

CAPÍTULO LI

CONSIDERACIONES ANATOMO-FISIOLÓGICAS SOBRE EL CEREBRO

[Teorías anatómicas sobre la organización y el funcionamiento del cerebro. — Teorías de Flechsig y Monakow. — Nuestra hipótesis : Centros perceptivos y centros conmemorativos primarios y secundarios, monolateralidad de los centros conmemorativos, bilateralidad y simetría topográfica de los centros perceptivos, existencia de fibras centrífugas en los centros perceptivos y mnemónicos, vías de asociación sensorio-mnemónicas e inter-mnemónicas. — Postulados económicos y fisiológicos : unidad de impresión, proyección reducida y continua de las superficies sensibles sobre la corteza cerebral, justificación de los entrecruzamientos, economía de espacio y de protoplasma.

Teorías histológicas del funcionamiento del cerebro : mecanismo del sueño, de la asociación de ideas, etc. — Adaptación cerebral. — Perfeccionamiento de la asociación de ideas ; compensaciones fisiológicas, etc.]

Después del largo y fatigoso análisis que acabamos de hacer de la textura de la corteza cerebral, hora es ya de sintetizar los resultados más generales y de formular, en cuanto el estado todavía imperfecto de nuestro saber lo consienta, el plan estructural del cerebro. En este capítulo nos ocuparemos, desde luego, en el examen de las teorías más autorizadas, así anatómicas como histológicas, pasando después á exponer la hipótesis provisoria más aceptable, ínterin la investigación acaba de allegar todos los datos y permite elaborar una doctrina definitiva.

TEORÍAS ANATÓMICAS [DE LA ORGANIZACIÓN Y EL FUNCIONAMIENTO] DEL CEREBRO

Teoría de Flechsig. — Hemos aludido ya en diversos capítulos de esta obra á la importante doctrina anatomo-fisiológica de este autor ; pero conviene ahora detallar algo más lo dicho anteriormente, presentando el conjunto de las ideas del famoso neurólogo de Leipzig.

Comienza Flechsig (1) por declarar que la corteza cerebral no es una masa homogénea, sino que topográfica, histológica y fisiológicamente se compone de centros separados que distingue en *esferas de proyección ó percepción* y *esferas de asociación ó intelectuales*.

a) Los *centros de proyección* corresponden á las *esferas* sensoriales y motrices señaladas en el cerebro merced á los trabajos, en gran parte concordantes, de [Hitzig], Ferrier, Monakow, Munk, etc.

Poseen estos focos textura diversa de los de asociación y diferente también en cada uno de ellos, y caracterizaríanse anatómicamente por estar enlazados con los focos inferiores (cerebro intermedio, medio, bulbo y médula), mediante dos especies de fibras de proyección : *centrípetas* y *centrífugas*. Mediante las *centrípetas* ó sensoriales recibirían excitaciones recolectadas por los órganos de los sentidos, y mediante las motrices ó *centrífugas*, las reflejarían hacia los núcleos musculares periféricos.

(1) *Flechsig* : Gehirn und Seele. Leipzig, 1884. — *Neurol. Centralbl.*, 1895.

Centros de proyección y centros de asociación.

Diferencias anatómicas.

Dichos centros de proyección son cuatro, á saber : el *sensitivo-motor*, el *visual*, el *acústico* y el *olfativo*, todos los cuales residen en los lugares corticales que dejamos más atrás consignados.

b) Los *centros de asociación* poseen una textura especial, aunque igual en todos ellos (corteza de cinco capas), y tienen por característica anatómica el no recibir ni emitir los citados conductores de proyección, y el asociarse, mediante fibras aferentes y eferentes, con los focos de proyección. Cada esfera de asociación recolectaría, pues, á favor de los conductores sensoriales aferentes, todas las excitaciones ó residuos sensoriales originados en los focos de proyección, al paso que, por intermedio de conductores centrífugos, reaccionaría sobre las esferas de sensación, bien inhibiendo, bien excitando los impulsos reflejos.

Los centros de asociación ocupan en el hombre los dos tercios de la corteza, y son en número de tres : el *anterior* extendido por la porción anterior del lóbulo frontal, el *medio* correspondiente á la *ínsula de Reil*, y el *posterior* que abarca una gran parte de los lóbulos occipital y temporal y casi todo el parietal.

*Diferencias
funcionales.*

La gerarquía fisiológica de ambas categorías de centros es muy diversa. Las esferas de proyección son comunes al hombre y mamíferos y constituyen el cerebro animal ó vegetativo (percepción y reflejismo motor, etc.), mientras que las esferas de asociación, ausentes en los roedores, apenas desarrolladas en los carnívoros, algo más desenvueltas en los primates, donde ya alcanzan el tercio de la corteza, y sumamente extensas en el hombre, en donde ocupan los dos tercios corticales, representan el *subtractum* de las actividades psíquicas más elevadas (movimiento voluntario, memoria, inteligencia, sentido estético y moral, etc.). La ausencia de focos de asociación implica la falta de vida intelectual. así los roedores que carecerían de estos centros, y el niño recién nacido en quien no están todavía diferenciados, sólo son capaces de actos reflejos. Ven, sienten, oyen y se mueven, pero no piensan ni son capaces de obrar sobre los focos de proyección ó sensación para dirigir su actividad y reglar sus descargas motrices.

Base de la teoría : la mielinización sucesiva.

Argumentos en que se apoya la doctrina de Flechsig. — Las ideas que acabamos de exponer se basan en los resultados del método de la medulización sucesiva (método de Flechsig) en el embrión humano y niño recién nacido. Según Flechsig, la medulización de las vías nerviosas marcha de abajo á arriba, desde la médula al bulbo y telencéfalo, y sólo cuando estas partes están organizadas, aparece la mielina en la corteza cerebral. En esta misma, la medulización se produce por series de vías fisiológicamente diferenciadas, iniciándose en los centros de proyección é invadiendo mucho tiempo después los de asociación. Por ejemplo : en el niño recién nacido, únicamente los focos de proyección del cerebro muestran sus vías meduladas (fibras centrípetas y centrífugas), circunstancia que permite distinguir perfectamente estos focos entre sí, así como diferenciarlos de los asociativos, todavía exentos de tubos mielínicos. Al empezar el segundo mes, surgen otras fibras mielínicas dirigidas desde los centros de proyección hasta la vecina corteza de asociación, y las cuales no serían otra cosa que colaterales brotadas de conductores sensoriales aferentes ó proyectivos. En fin, algún tiempo después, los focos de asociación y zonas intermediarias entre éstos y los de proyección, se medulan, apareciendo conductores arciformes ú horizontales largos, centrípetos y centrífugos, destinados á juntar ambos órdenes de centros. En sentir

de Flechsig, ningún conductor originado en centro de asociación podría seguirse hasta la corona radiante, ni ganaría, por tanto, los focos grises inferiores [del cerebro intermedio, del bulbo y de la médula].

