hacer, alcanzado cuanto tenían que alcanzar. No; el problema, aun en

marcha de progresión acelerada, representa todavía el trabajo futuro de muchas generaciones, por muy activa y por muy afortunadamente que indaguen, experimenten y razonen.

Anatómico ó simple aficionado, ¿quién al ver por vez primera la superficie o manto del encéfalo, levantada la cubierta ósea que le defiende, contemplando aquellas arrugas, pliegues y anfractuosidades que, multiplicando la superficie del exquisito *pallium* que parece estrujado allí por una mano impaciente, para sostenerle en aquel estuche indigno de su grandeza; quién al recordar lo que representa aquella capa gris en su espesor, con sus innúmeros elementos en cada uno de los cuales parece escrita la palabra misterio, no tiende á desfallecer en sus empeños de descubridor?

Si, como es lógico, al propio tiempo piensa que allí reside la clave de esos intrincados y confusos problemas de la Psicología que hoy se esfuerza el análisis psicofisiológico y psicopatológico en aclarar, ¿quién al pensar en la imposibilidad de relacionar cada fenómeno psíquico con un dato fisiológico, no piensa que por mucho que sea lo obtenido, es infinitamente más lo que queda por hacer?

Si en el momento de desembarcar Colón en la isla primera que demostró el acierto de sus previsiones y el premio de sus esperanzas, hubiera tropezado con las cordilleras y las barreras andinas, con las corrientes del Amazonas y del Misisipi; si los volcanes se hubieran abierto simultaneamente ante su paso y las enfermedades se hubieran apoderado de él y de los suyos, ¿no estaría justificado

el que se hubiese sentido desfallecido é impotente y hubiese quizás renunciado á la prosecución de una obra que, comenzando por el descubrimiento, siguió por la conquista y terminó con la civilización de todo un continente que es hoy modelo y guía de los que le precedieron en la historia de la civilización?

Pues bien, dado el paso primordial y descubierto aquel mundo, la marcha histórica, y progresiva de la Humanidad se ha encargado del complemento de la obra, sin que por ello haya disminuído en nada la gloria del gran descubridor.

Por eso, por comprender todo lo que les está reservado á las generaciones sucesivas en la continuación de su obra gloriosa, y al propio tiempo, movido Cajal por un espíritu que no le ha abandonado durante su vida entera, en los anhelos frustrados, como en los éxitos conseguidos, inspirado por el espíritu patriótico, no ha querido solamente la gloria para sí, ni siquiera le ha satisfecho la verdadera apoteosis con que se inauguró en la Ciencia mundial, sino que siempre ha ascendido, siempre ha procurado que su obra significara la inauguración de una escuela *Histológica española*.

Oigámosle á este propósito: «Aunque al alborear mi carrera hube de confinarme, por imperio del hábito y de la necesidad, en la categoría de los trabajadores solitarios, me preocupé siempre, sobre todo después que el Estado puso en mis manos decoroso y bien provisto laboratorio, de fundar una escuela genuinamente española de histólogos y biólogos.»

En Cajal se dió el hecho singularísimo de inaugurarse en la vida científica, constituyendo desde luego Escuela; pues nadie podrá negar, ni tener por exagerado, que la *Escuela de Cajal* nació en aquel fausto día de la sesión de la *Sociedad Anatómica de Berlín* y en el momento en que el gran maestro Kolliker, cogiendo de un brazo á dos ó tres de sus más eximios émulos en la Histología europea, los condujo á los microscopios armados en un ángulo de la sala para que viesen las prodigiosas preparaciones del *español* y en ellas la refutación de todas las teorías en boga respecto á la comunicación y las anastomosis de la prolongación protoplasmáticas de las células nerviosas, y confirmasen, en cambio, las terminaciones libres, las armaduras increíblemente dispuestas para los contactos fluidíficos, en lo que residía el fundamento de la nueva teoría.

En aquel momento nació, adulta y armada de todas armas, la Escuela Internacional de Cajal, que se manifestó por las adhesiones de los más grandes maestros berlineses, austriacos, húngaros, franceses y escandinavos.

Pero aquella, con ser la que todos hubieran envidiado, no era la Escuela de Cajal, no era la esperada, la amada de su corazón, la engendrada por su espíritu superior. Esta, para merecer el nombre de hija suya, necesitaba nacer en su misma entraña, nutrirse con su misma sangre y representar un porvenir interminable de sucesivas generaciones que se legaran, como depósitos sagrados, el ejemplo del Maestro y progenitor.

Y el éxito ha acompañado también en ésto las

generosas esperanzas de nuestro ilustre compatriota. La Escuela de la Histología Española es por completo su escuela.

Antes de él, puede decirse sin injusticia, que en España no existía ni el cultivo ni la enseñanza de la Histología, como verdadera disciplina de nuestra cultura. En los cuadros oficiales de enseñanza estuvo confundida durante muchos años con la Anatomía descriptiva, recibía el nombre de Anatomía general, y apenas si algún catedrático la dedicaba tal cual lección de carácter puramente teórico. Los alumnos conocían á través de las herméticas vitrinas, dos ó tres aparatos que les aseguraban servirían para la preparación de aquellas piezas microscópicas, que conocían solamente por los grabados de los libros, como los príncipes casaderos se daban cierta idea de sus prometidas, por las miniaturas que los diplomáticos les enviaban.

Pero la prometida tardó en llegar; una acertada iniciativa parlamentaria del Sr. García Somolinos consiguió que fuese incluída en el cuadro oficial de la enseñanza del doctorado en Medicina la Histología normal. El laudable adelanto tuvo por origen, como casi todas las cosas en España, un motivo de índole política y personal.

Acababan de efectuarse las oposiciones para la provisión de la Cátedra de Anatomía Descriptiva y General, vacante por defunción de Fourquet. Presentáronse, entre otros, dos opositores que, desde luego, atrajeron la atención del Tribunal y del público; selecto aquél y compuesto de personalidades importantes y numeroso y apasionado éste, que se-

guía con vivas muestras de aplauso ó murmullos de censura los incidentes de aquel memorable certamen.