Como prueba del dualismo funcional de la corteza, alega Flechsig : *a*) estudios de anatomía comparada, confirmativos de la falta de centros de asociación en los roedores y vertebrados inferiores ; *b*) autopsias reveladoras de que en los hombres de superior talento, las esferas de asociación, singularmente la posterior, alcanzan notable desarrollo ; *c*) en fin, varios casos clínicos seguidos de autopsia (caso de Heubner, Nothagel, etcétera), en los cuales la pérdida, por lesión cerebral, de los focos visuales ó acústicos no fué seguida de abolición de la memoria ni de la ideación correspondiente ; hecho inexplicable si, cual suponen algunos, los mismos focos corticales destinados á la percepción (visión, audición) intervinieran en la función conmemorativa respectiva.

Pruebas de la existencia de dos tipos de centros cerebrales.

Comienza cuerpo menor.

La importante teoría de Flechsig, presentada, por cierto, en forma muy sugestiva y brillante, produjo al ser conocida por los neurólogos, fisiólogos y psicólogos, un estado emocional sólo comparable con el creado tiempo atrás, por la patología celular de Virchow, ó los memorables estudios bacteriológicos de Pasteur. No es extraño, pues, que la novísima doctrina granjeara inmediatamente muchas adhesiones en Alemania (Kupffer, Kirschhof, etc.), ni que conquistara en Bélgica y Francia, talentos tan claros como Van Gehuchten (1) y Jules Soury (2).

Objeciones a esta teoría.

Por desgracia, á la fase de entusiasmo, quizá excesivo, ha sucedido hoy la del desencanto, no menos extremado ; y el creciente desvío amenaza con arruinar hasta el principio pluralista anatomo-funcional, base y fundamento de la concepción del neurólogo de Leipzig. He aquí, en concreto, las principales objeciones asestadas á la citada teoría, en nombre ya de la anatomía patológica, ya de la crítica metodológica, ya de la psicología, por Monakow, Dejerine, Siemerling, Mahaim, Vogt y otros.

1.º Según Monakow (3), casi todas las esferas que Flechsig considera de asociación, se relacionan, mediante fibras de proyección, con focos inferiores. Así, la mayor parte de las circunvoluciones parietales poseen una vía descendente terminada en el pulvinar ; la segunda circunvolución temporal y la occipito-temporal, enlázanse con el foco talámico-posterior ; la segunda y tercera frontales y un territorio de la ínsula, continúanse con el núcleo talámico interno, etc.

1º desde el punto de vista el dualismo cerebral.

2.º Por su parte, Dejerine (4) argumenta contra Flechsig, declarando que el fascículo de Türck (importante vía de proyección), procede de la segunda y tercera circunvoluciones temporales (*corteza de asociación* de Flechsig) ; que las fibras cortico-rúbricas nacen del lóbulo parietal, y que ciertos conductores originados de las áreas anterior y media del lóbulo frontal, después de marchar por el segmento anterior de la cápsula interna, ganan el núcleo interno del tálamo. Y en fin, sostiene con la mayor energía que todos ó casi todos los lugares corticales dan origen á fibras de proyección terminadas en diversos segmentos

(1) *Van Gehuchten* : Structure du télencéphale : Centres de projection et centres d'association. *Conference faite à l'assemblée générale de la 66.ª session de la Société scientifique de Bruxelles, tenue à Malines*, 1896.

(2) *J. Soury* : Système nerveux central. Structure et fonctions, Paris, 1899.

(3) *Monakow* : *Arch. f. Psychiatrie*, vol. XXVII, 1895. — Ueber den gegenwärtigen Stand der Frage nach der Lokalisation im Grosshirn. *Ergebn. d. Physiol.*, Jahrg. I, Wiesbaden, 1902.

(4) *Dejerine* : Sur les fibres de projection et d'association des hémisphères cérébraux. *Soc. d. Biologie*, 1897.

del eje cerebro-raquídeo, careciendo, en consecuencia, de realidad el hecho anatómico (ausencia y presencia de fibras de proyección) que sirve de base á la concepción de Flechsig.

3.º Ferrier y Turner (1) han hallado en la corteza occipital del mono dos especies de fibras proyectivas ascendentes y descendentes, destinadas á enlazar el cerebro con el tálamo óptico y tubérculo cuadrigénimo anterior. Análoga aserción hace Rutishäuser (2), quien ha sorprendido en el lóbulo frontal del mono un sistema descendente terminado en parte en el tálamo y en parte en la protuberancia. Parecidos reparos hacen Siemerling (3), Vogt (4), Mahaim (5), etc.

Vogt sobre todo hace valer, contra Flechsig, no sólo razones anatómicas, sino también fisio-psicológicas, declarando que la psicología actual exige, para comprender el paralelismo emocional de los actos intelectuales, un sistema de proyección susceptible de relacionar, de un modo inmediato, los centros de ideación con los motrices subcorticales. Añade que la doctrina anatomofisiológica de los centros de asociación, carece de todo valor psicológico, ya que el esclarecimiento del mecanismo de las operaciones psíquicas sólo podrá recibir auxilios eficaces de la fina histología cortical, urgiendo, por tanto, la creación de una psicología celular que responda á este propósito.

No menos expresivas son las objeciones exgrimidas contra el método embriológico de Flechsig.

Dejerine hace notar la falta de lógica que se comete negando las vías de proyección de la corteza asociativa, solo por el hecho de no desenvolverse durante los dos primeros meses después del nacimiento, como si las fibras no pudieran aparecer más adelante. Pero quienes insisten especialmente sobre la improcedencia del método de la medulización progresiva para fundamentar la concepción del sabio de Leipzig, son Siemerling, Vogt y señaladamente Monakow.

He aquí algunas observaciones:

a) Para que las conclusiones de Flechsig sean legítimas, fuera preciso que las vías de proyección se desarrollaran siempre antes que las de asociación, las periféricas con prelación á las centrales, y las sensitivas primero que las motrices ; pero las investigaciones de Monakow, Vogt, Siemerling y en parte también las de Righetti, Westphal y otros, prueban que esta regla tiene tantas excepciones que pierde casi todo su valor. Por ejemplo : en el cerebro, contemporáneamente con la aparición en los focos sensoriales de fibras radiantes, percíbense ya numerosos tubos de asociación cuyo curso es imposible seguir, aumentando todavía esta dificultad la circunstancia de iniciarse la mielina en cualquier parte del trayecto de los conductores y no en el sentido de la conducción como quiere Flechsig.

b) En la médula, donde el estudio es más fácil que en el cerebro, no es exacto tampoco que las fibras de proyección precedan á las de asociación ni las sensitivas á las motoras. Así, Monakow (y Trepinski, Giese, Westphal, etc.), citan casos en los cuales, contemporáneamente con las radiculares de la médula del feto humano, se modulan fibras de la comisura anterior y tubos cordonales ; y esto antes que los mismos nervios espinales motores y sensitivos posean rastro de mielina.

(1) Ferrier a. Tourner : An experimental research upon cerebro-cortical afferent and efferent tracts. *Proceed. of the Royal Soc.*, vol. LVII, y *Neurol. Centralbl.*, 1898.

(2) Rutishäuser : Experimenteller Beitrag zur Stabkranzfaserung im Frontalhirn des Affen. *Monatschr. f. Psychiatrie u. Neurol.*, Bd. V, 1899.

(3) Siemerling : Ueber Markscheidenentwicklung des Gehirns und ihre Bedeutung für die Lokalisation. *Versamml. d. Vereins d. deutsch. Irrenärzte zu Bonn*, am 17 Sept. 1898.

(4) O. Vogt : Flechsig's Associationscentrenlehre, ihre Anhänger und Gegner. *Zeitsch. f. Hypnotismus*, etc. Bd. V, Heft. 6, 1896.

(5) Mahaim : Centres de projection et centres d'association, etc. Liège, 1897.

2º desde el punto de vista de la mielinización sucesiva.

c) Conforme hace notar Westphal, ocurre á menudo que el nervio óptico (neurona de primer orden) se medula al mismo tiempo y aun después que las radiaciones ópticas (neurona de segundo orden).

d) En pleno cerebro ha encontrado Monakow circunvoluciones cuyos fascículos de asociación aparecen medulados antes que los de proyección correspondientes.

Todos estos hechos son muy graves para la teoría de Flechsig, porque tienden á quitar valor á las leyes de la medulización sobre que se funda la doctrina, leyes que tienen por postulado general el que la mielina se forme según el orden de aparición de las funciones.

En contestación á estas críticas, algunas de las cuales tienen demasiada fuerza para ser menospreciadas, ha modificado Flechsig su doctrina (1). Como resultado de nuevas investigaciones embriológicas, reconoce ya la existencia en los focos de asociación de fibras proyectivas, aunque siempre en menor número que en las esferas de sensación. Además, subdivide los centros de asociación, por la fecha de su medulización, en dos categorías: 1.ª, áreas embriológicas tardías ó terminales que se medularían por lo menos un mes después del nacimiento ; y áreas embriológicas intermedias, situadas entre las anteriores y los centros de proyección, y en las cuales la mielina aparecería en la época del nacimiento. [En cuanto a los centros de proyección, tendrían por carácter común mielinizarse antes del nacimiento y enviar a la corona radiante una multitud de fibras nerviosas. Estos centros precoces son doce en número. Siete de entre ellos parecen ser sensoriales, pues reciben fibras de los núcleos sensoriales del tálamo, etc. Los otros cinco son aún de naturaleza indeterminada, pero podrían ser centros sensoriales desconocidos (?). Las fibras se mielinizan en el orden siguiente en cada centro de proyección : primero son las fibras radiadas sensoriales, después las fibras radiadas corticífugas y al final las fibras callosas y las fibras de proyección. Esta nueva concepción lleva a Flechsig a contar provisionalmente cuarenta centros, número reducido después a treinta y seis (2)]. Por lo demás, Flechsig insiste sobre la realidad de las leyes de la medulización y achaca las principales objeciones que se le han dirigido á errores de interpretación. Para no citar sino un ejemplo: el *fascículo de Türk*, vía de proyección esfenoidal no saldría, como afirma Dejerine, de las circunvoluciones temporales 2.ª y 3.ª, sino de la primera, representando, por tanto, la vía proyectiva del foco acústico.

[¿Las bases así modificadas de la teoría de Flechsig son más sólidas? No lo creemos. He aquí una prueba]. Entre los nuevos centros de proyección incluye el *asta de Ammon*, *subículo* y una porción del *gyrus fornicatus*, provincias corticales que, según resulta de mis investigaciones, no reciben fibras olfativas directas ó de primer orden sino de segundo. Este hecho es interesante porque prueba que los órganos que se medulan á un tiempo, no corresponden siempre á la misma categoría funcional.

[Más grave aún, el principio mismo del método mielogénico no parece exacto. M. O. Vogt (3) y Sra. C. Vogt (4) sostienen, en efecto, que los centros se mielinizan precozmente

(1) *Flechsig* : Neue Untersuchungen über die Markbildung in den menschlicher Grosshirnlappen. *Neurol. Centralbl.*, 1.º nov. 1898.

(2) *Flechsig* : Weitere Mitteilungen über die entwicklungsgeschichtlichen (myelogenetischen) Felder in der menschlichen Gehirnrinde. *Neurol. Zentrabl.*, 1903 y *Verhandlungen des physiol. Kongresses*, Turin, 1901. — Einige Bemerkungen über die Untersuchungsmethoden der Grosshirnrinde. *Königl. Sächs. Gesellsch. d. Wissensch. zu Leipzig*, 11 Januar 1904.

(3) *O. Vogt* : Der Wert der myelogenetischen Felder der Grosshirnrinde. *Anat. Anzeiger*, Bd. XXIX, n.ºs 11-12, 1906. — Ueber strukturelle Hirncentra mit besonderer Berücksichtigung der strukturellen Felder des Cortex Pallii. *Verhandl. der anatom. Gesellschaft*, 20 *Versamml. in Rostock*, 1-5 Juni 1906.

(4) *Sra. Cécile Vogt* : Sur la myélinisation de l'hémisphère cérébral du chat. *C. R. de la Soc. de Biol.*, 15 janvier 1898. — Étude sur la myélinisation des hémisphères cérébraux, Paris, 1900.

Teoría de Flechsig modificada.

Objeciones.

ó tardíamente, no en razón de su función diferente, sino a causa de la abundancia más ó menos grande y del calibre más ó menos grueso de las fibras que penetran ó salen de ellos. El proceso de mielinización sucesiva no podría servir para distinguir las esferas corticales, como lo quiere Flechsig. Además, existen regiones de la corteza que, desde el punto de vista del número, calibre y de la época de la mielinización de sus fibras, son de transición entre las zonas de mielinización precoz y los centros de mielinización tardía. La existencia de estas regiones de transición disminuye la precisión del método mielogénico y obliga a controlar los resultados por métodos capaces de poner en relieve la disposición de las células y el trayecto de las fibras de mielina. Es pues imposible pensar en circunscribir netamente, con la ayuda del método mielogénico, campos ó islotes específicos corticales y aún menos en fijar el número en treinta y seis, como Flechsig lo ha hecho últimamente para el cerebro del hombre. Finalmente, el Sr. y la Sra. Vogt objetan que los primates no son los únicos mamíferos que estén en posesión de centros de mielinización tardía, es decir, de centros de asociación, en el sentido empleado por Flechsig, pues estos centros existen también con los mismos caracteres en el perro, el gato, el conejo, etc].

Acaba cuerpo menor.

Centros primitivos de proyección.

Teoría de Monakow. — Las investigaciones anatómo-patológicas de este sabio, ejecutadas de preferencia con el método de Gudden, le han conducido, en concordancia con las experiencias fisiológicas de Hitzig, Munk, Ferrier, y las anatómo-patológicas de Beavor, Langley, etc., á considerar la corteza dividida en áreas ó centros separados. Todos estos centros (táctil, visual, auditivo y olfativo, así como otros de funciones desconocidas), poseen fibras de proyección, ascendentes y descendentes, con la diferencia de que, en los unos, tales conductores, corticípetos y corticífugos, llegarían hasta la médula, y en los otros se escalonarían en los diversos ganglios del tálamo, mesocéfalo, protuberancia, etc. *Verbi gratia* : el foco visual se enlaza, á favor de fibras centrípetas y centrífugas, con el cuerpo geniculado externo ; el auditivo, con el interno ; el táctil ó sensitivo, con las zonas ventro-laterales del tálamo, etc.