Brillaba D. Julián Calleja por sus condiciones de expositor correcto y metódico, por la claridad de su lenguaje y por la afectada modestia que durante todos los ejercicios demostró. Era Maestre de San Juan, su émulo más temible y, desde luego, se dió á conocer por la predilección de sus estudios sobre la Anatomía General y por sus conocimientos de la Literatura y los laboratorios extranjeros, en esta rama de la ciencia anatómica. Pero el método expositivo de Maestre era confuso, un tanto monótono y sobrecargado por el prurito de citas, de nombres propios y de obras exóticas.

Todo el mundo reconocía el valer de ambos combatientes; pero lo mismo el Tribunal que el público se hallaban muy divididos, y el día de la votación favorable al Dr. Calleja, los partidarios de Maestre mostráronse enojados, exageraron la supuesta injusticia y consiguieron impresionar la opinión general.

Por entonces fué cuando García Somolinos, que gozaba de influencia política, propuso y obtuvo la creación de la primera Cátedra de Histología, que, como dije, se incluyó entre las enseñanzas del doctorado. Entre esta época y la aparición de Cajal con todo el prestigio *de que vino acompañado y traducido*, es innegable que se formaron en los laboratorios oficiales y en los particulares algunos histólogos, entre los cuales debe recordarse á Leopoldo López García, predilecto discípulo de Maestre, que

perfeccionó sus estudios en los laboratorios extranjeros, á Mendoza, que se formó casi solo en la Escuela de Medicina de Cádiz y vino á Madrid, donde encontró, al lado de D. Juan Eugenio Olavide, medios más amplios para el desarrollo de sus aficiones, que no llegaron á tener toda la expansión esperada por condiciones de carácter que fueron obstáculo en el éxito de la labor de aquel preparador diestro y concienzudo.

También por aquel entonces se formaban las personalidades de Simarro, de quien ya hemos hablado en otro lugar de este libro, de Carlos de Vicente, de los hermanos de Río y Lara (Luis y Eduardo), discípulos míos muy queridos de clínica y de muchos otros que por diseminados y no organizados en corporación oficial ni privada, hacían pensar con injusticia que en España no podía haber una verdadera Escuela Histológica, por no prestarse á tal género de estudios nuestro carácter ni nuestra raza.

A combatir este prejuicio se levantó la generosa iniciativa de Cajal, robustecida ya por la reputación adquirida como maestro en las Escuelas de Valencia y Barcelona, y vigorizada sobre todo, por el éxito obtenido por sus preparaciones y por la publicación de sus trabajos en las sociedades y en las Revistas extranjeras.

Contra la vulgar preocupación de la falta de condiciones de nuestra raza, ha esgrimido Cajal poderosos argumentos que se encuentran diseminados principalmente en sus dos libros «Recuerdos de mi vida» y «Reglas y consejos sobre investigación científica».

A estos argumentos explanados por el gran maestro he de permitirme yo agregar otro que siempre y con anterioridad á este caso particularizado, me he permitido yo explanar respecto á la capacidad intelectual de los españoles para las ciencias positivas y de experimentación.

Además de ser un hecho histórico innegable, el de haber sido numérica y cualitativamente respetados los contingentes de matemáticos y de naturalistas con que hemos procurado concurrir á la general cultura, no debemos perder de vista al abordar el problema de la calificación de capacidad de una raza para un estudio determinado, lo que es en sí, en su condición íntima, este estudio, sin detenernos para calificarle en apariencias puramente externas y circunstanciales.

La reputación de incapacidad de nuestra raza para los trabajos de investigación analítica de los Laboratorios, fué producto de una improvisada y precipitada impresión y se ha sostenido por una falta de serena crítica.

Con efecto, si elevando un poco la mirada y estudiando desapasionadamente los hechos, consideramos lo que significa la capacidad analítica de disgregación, como facultad psicológica, no podremos negar y nadie nos rebatirá que ella es la misma cuando se aplica al escudriñamiento, á la disención, al análisis puntualizado de los conceptos y de los hechos puramente racionales, ó cuando se ejercita en la investigación, en el análisis y en la observación meticulosa de los hechos materiales del Laboratorio.

La facultad es la misma; el *sentido íntimo* ejercitado es el mismo; el procedimiento empleado y adiestrado por el ejercicio, el mismo es también; lo que varía es el *objeto* de análisis y estudio; pero el *sujeto* observador, el investigador, el analítico, en cuanto á ser dotado de facultades y condiciones para la observación y el análisis, es el mismo.

Si condiciones puramente circunstanciales, en el siglo *xvi*, le someten al ambiente teológico, á la influencia aristotélica y á la atmósfera *unísona* de la época, entonces el español de elevada inteligencia, de amor abnegado al estudio, de efusiva abnegación investigadora, se encierra en su celda ó en la Biblioteca de su Monasterio ó de su Universidad y manejando textos, códices y escrituras, añade á ellos la iluminación de su espíritu sincrético é infatigable y produce los «Nombres de Cristo», «la Guía de pecadores», «el Símbolo de la fe» y toda la rica colección de nuestros autores místicos, forjada, cultivada, experimentada y discurrecida en el laboratorio espiritual por el estudio, la comparación y el análisis de los fenómenos psicológicos y de los hechos de conciencia; pero si al hombre de esta misma raza y de estas mismas aptitudes intelectuales, dialécticas é investigadoras, le veis nacer en el siglo *xix* y tener por cebo de sus apetitos de saber, una ciencia positiva, de observación y experimentación de hechos físicos y materiales y le señaláis como ideal del medio ambiente el descubrimiento de los grandes secretos de la vida, por el estudio y el conocimiento minucioso de los datos materiales y de las leyes que rigen á los seres

todos en lo que tienen de somático é inmediatamente sensible para establecer su relación, iluminarlos y aclararlos en lo que tienen de inmaterial y supremo, entonces el laboratorio sustituirá á la celda, los procedimientos de experimentación fisiológica, á los análisis minuciosos y casi torturadores del espíritu místico; pero el investigador, el sujeto, en cuanto á entidad étnica, activa é inteligente, es el mismo y producirá «la teoría del funcionamiento y desarrollo del sistema nervioso», por procedimientos que en lo fundamental podrían sin impropiedad calificarse de abnegación y de renuncia mística.