Centros nuevos, sobre todo de asociación.

Pero, además de estas zonas corticales, que son, filogenéticamente, las más viejas, existirían otras más jóvenes, propias solamente de los mamíferos. En estas esferas ó campos cerebrales, que corresponden en parte á los centros de asociación de Flechsig, se irradiarían las fibras de otros focos talámicos, así como las nacidas del cerebelo, núcleos grises de la protuberancia, *substantia nigra*, núcleo rojo, etc., cuya significación fisiológica es poco conocida.

Tales focos corticales accesorios ofrecerían también fibras centrífugas y centrípetas, bien que las primeras, motrices en lato sentido, abundarían mucho más en las esferas que Flechsig llama de proyección, y singularmente en la táctil. Pero sobre todas estas fibras, dominan en el cerebro las asociativas, destinadas á enlazar entre sí las diversas provincias cerebrales.

En suma ; la doctrina de Monakow, á la que se acomoda esencialmente el parecer de Dejerine, se aproxima en muchos puntos á la de Flechsig, puesto que el neurólogo de Zurich admite más ó menos explícitamente dos órdenes de centros corticales, y afirma, que las esferas filogenéticas viejas poseen más fibras de proyección que las nuevas, correspondientes á los focos de asociación. La conciliación entre ambas doctrinas es, pues, posible, sobre todo desde que Flechsig ha reconocido la existencia de fibras proyectivas en sus focos intelectuales y ha

despojado á éstas del valor de criterio diferencial (1).

[En sus trabajos más recientes (2), Monakow aporta a la doctrina actual de las localizaciones cerebrales un cierto número de restricciones. No admite, como Flechsig, que las funciones cerebrales estén localizadas, de manera muy específica, en un punto determinado de la corteza ; pués, para él, todo acto psíquico es el resultado de la combinación de un gran número de elementos, de los que sólo algunos tienen su substrato anatómico en una región bastante precisa del manto cerebral ; en cuanto a los otros, sus substratos se encuentran esparcidos en toda la extensión del cerebro. Los elementos netamente localizados son los relacionados con la orientación en el espacio y con los movimientos ejecutados en respuesta a excitaciones sensoriales ; los elementos sin localización precisa son, de otra parte, los de la sensibilidad, de la memoria, del juicio, en una palabra de los propios actos intelectuales].

Funciones netamente y difusamente localizadas.

Nuestra conjetura. — En realidad, en el estado actual de la ciencia no es posible formular una teoría definitiva del plan arquitectónico y dinámico del cerebro. Nos faltan todavía muchos datos histológicos precisos de las regiones asociativas ó intelectuales de Flechsig, así como la determinación anatomo-fisiológica de las conexiones corticales de numerosos focos talámicos mesocefálicos y protuberanciales. Cabe, no obstante, aprovechar los materiales positivos, aunque incompletos, que actualmente poseemos, forjando con ellos una síntesis anatomo-dinámica provisoria, especie de conciliación entre los dictámenes de Monakow, Dejerine y Flechsig, en tanto que la experimentación fisiológica, la histología y la investigación anatomo-patológica, acaban de recolectar todos los datos necesarios.

Allí donde los hechos anatomo-fisiológicos exactos no han faltado, hemos recurrido, para llenar algunos vacíos, á las enseñanzas de la psicología ; pues como nota acertadamente Vogt, hoy por hoy, son más conocidos los fenómenos de la conciencia que la arquitectónica cerebral, y más eficazmente puede ayudar la ciencia del alma á la del cerebro que la del cerebro a la del alma. Ocioso es decir que no pretendemos dar á nuestras conjeturas el menor carácter dogmático ; en la ciencia, las síntesis varían con el incesante acarreo de hechos que no pudieron preverse ; y la nuestra sería muy afortunada si, al ser contrastada con las futuras adquisiciones, lograra salvar algunos de los principios en que estriba.

Nuestra teoría comprende las siguientes proposiciones : 1.^a, categoría por lo menos triple de los centros cerebrales ; 2.^a, bilateralidad de los focos de percepción y monolateralidad de los conmemorativos primarios y secundarios ; 3.^a, existencia en todos ellos de fibras de proyección centrífugas, [pero los centros de percepción reciben fibras sensoriales de los núcleos talámicos, en tanto que los centros mnemónicos reciben sus fibras de los centros de percepción de la

Bases.

(1) En el trabajo de ampliación de su doctrina (*Neurologisches Centralblatt*, 1898), hace constar Flechsig que no dió nunca gran importancia, para la diferenciación anatómica de sus dos gerarquías de centros, á las fibras radiantes, habiendo llegado hasta á conjeturar que hasta las asociativas podrían estar provistas de colateral descendentes para los focos inferiores.

(2) *Monakow* : Ueber den gegenwärtigen Stand der Frage nach der Lokalisation im Grosshirn. *Ergebnisse der Physiol., III^{er} Jahrgang, II^{er} Abteil.* Wiesbaden, 1904. — Neue Gesichtspunkte in der Frage nach Lokalisation im Grosshirn. *I Versamml. der schweiz. neurol. Gesellsch.*, in Bern, 13-14 März 1908.

corteza] ; 4.^a, [existen vías de asociación entre los centros de percepción y los centros mnemónicos, así como entre todos estos últimos centros] ; 5.^a postulados fisiológicos, [psicológicos] y teleológicos.

Centros perceptores y centros de memoria de 1º y 2º orden.

1.º EXISTENCIA DE TRES ÓRDENES DE CENTROS CORTICALES. — Que la substancia gris cortical contiene esferas de gerarquía dinámica diversa, persuádenlo numerosos hechos y razones, algunos invocados ya por Flechsig, á saber :

a) La ciencia registra infinidad de casos clínicos en los cuales la lesión exclusiva de una esfera de percepción (centro visual, auditivo, táctil, etc.) suprime durante la vida la percepción correspondiente, pero no los recuerdos y las ideas afines.

b) Conócense igualmente casos de lesión de circunvoluciones inmediatas á los centros visual y auditivo, que no produjeron cegueras ni sorderas mentales, sino debilidad de la memoria y paralización de la función del reconocimiento de los objetos. Recuérdese, por ejemplo, los casos relatados por Wilbrand, en los cuales la lesión de las circunvoluciones occipitales externas del hombre se acompañó tan sólo de la perturbación de la memoria visual y de la facultad del reconocimiento. Análogos fenómenos se observan en el perro, según Gómez Ocaña y otros, cuando se extirpa parte del lóbulo parietal.

c) Los tres centros del lenguaje llamados respectivamente : *centro de las imágenes motrices de la articulación* (circunvolución de Broca), *centro de las imágenes auditivas de las palabras* (porción posterior de la primera circunvolución temporal) y *centro de las imágenes visuales de los signos del lenguaje* (pliegue encorvado), no son esferas de percepción, sino de recuerdo y reconocimiento de imágenes. Según es bien sabido, el sujeto que por lesiones de cualquiera de esos centros ha perdido el recuerdo de las representaciones motrices acústicas ó visuales de las palabras, no es sordo, ni ciego, ni paralítico ; carece únicamente de la inteligencia de la percepción verbal ; las palabras representan para él objetos completamente nuevos que debe aprender como un niño. Esto prueba, pues, que existen focos conmemorativos de tres especies, visual, acústico y sensitivo-motor completamente separados de los centros perceptivos correspondientes.

[d)] La investigación histológica viene también en apoyo de esta distinción, pues nos enseña que la corteza de percepción posee una textura específica diversa de la corteza conmemorativa. Esta textura, que según hemos visto varía notablemente en cada esfera perceptiva, muy probablemente varía también en cada esfera conmemorativa. Un indicio de ello hallámoslo en el asta de Ammon, foco conmemorativo secundario de la olfacción, cuya estructura difiere, no sólo de la de las regiones perceptivas olfatorias, sino de todas las demás esferas conmemorativas corticales.

[e)] La percepción, en tanto que copia del mundo exterior, difiere extraordinariamente del recuerdo simple, no siendo de presumir que un mismo órgano realice dos actos tan disimilares. En efecto, la representación indirecta ó recuerdo no es una copia atenuada de la percepción, sino un acontecimiento mental nuevo (como dice Wundt), influido y alterado por la voluntad, el estado emocional, las sensaciones é ideas precedentes, etc. ; la imagen evocada se nos aparece vaga, fragmentaria, con simplificaciones y lagunas que le prestan un carácter esquemático y sintético, algo semejante á esas fotografías llamadas *compuestas* ó de

familias. Además, el recuerdo suele ser un acto voluntario precedido de esfuerzo revelador, entraña carácter menos individual que genérico (copia en realidad una serie cronológica de impresiones del mismo objeto) y va unido á una sensación de intimidad, de consubstanciabilidad con el sujeto (el *yo*) de que carece enteramente la percepción (*no yo* de los filósofos), que se nos presenta siempre como algo fatal, extraño á nosotros é independiente de nuestra volición (fig. 989).

[f)] En fin, *a priori*, parece poco verosímil que la naturaleza, tan fiel cumplidora de la división del trabajo, abandone este principio en el órgano más diferenciado y perfecto, encomendando actividades tan diversas como la percepción y el recuerdo, á una misma pléyade neuronal.

Centros conmemorativos primarios y secundarios. — Los centros conmemorativos son probablemente de dos categorías: *focos primarios*, donde se depositan los resíduos de la percepción de los objetos y donde tiene lugar el reconocimiento de las nuevas imágenes, y verosímilmente también las operaciones intelectuales y volitivas más sencillas (identificación, diferenciación, deseo, etc.) ; y *focos secundarios*, donde se depositan los resíduos de resíduos, ó sean las imágenes combinadas, que ya no son copia meramente simplificada de un objeto exterior, sino síntesis de elementos pertenecientes á diversas imágenes conmemorativas primarias. Estas nuevas representaciones, correspondientes á las ideas de los filósofos, han perdido casi enteramente su carácter proyectivo y espacial, presentándose, por esto mismo, como desasidas de la realidad exterior y como si fueran el producto puro de la actividad del *yo*. Dentro de tales centros, ó acaso en otros de carácter aún más elevado (centros conmemorativos terciarios?) se depositaría también el fruto de la imaginación constructiva científica y las creaciones de la fantasía literaria, es decir, todas esas formaciones ideales complejas y sistemáticas edificadas á impulso de la reflexión, del estudio y de la experiencia (fig. 989, *Co*²).

Las razones que sugieren esta dualidad de esferas conmemorativas son :

1.^a Se conocen diversos hechos de observación anatómica y clínica, que implican diferencias y categorías dinámicas en las esferas de asociación de Flechsig. Por ejemplo, este sabio hace notar que cada esfera intelectual ó asociativa comprende áreas de valor anatómico diferente : las *intermediarias*, situadas en la proximidad de los focos de percepción y cuyo desarrollo se efectúa relativamente pronto ; y las *esferas terminales*, las más atrasadas de todas y propias no más del hombre y primates. Las primeras podrían corresponder muy bien á los focos conmemorativos primarios, y las segundas, de evolución tardía, á los secundarios.

2.^a Dejerine menciona casos de afasia en los cuales los centros del lenguaje (focos conmemorativos de primer orden) han sido destruídos sin que por ello hayan sido abolidas las ideas. Obligado el enfermo á pensar, piensa, no con imágenes de palabras, sino con ideas complejas, diferentemente de lo que sucede con los afásicos por lesión de conductores subcorticales ó asociativos, que piensan con los símbolos del lenguaje. Esto prueba que las ideas residen en lugares cerebrales diferentes que los centros conmemorativos simples verbales.

3.^a Nuestros estudios anatómicos sobre los centros olfativos (roedores y carnívoros), prueban que la esfera cerebral destinada á la recepción de las impresiones odoríferas es triple, resolviéndose en los siguientes centros escalonados desde la

Centros de memoria primarios y secundarios.

Razones de la existencia de estos dos órdenes de centros mnemónicos.

periferia al centro : 1.º, *corteza esfenoidal inferior* ó centro olfativo de percepción (recibe fibras de la raíz externa olfativa) ; 2.º, *corteza esfenoidal superior* y *presubiculo* (recibe fibras olfativas nacidas del foco de percepción) ; 3.º, *asta de Ammon* y *fascia dentata* (recibe fibras de la corteza esfenoidal superior). Con arreglo á la teoría de Flechsig, estas dos últimas categorías corticales representan centros de asociación ; mas no son en un todo asimilables, toda vez que la corteza esfenoidal superior absorbe las excitaciones odoríferas, después de pasar por un solo centro cortical ; mientras que el asta de Ammon las recolecta, después de sufrir la acción de dos centros grises escalonados. Ahora bien ; estas dos esferas olfativas superiores, ¿no es lógico pensar que representan, respectivamente, los centros conmemorativos odoríferos, primarios y secundarios? Y semejante disposición, ¿no podría constituir quizá la clave de la organización del resto de la corteza?

4.ª En fin, puesto que existen centros para la percepción ó imagen inmediata, y para la representación de esta percepción, natural es suponerlos también, de acuerdo con el principio de la división del trabajo, para las ideas ó representaciones sensoriales combinadas.

Concepto de la organización cerebral en los mamíferos girencefalos y vertebrados inferiores. — Las investigaciones de Edinger, de mi hermano y nuestras, demuestran que en los pequeños mamíferos, así como en las aves, reptiles y batracios, existen muy verosíblemente, al lado de focos perceptivos, otros derivados que corresponden probablemente á los conmemorativos humanos. Estas esferas accesorias pertenecen, en los batracios y reptiles, casi exclusivamente al sistema olfatorio ; pero en las aves y mamíferos, cuyo cerebro posee ya núcleos perceptivos visuales y acústicos, abarcan quizás los cuatro sentidos principales. El desarrollo notable del asta de Ammon y de otros focos subordinados de la esfera olfativa en los mamíferos girencefalos, hace también verosímil la opinión de que, por lo menos en uno ó dos órdenes sensoriales (olfativo y acaso visual), los centros conmemorativos secundarios han hecho ya su aparición, aunque reducidos á proporciones restringidas. Las fibras por las cuales se propagarían los residuos sensoriales desde los centros perceptivos á los conmemorativos, son verosíblemente colaterales largas ó ramas de bifurcación de axones proyectivos. En la fig. 990, F, G, mostramos esquemáticamente esta disposición para dos centros conmemorativos hipotéticos de los roedores (visual y olfativo).