A nadie, pues, que haya seguido el movimiento progresivo de la ciencia española, puede producirle sorpresa el verla aparecer representada y secundada por una cohorte de obreros y de decididos exploradores, que si hoy no son lo bastante numerosos, demuestran á diario que tienen el derecho de ser contados entre los que se afanan por la aclaración definitiva de los grandes misterios de la vida.

El espíritu español, secundado por la voluntad y la inteligencia, se ha caracterizado siempre por sentirse atraído á la solución de lo difícil y misterioso: se consume, se afana, se esfuerza ante los problemas del espíritu produciendo nuestra rica literatura mística; se sacrifica y se lanza á las aventuras increíbles de los descubrimientos y conquistas americanas; ¿por qué, al cambiar únicamente el ideal y la meta, habría de suponerse incapaz el sujeto que los persigue y la raza que tan claras muestras ha dado de sus altas virtudes perseverantes?

No confundamos los eclipses momentáneos á que ciertas fatalidades históricas han sometido á la mayor parte de los españoles, con lo que sería injusto y temerario negar, es decir, con la existencia á través de toda nuestra historia intelectual de una aristocracia de pensamiento y de una democracia de ejecución sin las cuales sería increíble que nuestro pueblo y nuestra raza hubiesen resistido á los destructores elementos que han tenido la pretensión y que lo han realizado para desdicha nuestra, de gobernarle y de guiarle.

Pero esta nuestra fe en la raza ha de tener una limitación, cuya fórmula acertadísima da Cajal cuando dice: «Claro es que semejante optimismo no debe ser ciego, sino avisado y previsor. Lejos del pedante y satisfecho engreimiento característico de muchos funestos políticos y de no pocas onradas sumidades de la cátedra, el buen Maestro debe tener plena conciencia de la nacional incultura y de nuestra pobreza científica. Tendrá siempre presente que España está desde hace siglos en deuda con la civilización, y que de persistir en tan vergonzoso abandono, Europa perderá la paciencia y acabará por expropiarnos».

Estos nobles ideales de Cajal no nacen del optimismo irreflexivo; conoce y aprecia el material sobre el que ha de trabajar para formar su soñada escuela y comprende los móviles, que en oposición al suyo, han de oponerse á su objeto, dentro de la misma fuente. Y así dice: «Al modo como los varones más fervorosamente virtuosos y creyentes suelen ser formidablemente egoístas, se da también,

con desconsoladora frecuencia, el caso de que los más brillantes jóvenes son mentalidades exquisitamente prácticas, es decir, financieros refinadísimos en embrión. Estudian y se esfuerzan, más que por amor á la Ciencia, por hallarse persuadidos de que el saber constituye buen negocio y de que la buena fama cobrada en la escuela cotizase muy alto en el mercado profesional y en las esferas académicas».

Este inconveniente, nacido de una natural tendencia de la ambición juvenil, tiene poderosísima influencia para disminuir los adeptos al cultivo de la Ciencia pura, y más en país como el nuestro, en el que el cultivo aislado de este género de estudios, no recibe remuneración suficiente para satisfacer las aspiraciones legítimas de los trabajadores que á ellos se dedican.

En nada se ve esto tan claro como en la doble rama de la Micrografía, ó sea en la Histología y en la Bacteriología.

La Histología patológica, cultivada con mucha frecuencia en los comienzos de su carrera, por jóvenes que tienen la intención de dedicarse á la práctica de especialidades clínicas, se ve con mucha frecuencia abandonada por los que con evidente provecho comenzaron á cultivarla y que al entrar en el ejercicio absorbente de la práctica particular y hospitalaria, encuentran muy pronto incompatible su estudio con la falta de tiempo para otros ejercicios que si satisfacen menos al entendimiento y á las aspiraciones ideales, colman mejor las apremiantes exigencias de la vida real y conducen más directamente al logro de los fines positivos de la vida.

Lo mismo sucede y con no menos frecuencia con los bacteriólogos. El producto material que pueden obtener de sus pacientes estudios de cultivo, vacunas, fabricación de sueros, inmunizaciones y tantas otras cosas que les están confiadas, y que sin género alguno de duda encierran las soluciones de la Medicina del porvenir, no proporcionan, desde el punto de vista remunerativo, el provecho material para los fines de la vida ordinaria, hasta que el *investigador* no se hace *productor*, es decir, hasta que el hombre de ciencia no se convierte en industrial.

No se diga que este es fenómeno precoz propio del período evolutivo y casi embrionario por el que atraviesan estos estudios en España. No, el fenómeno se ha registrado y se registra por igual en todos los países europeos y no digamos nada en los americanos.

Sin detenernos á fijar ejemplos, pues no es este hoy nuestro objeto, nos limitaremos á decir que contra las aspiraciones idealistas docentes de Cajal, apareció este fenómeno, que deberá siempre ser tenido en cuenta por los que aspiren á iguales empresas que nuestro sabio compatriota, pues las cosas que arraigan en la naturaleza misma de las personas y de los hechos, ni se combaten con razonamientos, ni se corrigen con lamentaciones. Lo natural es que los jóvenes quieran vivir y prosperar y busquen para ello los caminos de *menor resistencia*, siguiendo así una ley de la naturaleza física y de la naturaleza moral.