En consecuencia, la doctrina de Flechsig por la cual se priva á los mamíferos girencefalos y vertebrados inferiores de centros de asociación, nos parece inadmisibles. A nuestro juicio, la evolución de los centros sensoriales del cerebro en la escala animal no se da en toda la corteza por escalones ó etapas paralelas, sino por avances continuos, pero desiguales, de aquellas esferas sensoriales cuya actividad es la más conveniente para la satisfacción de las necesidades de la lucha por la vida. Con lo cual queremos decir que en aquellos animales cuyo sentido dominante es, por ejemplo, el olfativo, el cerebro compite si no supera al del hombre en organización, mostrando las mismas especies jerárquicas de focos odoríferos que en éste ; aunque, por lo que toca á otras especialidades sensoriales resulte muy inferior, quedando reducido á los focos perceptores y á algunas pocas y exiguas áreas conmemorativas primarias.

Los centros de memoria en los vertebrados distintos del hombre.

[2.º] LOS CENTROS PERCEPTIVOS SON SIMÉTRICOS Y BILATERALES, MIENTRAS QUE LOS CONMEMORATIVOS PRIMARIOS Y SECUNDARIOS SON MONOLATERALES (1). — Cuantos centros conmemorativos se conocen (el de las imágenes motrices de las palabras, el de la ceguera verbal, el de la agrafia, el de la sordera verbal, etc.), son monolaterales, residiendo, en los individuos derechos, en el hemisferio izquierdo, y en los zurdos en el derecho. Como los tres citados focos corresponden á tres categorías sensoriales muy diversas, cuales son, las táctiles, las visuales y las acústicas, es sumamente probable que ocurra lo mismo con todas las demás. En efecto, muy extraño sería que la imagen visual y auditiva de una letra ó de una palabra, residiera íntegramente en un hemisferio y la imagen de un sonido musical ó de una figura geométrica, radique en áreas simétricas de ambos cerebros. Así que tenemos por muy aceptable que los centros conmemorativos de un lado, aun cuando homólogos con los del opuesto en cuanto á la función general desempeñada, no albergan las mismas representaciones. De este modo, la proyección visual, por ejemplo, repartida como percepción en ambos hemisferios (las dos fisuras calcarinas), se polariza ó monolateraliza al transformarse en recuerdo, aminorando su carácter proyectivo y espacial, que se pierde enteramente en los territorios de las ideas ó imágenes combinadas. Semejante disposición aporta dos ventajas económicas : aumento de la capacidad cerebral, toda vez que cada hemisferio conserva recuerdos diferentes ; y reunión en territorios próximos de un lado de aquellas adquisiciones de orden sensorial diferente (visuales, acústicas, táctiles, etc.), que, por referirse á un mismo objeto exterior, deben ser asociados continuamente en la palabra y el pensamiento, y exigen, por consecuencia, vías de enlace breves y vigorosas.

Monolateralidad de los centros de memoria.

Necesidad del cuerpo calloso. — La proposición precedente justifica, en nuestro sentir, la existencia del cuerpo calloso. En efecto, siendo bilateral el asiento de la imagen perceptiva y monolateral el área donde se conservara los residuos íntegros de la misma, resulta de toda necesidad la presencia de dos especies de fibras de asociación ó al menos de dos órdenes de colaterales : *asociativas directas*, que conduzcan la mitad homolateral de la imagen al foco representativo ; y *asociativas comisurales ó callosas* que transmitan á este mismo centro la parte de imagen proyectada en el foco receptor del otro hemisferio. En la fig. 989, VI y Co¹, donde dibujamos esquemáticamente las dos imágenes, directa ó perceptiva é indirecta ó conmemorativa, creemos justificar la comisura callosa y el haz perceptivo-conmemorativo homolateral.

Necesidad del cuerpo calloso.

Por lo demás, la presencia de fibras callosas en los focos de percepción, es un hecho de observación positiva. Sobre que los anatomo-patólogos han comprobado muchas veces degeneraciones del rodete del cuerpo calloso del hombre, consecutivas á lesiones de la fisura calcarina y áreas vecinas, nosotros hemos tenido ocasión de sorprender la salida de fibras callosas (ratón, conejo) en dos centros de proyección : el visual y el sensitivo-motor (fig. 990, A). En cuanto á los centros olfativos de percepción (corteza esfenoïdal, etc.), poseen, según es

(1) Este postulado implicado en los resultados de las investigaciones clínicas, ha sido aceptado recientemente por Tanzi, quien le ha aplicado muy ingeniosamente á la explicación de las alucinaciones. Véase *E. Tanzi. Una teoría dell'allucinazione. Riv. de patol. nerv. e mentale. Vol. VI, fasc. 12, 1901*

notorio, una robusta comisura : la comisura anterior (1).

Los focos conmemorativos primarios ó de las imágenes concretas, residen en la vecindad de los de percepción. — Esta aseercción resulta probable por las reflexiones siguientes :

Vecindad de los centros mnemónicos primarios y de los centros de percepción correspondientes.

a) Los centros conmemorativos hasta hoy conocidos en el hombre (centro motor del lenguaje articulado, centro de las imágenes visuales de las palabras, centro de las imágenes auditivas de éstas), residen en la proximidad del centro sensorial correspondiente.

b) Diversos autores han localizado, en virtud de observaciones clínicas, el centro de los recuerdos visuales en la corteza occipital externa, es decir, en la inmediación del centro perceptivo visual.

c) En la esfera olfativa, según dejamos consignado, el foco verosímilmente conmemorativo primario ó corteza esfenoidal superior, yace cerca y á continuación del centro perceptivo.

Asiento y relaciones probables de los centros mnemónicos secundarios.

Aunque carecemos de datos sobre los lugares ocupados por las imágenes secundarias, de presumir es que sean también monolaterales. Mas formándose éstas de elementos conmemorativos primarios esparcidos por toda la corteza, parece asimismo muy probable que las áreas cerebrales que las contienen, mantengan relaciones con todos los focos conmemorativos secundarios de ambos lados, á beneficio, tanto de fibras asociativas homolaterales como contralaterales ó callosas. El carácter todavía hipotético de estos focos, nos obliga á no entrar aquí en otras consideraciones.

[3.º] LOS FOCOS CONMEMORATIVOS, ASÍ COMO LOS PERCEPTIVOS, POSEEN FIBRAS DE PROYECCION, [PERO SUS FIBRAS AFERENTES SON CORTICALES PARA LOS UNOS Y TALÁMICAS PARA LOS OTROS]. — Este es un hecho demostrado por las investigaciones concordantes de la clínica, de la experimentación patológica y de la anatomía normal, y afirmado modernamente hasta por el mismo Flechsig, bien que con la salvedad de que el caudal de dichos conductores es grande en los núcleos de percepción y exíguo en los de asociación (fig. 989, c).