Conste, pues, que no censuramos; consignamos,

en medio de todas estas circunstancias generales á todos los casos análogos y particulares al nuestro. La Escuela Española de Cajal ha nacido y se desarrolla con inverosímil vigor, gracias á la perseverancia del maestro, á la atracción simpática de su ejemplo y á la buena primera materia de que siempre se dispone cuando discreta y desinteresadamente se la sabe manejar.

Hay un hecho de observación pedagógica, en el cual puede permitirse el que esto escribe tener formada opinión propia desde hace mucho tiempo. La mayor parte de los jóvenes que se adocenán, se fatigan y se hacen rutinarios explotadores de la profesión, son así por la forma de enseñanza que se les da. He visto muchas veces repetirse el hecho de un mal estudiante, perezoso, indiferente é incapaz de reaccionar al estímulo teórico, que al entrar en un laboratorio ó en una clínica y agregarse circunstancialmente á los trabajos de detalle de tales centros, se convierte, como por obra de milagro, en un hombre estudioso, diligente y entusiasta aficionado á las cosas que por sí mismo hace, comprueba é investiga.

Por eso á los hombres trabajadores abnegados y entusiastas, jamás les faltarán discípulos; por esto no le han faltado á Cajal ni les faltarán á los discípulos de Cajal.

Entrando como comprobación y para aliento de los que detrás vengan, al propio tiempo que como rectificación á la falsa idea que fuera de España se tiene del aislamiento en que Cajal se mueve, me permitiré enumerar, de pasada, algunos nombres propios que de los mismos libros de Cajal tomo y

en las referencias de su laboratorio íntimo he inquirido.

Habla Cajal y dice bajo el epígrafe de «Discípulos aventajados»:

«Los jóvenes laboriosos á quienes aludo son ya legión, sobre todo si juntamos los pretéritos con los presentes. Entre los antiguos (algunos fallecidos en plena juventud y otros perdidos por desgracia para la ciencia patria en el *desierto de la clínica*), citaré á Cl. Sala Perrazas, C. Calleja, Olóriz Aguilera, Blanez Dilaes, J. Bartual, I. Lavilla, Del Río Lara, Márquez, etc.

Y entre los modernos, me es muy grato nombrar á mi hermano P. Ramón Cajal, á F. Tello, á N. Achúcarro, á Domingo Sánchez, á Rodríguez Lafora, á Del Río Hortega. Este grupo de entusiastas trabajadores acabaron ya su formación y saben caminar solos y triunfar en el terreno de la investigación. Muchas de las investigaciones son fruto de su exclusiva iniciativa. En vías de formación y con promesas de ópimos frutos, figuran Aurcaute, Fortún, Sacristán, Calandre, Sánchez y Sánchez, Ramón Fañanas Luna, Fernando de Castro y otros.»

Por nuestra parte, sin que pretendamos rectificar nada de lo apuntado por el maestro, procuramos completar sus datos.

Achúcarro procedía de la escuela de Alzheimer que en unión de Nisse comenzó á estudiar las lesiones histológicas del cerebro en las psicosis y que tan brillantemente inauguraron con sus estudios los histopatológicos en la parálisis general.

Achúcarro hizo estudios sobre la rabia, la pará-

lisis general (algunos en unión del Dr. Gayarre), y, últimamente, se dedicó á estudios sobre la neuroglia normal (los caracteres de sus dos variedades protoplásmica y fibrosa), y la solución de la misma en la serie de los vertebrados.

El llamado método de Achúcarro, es una modificación del del Bielschowsky, y usando, como mordiente, una solución de tanino se colorea el correctivo de un modo muy intenso.

Discípulo de Achúcarro, es del Rfo Hortega. Ha dado reglas para modificar el método de Achúcarro y es autor de un método de coloración sirviéndose del carbonato de plata. Ha estudiado las variaciones de la neuroglia en diversos procesos cerebrales (sobre todo alrededor de los reblandecimientos). Últimamente ha realizado estudios sobre la neuroglia de escasas radiaciones y sobre el discutido origen mesodérmico de algunos elementos de la misma.

Lafora procede también de la escuela de Alzheimer, habiendo estudiado las lesiones microscópicas del cerebro, principalmente en la demencia senil, la llamada enfermedad de Alzheimer, etc..., y, últimamente, se interesa por estudios de Fisiología cerebral.

Fernando de Castro también pertenece á esta orientación, ha realizado estudios sobre la neuroglia y últimamente se ocupa del estudio de las lesiones histológicas de los ganglios raquídeos.

Por todos estos estudios, unidos á los fundamentales de Cajal, España puede vanagloriarse de ser el país en el que mejor se han estudiado los problemas relacionados con la neuroglia.

Otra orientación es la de Tello. Llegó á la escuela de Cajal en el momento que éste dejaba el método de Golgi habiendo descubierto, el de nitrato de plata reducido y se dedicaba á problemas relacionados con la teoría de la neurona á la sazón satisfundamente atacada, no siendo los estudios de degeneración y regeneración del sistema nervioso más que un nuevo punto de abordar lo relacionado con dicha teoría. Tello es autor de un trabajo sobre el cuerpo geniculado externo y otro sobre la hipófisis, clásicos ya, sobre todo el primero, y en tal forma reconocido en todos los centros neurológicos del mundo.

Además hizo estudios sobre las terminaciones nerviosas (pelo y músculos), la degeneración y regeneración de las placas motrices y los fascículos de Kühne, y sobre la influencia del neurotropismo en la regeneración de los centros nerviosos. También tiene un trabajo clínico sobre la génesis de las terminaciones nerviosas motrices y sensitivas.

Ramón y Fañanas también es autor de importantes contribuciones histológicas é histopatológicas (neuroglia, rabia, etc.). En la actualidad es sin duda el que mejor conoce la histología patológica de la rabia.

Una orientación distinta es la de Villaverde que procede de la Escuela Neuropatológica de la Universidad de Zurich dedicada á estudios relacionados con las localizaciones cerebrales, experimentalmente y por el método anatomoclínico. Villaverde se ha dedicado á estudios de inervación comisural y es autor de una gran monografía sobre la embri-

genia del cuerpo calloso. Además se ha ocupado de la mielinización de dicha vía y usando procedimientos experimentales y valiéndose de las degeneraciones secundarias ha estudiado las conexiones comisurales de las zonas motora y visual de conejo así como también las de las vías cerebelosas, previa ablación de diversas regiones de este órgano. Ha estudiado también histopatológicamente algunas enfermedades como la siringomielia.

Ultimamente, Cajal ha vuelto á sus estudios sobre las estructuras regionales en la corteza cerebral ó el llamado principio anatómico de la localización queriendo corregir lo hecho en este sentido por la escuela de Oskar, Vog y Brodmann, los que por haber hecho sus estudios sólo con las anilinas no dan idea exacta de las conexiones (detalle importantísimo), pues aquéllas en contraposición con los métodos argénticos preferentemente usados por Cajal no tiñen más que el cuerpo celular quedando indemne el axon y colaterales.

Los estudios sobre la corteza visual del gato y la región retrosplenial del ratón (área cortical 29 de Bradmann) son ya una prueba de la vuelta á dicha orientación. Esta orientación la siguen también Villaverde y un joven de gran talento que ya es autor de un trabajo experimental meritísimo sobre la regeneración de la medula de los batracios, D. Rafael Lorente de No.

* * *

Con lo anteriormente dicho acerca de la Escuela Histológica Española, creemos tener fundamen-

tos bastantes para afirmar su existencia actual, garantizarla en lo futuro, y pronosticarla prosperidades que á todos nos han de envanecer.

Un maestro cesáreo, investigador afortunado y original, revestido de la autoridad unánime, y premiado con ostensibles muestras de aplauso por los más altos Cuerpos científicos europeos y americanos; un grupo decidido de discípulos abnegados, inteligentes y laboriosos que han señalado ya en la estela misma del maestro hechos y descubrimientos que les son personales, y que permiten anunciar que formarán un cuerpo de doctrina merecedor del nombre de Escuela Nacional; todo esto basta y aún sobra para que la Escuela sea un hecho; pero no hemos de perder de vista otras dos condiciones en que ponemos nuestro convencimiento y nuestra esperanza.

La primera es que á la naciente Escuela no le falte nunca, ni el apoyo, ni los medios materiales que pueden proporcionarle los Poderes públicos, ni tampoco esa atmósfera de simpatía y aliento que, procedente de las Sociedades técnicas, contribuye á prestar autoridad innegable á toda disciplina y á toda empresa docente y de investigación.

Realmente á Cajal y á su Escuela no le han faltado nunca ni aquel apoyo, ni este aliento. No habrán sido pródigos los recursos ofrecidos por el Estado; pero como el mismo Cajal dice á quien quiere oírle, y se toma el trabajo de leerle, el Estado español ha iniciado con él una política de protección científica que no nos satisface como suficiente, pero no puede negarse como efectiva.

Las exageradas protestas á que muchos nacionales y extranjeros se han lanzado, sin enterarse minuciosamente de los que pudieran ser fundamento de sus afirmaciones, no han sido siempre justas, pues la dirección de dos Institutos, la construcción de nueva planta de ambos y los recursos que ofrece aumentar el peculio nacional, podrán no ser premio ajustado al merecimiento de nuestro glorioso compatriota, pero es innegable que como él carecía de antecedentes personales, también carecía de ellos la conducta inicial de nuestros gobiernos, que esperamos ver fortalecida y perseverada en lo porvenir.

La segunda observación que acerca de la Escuela Histológica se nos ocurre, no tiene hasta ahora fundamento en los hechos de la realidad en ella observados. Pero tan repetidamente hemos visto en casos análogos ocurrir lo que aquí, quizás en un porvenir remoto, ocurrir pudiera, que bien le puede ser perdonado á un viejo observador de buena voluntad el atrevimiento de un consejo.

Va éste dirigido á los discípulos presentes y futuros, en modo alguno al maestro, cuyo temperamento y conducta le ponen muy por encima de toda sospecha de egoísmo, de limitación y de monopolio.

«Evítese en lo posible el espíritu de cuerpo exclusivista y monopolizador de la persona y de la doctrina del maestro.»

Cajal es el maestro de todos, no es el maestro de un grupo, y, por tanto, las rivalidades, las pretensiones de preferencia, los exclusivismos de escuela, nunca ayudarán, antes perjudicarán, y aún matarán su obra extraordinaria en lo venidero.

Las exageradas pretensiones a que muchos nacidos en el extranjero se han lanzado, sin tener en cuenta las limitaciones de los que habitan en los territorios de las Américas, no han sido siempre justas. pues la mayoría de los Institutos, la constitución de nueva planta de las mismas y los tratados que elocaron el peculio nacional, gozan de ser premiados al igual que el reconocimiento de nuestros gloriosos antepasados, pero es innegable que como el comercio exterior, también en esta materia, también en ella las autoridades gubernamentales, que espere pronto ver fortalecidas y porvenir en la prosperidad.

La segunda observación que se hace de la historia de la historiografía es que, no tiene hasta ahora fundamento en los hechos de la realidad en ella observados. Pero tan repetidamente hacen vista como casos análogos ocurrir lo que para el país en un momento remoto, ó en el futuro, que dicen la parte ser, perteneciendo a un tipo de observación de buena índole el desenvolvimiento de un concepto.

En este sentido a los historiadores prescrite y los libros, en todo sigue el modelo, cuyo lenguaje más y cuando lo hacen muy por encima de toda sospecha de egotismo, de limitación y de incompleción.