Pruebas.

Por nuestra parte, podemos añadir á las observaciones concordantes de Dejerine, Monakow, Siemerling, Vogt, etc., realizadas en el hombre y mamíferos girencéfalos, estas dos, recaídas en los roedores.

[a)] En el conejo, cavia y ratón, todas las regiones corticales sin excepción, emiten fibras descendentes que atraviesan el cuerpo estriado y llegan hasta la médula ó se detienen en los focos talámicos, meso-cefálicos, pontales, etc. En algunos casos, tales fibras de proyección, según dijimos anteriormente, representan ramas de bifurcación de tubos asociativos.

[b)] Hasta las esferas cerebrales evidentemente asociativas ó conmemorativas (en el sentido de no recibir fibras sensoriales directas) cuales son : la corteza interhemisférica y el asta de Ammon, ofrecen vías motrices (*fornix longus* de Forel, y *columnas anteriores* del fornix).

(1) Puesto que los centros conmemorativos primarios principales parecen residir en el cerebro izquierdo, es de presumir que la diferenciación mnemónica é ideográfica, se inicie por dicho hemisferio, pasando más adelante al derecho, donde podrían subsistir, durante la juventud, reservas territoriales destinadas á ulteriores adquisiciones. En los zurdos la diferenciación de las esferas conmemorativas marcharía al revés.

Las fibras de proyección son de tres especies : 1.^a, *descendentes motrices*, es decir, destinadas á los núcleos motores de la médula ó á focos motores intermedios del tálamo, cerebro medio, bulbo, etc. ; 2.^a, *descendentes sensoriales* (fig. 991, *a*), terminadas en los focos sensoriales talámicos (centro sensitivo, olfativo, cuerpos geniculados interno y externo, etcétera) ; 3.^a, *ascendentes sensoriales* ó fibras talamo-corticales que enlazan los centros sensoriales del tálamo y cerebro medio con la corteza cerebral (fig. 991, *b*).

Diferencias de los focos perceptivos y conmemorativos con relación á sus fibras radiantes ó proyectivas. — Es muy posible que ambas categorías de centros posean fibras aferentes y eferentes específicas ; pero en el estado actual de la ciencia, la característica anatómica segura versa únicamente sobre las fibras aferentes ó ascendentes.

En efecto, según creemos haber probado nosotros en los roedores (1), la diferencia estriba en que los focos perceptivos ó de proyección reciben fibras sensoriales nacidas en las estaciones talámicas de igual categoría ; mientras que los de asociación ó conmemorativos carecen de ellas, siendo reemplazadas por conductores senso-conmemorativos, es decir, brotados de los centros de percepción (fig. 989, *g, h*).

Como verosímiles, mas no probadas, reputamos estas proposiciones referentes á las fibras de proyección descendente : *a*) Los focos de percepción se enlazan con los centros sensoriales talámicos, mediante conductores sensoriales descendentes (fibras de la atención expectante, como las hemos calificado en otro lugar). Tales conexiones faltarían en los centros conmemorativos. *b*) Habría dos clases de fibras motrices ; las *largas* ó *directas* (vía piramidal y similares), destinadas á unir los focos corticales perceptivos con los focos motores periféricos (acaso por intermedio de alguna neurona funicular, medular ó bulbar) ; y las *cortas* é *indirectas*, brotadas de los centros conmemorativos y terminadas en los ganglios motores intermediarios del tálamo, cerebro medio y protuberancia, cuyas neuronas transmitirían en definitiva el impulso cerebral á los núcleos motores periféricos. Las primeras vías cortico-motrices tendrían carácter reflejo ; las segundas representarían los caminos del movimiento voluntario y de los fenómenos emocionales ; serían, en fin, el brazo de nuestras ideas y de nuestras voliciones deliberadas.

Como ejemplos de estas dos especies de vías motrices citaremos : la *vía piramidal* nacida de la corteza sensorial táctil ; y las *columnas anteriores del fornix*, corriente proyectiva del asta de Ammon (centro conmemorativo secundario), cuyas fibras se enlazan con diversos focos inferiores (*septum lucidum*, pequeño núcleo de la estría talámica, cuerpos mamilares, etc., etc.).

Entre ambas clases de vías motrices, existirían transiciones, es decir, que algunas fibras motrices, directas ó largas, emitirían también colaterales para los focos motores hipotalámicos y protuberancias. Semejantes conductores mixtos, sumamente desarrollados en los roedores y mucho menos en el hombre (recuérdese el establecimiento en éste de vías cortico protuberanciales individuales, distintas de la vía colateral pontal de los roedores, etc.), vendría á ser la primera fase de la diferenciación anatómica y funcional de las vías motrices corticales.

(1) S. R. Cajal : La corteza motriz. *Rev. trim. microg.*, tomo IV, 1899.

Las tres especies de fibras de proyección.

Diferencias de los centros de percepción y de memoria relativos a sus fibras.

Vías cortico-motrices cortas, largas y mixtas.

[4.º] VÍAS ASOCIATIVAS SENSORIO-CONMEMORATIVAS É INTERCONMEMORATIVAS. — Entre los centros de percepción ó sensación y los asociativos ó conmemorativos, ha supuesto Flechsig dos clases de fibras asociativas : las centrípetas y centrífugas. Merced á las primeras, de que ya hemos hablado en párrafos anteriores (fig. 989, g, h), los residuos visuales, auditivos, serían transmitidos desde los centros de percepción á los conmemorativos ; á favor de las segundas las esferas intelectuales serían capaces de obrar, excitando, atendiendo ó inhibiendo la actividad de las esferas perceptoras.

*Vías percepto-
mnemónicas y
mneo-percepti-
vas de Flechsig.*

*Aplicación :
1º a las aluci-
naciones (Tan-
zi) ;*

Tanzi, que acepta la existencia de ambas clases de conductores, explica por la existencia de las segundas, ó fibras mneoperceptivas, los fenómenos alucinatorios (1). Si las alucinaciones resultasen de la actividad morbosa de los centros perceptivos (por ejemplo, del centro visual), la imagen proyectada sería hemianópsica en la inmensa mayoría de los casos, pues no es de presumir que el excitante químico (toxinas en las fiebres infecciosas, alcohol en el alcoholismo), obrara á la vez y de un modo simétrico en ambos hemisferios. La representación exteriorizada sufriría una especie de regresión, corriéndose por las fibras mneoperceptivas al centro perceptivo (visual, auditivo, etc.), y reproduciéndose nuevamente la sensación con sus dos atributos esenciales : la proyección ó exteriorización y la creencia, en esta ocasión ilusoria, de ser causada por un objeto actual situado fuera de nosotros.

2º a los sueños.

En nuestro sentir, del mismo modo podría explicarse la alucinación de los sueños, cuyas imágenes tienen todo el relieve, energía y colorido de la percepción (2).