El libro en la historia de España de nuestra época y de la historia y monografía de la patria y de la doctrina del mundo, y en el mundo de los libros, no es el mundo de los libros, y por tanto, las rivalidades, las pretensiones de preferencia, los entusiasmos de los autores, nunca agotados, antes perjudicados, y aún más, tan en obra exclusivamente en la realidad, y en el

VOCABULARIO

Considerando que el presente libro persigue como fin la vulgarización de una materia que posee un lenguaje especializado, y por tanto es posible que sea leído por personas no conocedoras de este lenguaje, hemos creído de utilidad incluir un vocabulario de las palabras más especializadas y que se apartan del lenguaje corriente, y algunas otras que sin pertenecer propiamente al vocabulario científico de la materia tratada en este libro, son poco empleadas ordinariamente.

Aducente.—Que verifica la aducción ó aproximación; se dice más á menudo aún aductor y se emplea, sobre todo, con aplicación á los músculos.

Aferente.—Que conduce desde la periferia al centro; centripeto.

Anastomosis.—Comunicación entre dos vasos. Se decía también de los nervios, cuando se suponía que por ellos circulaba el flúido nervioso. Por extensión se dice de toda unión, más ó menos íntima, de dos ó más elementos.

Amiboide.—Que se parece á una amiba. Dícese especialmente de los movimientos de algunas células como los leucocitos cuando están extravasados. Consiste en que de la periferia parten prolongaciones ó seudópodos que penetran en los resquicios por donde ha de pasar la célula, y ésta toda camina detrás del seudópodo, como aspirada por él.

Axon.—Lo mismo que cilindro-eje. Se llama también *filamento de Deiters*, *prolongación nerviosa ó funcional*. Representa una expansión única en cada célula nerviosa, de gran longitud y finura, sin asperezas ni dentellones y suministra colate-

rales siempre nacidas en ángulo recto. Constituyen en esencia las fibras ó conductores nerviosos.

Axónico.—Que se refiere al axon ó cilindro-eje.

Bacilo.—Microbio que presenta la forma de bastoncito recto. Cuando en vez de ser recto es incurvado, recibe el nombre de *vírgula*.

Blastodermo.—Conjunto de células que se forman en el huevo después de la fecundación. Colocadas en un principio en el centro del huevo, se van desplazando hacia la periferia y forman una capa que tapiza por dentro la zona pellucida. Constituyen, por tanto, una esfera hueca (vesícula blastodérmica). Más tarde el blastodermo se divide en tres capas que son, de fuera á dentro, el ectodermo, mesodermo y endodermo.

Bulbo.—Es toda masa, parte ú órgano de forma redondeada. Generalmente se aplica este nombre al bulbo raquídeo ó medula oblongada que es la parte del sistema nervioso central que une la medula espinal á la protuberancia. La mitad superior se encuentra en el cráneo y la mitad inferior en la parte más alta del conducto medular. El bulbo es el órgano que lesionan los traumatismos de la nuca, y por esta lesión se produce la muerte fulminante.

Célula.—Es el elemento anatómico, ó sea la forma orgánica más diminuta dotada de vida individual, en que los tejidos se descomponen por disociación mecánica ó anatómica. Virchow denominó á las células, *unidades vivientes* y se definen ac-

tualmente, como *corpúsculos*, generalmente *microscópicos*, dotados de vida individual y formados de tres partes esenciales: el *protoplasma*, la *membrana* y el *núcleo*.

Colágeno.—Material que se transforma en gelatina por la cocción. Abunda en tejidos de origen mesodérmico (v. blastodermo), especialmente el conjuntivo y el óseo.

Conjuntivo (Tejido).—Tejido repartido por todo el organismo y que sirve para unir unos tejidos y órganos con otros. Su carácter principal es la ubicuidad.

Cuadrigémimo (Tubérculo).—Cada uno de los cuatro abultamientos que se encuentran en la cara posterosuperior de los pedúnculos cerebrales. Se distinguen dos anteriores ó nates y dos posteriores ó testes, por haberse comparado con las nalgas y testículos de un hombre visto por detrás. Están separados por dos surcos en forma de cruz (surco crucial), que se ensancha en su parte anterior para recibir la epífisis ó glándula pineal (esto es, en forma de piña), que según los antiguos era el alojamiento del alma.

Dendritas.—Se llaman también *expansiones protoplásmicas* ó *ramificadas*, y son las prolongaciones que derivan del protoplasma de la célula nerviosa, constituidas por este último y caracterizadas por ser numerosas, cortas, con frecuentes dicotomías, de un aspecto granuloso y con espinas que las hacen aparecer dentelladas.

Dicotomía.—Proceso de división en dos partes ó ramas semejantes.

Ectodermo.—La hoja más externa de las tres en que se divide el blastodermo (v. éste). Es la que da origen al tejido epitelial, á los órganos de los sentidos y al sistema nervioso.

Eferente.—Que conduce ó lleva sangre, secreción ó impulsos, desde una parte, órgano ó centro nervioso.

Epitelial (Tejido).—El tejido que cubre todas las superficies exteriores é interiores del organismo.

Estriado (Cuerpo).—Núcleo situado en el suelo del ventrículo lateral del cerebro; hay por tanto, uno en cada lado; llámase así por el aspecto estriado de su sección.

Estroma.—Armadura ó armazón de un órgano ó de una célula (especialmente en los hematíes, estroma de Rollet, que constituye como una esponja en la que está empapada la hemoglobina).

Fagocitosis.—Propiedad de los leucocitos, descubierta por Metchnikoff. Consiste en envolver mediante movimientos amiboides (v. amiboides), las células, microbios ó cuerpos extraños y engullirlos para eliminarlos.

Fibra.—Elemento anatómico largo y delgado. Se encuentran fibras en el tejido conjuntivo, especialmente en el que constituye los tendones y aponeurosis, llamado también variedad fibrosa. Se encuentra también en el tejido muscular, del cual

todas las células tienen forma de fibra y se encuentran por fin en el tejido nervioso. Parten de las células nerviosas y las ponen en relación con otras células nerviosas ó con las de órganos subordinados.

Foto-térmico.—Que se relaciona con la luz y con el calor.

Funicular.—Que tiene forma de cordón ó que se relaciona con un cordón.

Geniculado (Cuerpo).—Tubérculo ovalado situado debajo del tálamo óptico. Hay dos á cada lado, uno externo y otro interno. El externo recibe fibras que le transmiten sensaciones ópticas, y el segundo, otras que le transmiten sensaciones acústicas. A su vez, el primero manda fibras al tubérculo cuadrigémico anterior, y el segundo al tubérculo cuadrigémico posterior (véanse éstos).

Germen.—Se usa como equivalente de microbio ó bacteria; también significa embrión ó rudimento embrionario.

Glómérulo.—Ovillo ó pelotón, bien de fibras, que son los que se encuentran en el sistema nervioso, bien de vasos capilares, como se encuentran en el riñón (gl. de Malpighio).

Hemáticas.—Son los *glóbulos rojos* de la sangre, llamados así por contener la *hemoglobina*, ó substancia que da el color rojo de este líquido. La hemoglobina, y por tanto los glóbulos rojos, poseen la función principal de absorber el oxígeno atmosférico en los pulmones, durante la respiración y

transportarle después á la intimidad de los tejidos.

Hematosis.—Formación de sangre, pero esto se denomina generalmente hematopoyesis y la palabra hematosis se aplica al fenómeno en virtud del cual la sangre venosa llegada á los pulmones pierde anhídrido carbónico y toma oxígeno, es decir, se arterializa.

Hemisferios cerebrales.—Las dos mitades laterales en que está dividido el cerebro. La división está hecha por una hendidura que se llama cisura interhemisférica.

Histogénesis.—Estudio de la generación y desarrollo de los tejidos orgánicos.

Histología.—Sin. *Anatomía microscópica*. —Ciencia que estudia la composición y estructura microscópica de los tejidos orgánicos, tanto en el estado de salud (*histología normal*), como en el de enfermedad (*histología patológica* ó *histopatología*). Nombre creado por Mayer en 1819.

Kilovatio.—Unidad eléctrica mil veces mayor que el vatio, y este es la cantidad de trabajo que equivale á un julio por segundo.

Leucocito.—Glóbulo blanco. Célula incolora con núcleo que se encuentra en la sangre en cantidad de 5 á 8.000 por milímetro. Los leucocitos se encuentran también en la linfa y extravasados en todos los tejidos, especialmente en el conjuntivo. Cuando tienen que luchar en un sitio determinado con gran número de microbios, sucum-

ben y su acúmulo, mezclado con los gérmenes, constituye el pus. El estudio de las modificaciones cualitativas y cuantitativas de los leucocitos en las diferentes enfermedades, proporciona datos de mucho interés para el diagnóstico, pronóstico y tratamiento.

Metabolismo.—Conjunto de transformaciones que experimentan en los organismos vivos las sustancias introducidas, ó las que en ellos se forman.

Mielina.—Materia oleaginosa, sumamente refringente, dispuesta en espesa cubierta en torno del cilindro eje, constituyendo las fibras nerviosas meduladas. Representa una cubierta aisladora, que desaparece en las arborizaciones terminales del cilindro eje, donde se verifican los contactos nerviosos. La mielina aparece interrumpida por los discos de cemento ó estrangulaciones de Ranvier y por las cisuras de Lantermann, que son circulares y fragmentan la mielina en una serie de cilindro-conos superpuestos.

Molécula.—La menor partícula en que puede imaginarse dividido un cuerpo sin que se altere su composición química, es decir, la parte más pequeña de un cuerpo que puede existir en estado libre.

Necrobiosis.—Es la atrofia sucesiva y muerte de un órgano por faltarle pábulo alimenticio, pero sin infección, y en esto está la diferencia con la gangrena.

Núcleo.—Corpúsculo generalmente redondeado, de

bordes definidos y siempre rodeado de protoplasma, que constituye la parte esencial de la célula.

Se dice también de ciertas anasas de sustancia gris en el sistema nervioso central.

Neoplasia.—Nueva masa, se llama así á los tumores, tanto benignos como malignos.

Neurilema.—Vaina que reviste á la fibra nerviosa.

Neuroblasto.—Es la célula nerviosa embrionaria que ha de dar lugar á las células adultas ya diferenciadas. Por lo general carece de expansiones. Se le denomina también *célula germinal*, ó *célula germinativa* (His).

Neurogenia.—Estudio de la génesis y desarrollo del sistema nervioso.

Neuroglia.—Tejido que forma el armazón ó estroma (v. éste) del sistema nervioso. Está constituido por una red muy fina en la que están incluidas células muy ramificadas. Investigaciones modernas tienden á atribuir á estas células un papel más activo que el de simples órganos de sostén.

Ontogenia.—Es el desarrollo del embrión desde la fecundación del huevo hasta la vida independiente. Es una reproducción abreviada de la filogenia, ó sea el desarrollo y selección de las especies desde los animales primitivos, hasta aquél á que se haga referencia.

Ontogénico.—Lo referente á la ontogenia.

Papila.—Nombre dado á pequeñas prominencias más ó menos salientes, que se elevan principal-

mente sobre la superficie del dermis cutáneo y de las membranas mucosas.

Patógeno.—Que engendra enfermedad.

Pedúnculos cerebrales.—Son dos cordones gruesos que se extienden del borde superior de la protuberancia al cerebro. Por su parte inferior son independientes (pies de los pedúnculos), mientras por la superior están unidos (calota ó casquete). En la cara superior de ésta se encuentran los tubérculos cuadrígeminos (v. éstos).

Plaquetas.—Hematoblastos ó trombocitos. Discos ovales de 2 á 3 μ que existen en la sangre en número de 250.000 por milímetro cúbico y son el punto de partida de la coagulación.

Plasma.—Parte líquida de la sangre. El plasma privado de fibrina para que no se coagule constituye el suero. Plasma intersticial es el que se encuentra entre las células de todos los tejidos.

Plexo.—Entrelazamiento complicado de varias ramas nerviosas.

Protelco.—De la naturaleza de la proteína, ó sea de los compuestos nitrogenados no cristalizables, que forman los constituyentes característicos de los tejidos y líquidos orgánicos.

Protoplasma.—Masa de substancia transparente, granulosa, semisólida, encerrada en la membrana celular, y que rodea al núcleo.

Protoplásmico.—Lo mismo que *protoplasmático*. Que se refiere al protoplasma ó que está constituido por éste.

Protuberancia o Puente de Varolio.—Se continúa por abajo con el bulbo raquídeo, por arriba con los pedúnculos cerebrales y por detrás con el cerebelo. Se llama también protuberancia toda parte saliente de cualquier órgano.

Queratina.—Substancia orgánica que forma la masa del epidermis, las uñas, los pelos y los tejidos córneos.

Quimiotaxis.—Influencia de las células ó de las substancias químicas, ejercidas sobre otras células, generalmente leucocitos, pero todo en virtud de estímulos químicos. Se llama positiva cuando el resultado es una atracción, y negativa cuando es una repulsión.

Reflejo.—Acto que sucede á fenómenos de la sensibilidad, sin que intervenga la conciencia. Es decir, en él, la *impresión* y la *transmisión* se verifica como en cualquier circunstancia, pero falta la *percepción*. Lo mismo que automático.

Reticulo.—Lo mismo que red. Conjunto que resulta de la anastomosis de fibras, ó vasos, que dejan mallas entre sí.

Sarcolema.—Vaina elástica que envuelve los fascículos musculares elementales. En el tejido muscular cardíaco existe sarcolema, pero no ha sido demostrado hasta recientemente, por lo que algunos autores niegan todavía su existencia.

Sistema.—Conjunto de partes ú órganos semejantes, compuestas de un mismo tejido y dotadas de funciones del mismo orden. El sistema es de la

misma naturaleza que el tejido que le constituye; pero lo que se estudia en el sistema no es un objeto descrito como substancia, sino como un todo considerado en sí mismo, en su conformación por relación con los organismos de naturaleza diferente que la suya y con relación con el de que él forma parte.

Soma.—Cuerpo. Se aplica á las células nerviosas para diferenciar el cuerpo celular de las ramificaciones.

Tálamos ópticos.—Núcleos voluminosos grises, situados uno á cada lado del tercer ventrículo; unidos por la comisura gris. Están comprendidos entre la prolongación frontal (por arriba), y la esfenoïdal (por abajo), de los ventrículos laterales.

Tejido.—Agrupación de células unidas entre sí, de modo que constituyen un conjunto estructural homogéneo. Son los tejidos, las masas orgánicas, formadas por la agrupación en un orden constante, de células de propiedades estructurales, fisiológicas y químicas semejantes.

Toxina.— En realidad toda substancia de acción venenosa (v. gr., la ponzoña de las serpientes), pero el uso ha hecho que se dé este nombre á las substancias tóxicas ó venenosas engendradas por los microbios y aun no todas, pues las verdaderas toxinas son las segregadas por los gérmenes vivos. (Se han demostrado la del bacilo diftérico y la del tetánico). Las toxinas que quedan en libertad por la muerte y destrucción de los bacilos, no se in-

cluyen entre las verdaderas toxinas y se distinguen con el nombre de endotoxinas.

Trófico.—Relativo ó perteneciente á la nutrición y crecimiento.

Vegetativo.— Dícese de los aparatos, órganos, etcétera, dotados de funciones comunes á los animales y plantas, ó sean las de nutrición, desarrollo y reproducción.

Excluye todo lo que se relacione con el sistema nervioso (pensamiento, conciencia, etc.).

INDICE

	<u>Páginas</u>
Advertencia.....	5
Proemio.....	7
De la personalidad de Cajal, de sus condiciones de pensador, de escritor, de artista y de patriota.....	11
Las condiciones y el espíritu del investigador.....	26
La obra científica de Cajal:	
Exposición del estado de los conocimientos histológicos y de la fisiología del sistema nervioso antes de Cajal.....	32
Descubrimiento de Cajal en la estructura del sistema nervioso.....	57
Descubrimiento de Cajal fuera del sistema nervioso.....	195
Cajal bacteriólogo.....	199
La escuela y los continuadores.....	216
Vocabulario.....	237

INDICE

.....	1
.....	2
.....	3
.....	4
.....	5
.....	6
.....	7
.....	8
.....	9
.....	10
.....	11
.....	12
.....	13
.....	14
.....	15
.....	16
.....	17
.....	18
.....	19
.....	20
.....	21
.....	22
.....	23
.....	24
.....	25
.....	26
.....	27
.....	28
.....	29
.....	30
.....	31
.....	32
.....	33
.....	34
.....	35
.....	36
.....	37
.....	38
.....	39
.....	40
.....	41
.....	42
.....	43
.....	44
.....	45
.....	46
.....	47
.....	48
.....	49
.....	50
.....	51
.....	52
.....	53
.....	54
.....	55
.....	56
.....	57
.....	58
.....	59
.....	60
.....	61
.....	62
.....	63
.....	64
.....	65
.....	66
.....	67
.....	68
.....	69
.....	70
.....	71
.....	72
.....	73
.....	74
.....	75
.....	76
.....	77
.....	78
.....	79
.....	80
.....	81
.....	82
.....	83
.....	84
.....	85
.....	86
.....	87
.....	88
.....	89
.....	90
.....	91
.....	92
.....	93
.....	94
.....	95
.....	96
.....	97
.....	98
.....	99
.....	100



Prezzo: 10 pesetas.

D-2
23936