*Vías inter-mne-
mónicas.*

Pero, además de estas vías perceptivo-conmemorativas, las leyes de la asociación psicológica nos obligan á admitir la existencia de fibras de unión entre los diversos centros conmemorativos. Estas fibras deben ser de dos categorías : a) *conductores interconmemorativos secundarios*, destinados á la asociación de las ideas ó representaciones combinadas ; b) *conductores inter-mnemónicos primario-secundarios*, que sirven para enlazar las esferas conmemorativas pri-

(1) *Tanzi* : Una teoria dell' allucinazione. *Riv. de Patol. nerv. e mentale*, VI, fasc. 12, 1901.

(2) Experiencias hipnóticas y auto-observaciones, en cuyo detalle no podemos entrar aquí, nos han persuadido de que en los ensueños (descargas de los centros conmemorativos secundarios y terciarios no fatigados por el trabajo del día), las representaciones visuales poseen un perfecto relieve y un color exacto, aunque algo pálido, por comparación, con la sensación. El que sueña, cualquiera que sea su posición, percibe los objetos en el espacio como si estuviera despierto, es decir, en la prolongación de los ejes visuales ; indicio claro de que entran en juego, por una suerte de acción retrógrada, los centros perceptivos, aun cuando la construcción imaginativa se verifique en las esferas conmemorativas. Si en vez de las dos clases de conductores mencionados, se admiten solamente los centrípetos ó sensorio-conmemorativos, el proceso alucinatorio, conforme también insinúa Tanzi, se explicaría en este caso suponiendo la inversión de la ley de la polarización dinámica. Por lo demás, en el ensueño, el fenómeno alucinatorio no resultaría de una excitación química por causa exterior, sino de la mera sobrecarga de energía de todos aquellos territorios ideográficos asociados á favor de vías antiguamente desarrolladas, y por tanto, muy robustas, territorios que permanecieron mucho tiempo inactivos. Por esta razón rara vez dan pábulo al ensueño los acontecimientos y preocupaciones de la labor diaria, en tanto que son frecuentísimas las evocaciones de escenas y emociones de la niñez y adolescencia, localizadas en centros no fatigados por lo desusado de la recordación. Cuanto á la incongruencia del ensueño, resultaría del hecho mismo de no participar en la formación de la síntesis plástica ó imaginativa, los focos conmemorativos fatigados, y señaladamente los que colaboran en la labor crítica.

marias con las ideales ó secundarias. Ambos sistemas asociativos contendrían tubos homolaterales y contralaterales.

*Comienza
cuerpo menor.*

Las hipótesis precedentes, que parecen implicar la ocupación total de la corteza por centros perceptivos ó conmemorativos de gerarquía diversa, sugieren esta importante cuestión. Además de dichas esferas, ¿no poseería también el cerebro humano centros intelectuales, esferas superiores donde se reflejaría la conciencia del yo y donde residirían la suprema facultad crítica y la actividad de la atención y asociación? Difícil es contestar á esta pregunta, y más difícil aún no caer en conjeturas arriesgadas, condenadas indefectiblemente á rectificación y abandono [(1)]. Y, sin embargo, al meditar sobre tan profundo arcano, no somos dueños de reprimir este pensamiento. En nuestro sentir, pretender localizar la conciencia del yo, así como la actividad intelectual, la volición, etc., en órganos especiales, es perseguir una quimera. La operación intelectual no es el fruto de la actividad de un centro privilegiado, sino el resultado de la acción combinada de un gran número de esferas conmemorativas primarias y secundarias. Estimada en su faz puramente orgánica, la reacción intelectual consiste en la creación de una conexión dinámica entre dos imágenes poco ó nada relacionadas ; mientras que mirada por su faz subjetiva, se traduce por la creencia (formulada ó no por símbolos del lenguaje), de que el nexa dinámico establecido en el cerebro, corresponde positivamente á una relación de sucesión, de coexistencia ó de inherencia entre dos ó más fenómenos del mundo exterior. La atención, así como el sentimiento y la conciencia, representan procesos dinámicos colaterales, y en cierto modo accesorios, de la citada relación, puesto que tanto en los animales como en el hombre, se dan numerosas reacciones reflejas, perfectamente congruentes y dirigidas á un fin, y no acompañadas de tales epifenómenos.

Con lo cual no pretendemos identificar el acto reflejo ni el instinto con el proceso intelectual. Aquellos representan reacciones constantes, generalmente inmediatas, cuyo cumplimiento no exige esfuerzos volitivos de acomodación ; en tanto que los procesos intelectuales representan reacciones mediatas, casi específicas para cada persona, y acompañadas de la conciencia de un esfuerzo, de algo así como la sensación de una actividad motriz destinada á anudar y seriar cadenas de neuronas débilmente asociadas.

El carácter consciente ó inconsciente de la actividad cerebral acaso dependa, como quieren algunos, del mayor ó menor gasto de fuerza viva que requiere la circulación de la onda nerviosa á través de las series neuronales, según que las vías son amplias y trilladas, ó imperfectas y poco cursadas.

*Acaba cuer-
po menor.*

(1) Siguiendo a Hitzig, Ferrier y otros fisiólogos, Flechsig ha situado las actividades psíquicas superiores en el lóbulo frontal, es decir, en la *esfera de asociación anterior de la corteza cerebral del hombre* ; en esta región residiría, según él, el punto de partida de los actos de volición así como la facultad de registrar y de asociar todas las impresiones. Nos parece verdaderamente difícil admitir que procesos tan complejos como la memoria de la personalidad y los actos voluntarios puedan estar localizados en un punto determinado del cerebro. Pero hay más, numerosos hechos hablan en contra de esta localización, sobre todo contra la que supone Flechsig. De una parte, la corteza prefrontal posee una estructura casi idéntica a la de las regiones parietal y temporal ; de otra parte, según la observación de Monakow, las circunvoluciones frontales están muy desarrolladas en los ungulados, que no son, sin embargo, los animales más inteligentes ; por fin, es bastante raro que se manifiesten perturbaciones intelectuales en individuos cuando los dos lóbulos frontales padecen lesiones considerables, etc.

A este propósito, recomendamos muy especialmente la lectura de la excelente crítica hecha por Monakow contra la teoría frontal del cerebro en su memoria titulada : Ueber den gegenwärtigen Stand der Frage nach der Lokalisation im Grosshirn. *Ergebn. d. Physiol.*, III Jahrg., II Abteil. Wiesbaden, 1904.

Ausencia de localización de los fenómenos psíquicos superiores ; su posible mecanismo.

[5.º] POSTULADOS FISIOLÓGICOS SIMPLICADOS POR LA ORGANIZACIÓN DE LOS CENTROS Y VÍAS CEREBRALES. — En nuestro estudio de la forma de la proyección visiva mental y de los entrecruzamientos del nervio óptico y otras vías (1), hemos tratado de demostrar la incomprensibilidad, bajo el aspecto utilitario, del plan arquitectónico del cerebro, si no damos por sentado que la naturaleza, al organizar los centros psíquicos, ha obedecido á estos principios : unidad de percepción ; proyección congruente y continua en la corteza de las superficies periféricas, retiniana y táctil; ahorro de espacio y protoplasma conductor.

Esfera visual.

[a)] *Unidad de percepción espacial y tonal.* — Examinando la forma de la proyección retiniana en el cerebro, según resulta de las investigaciones de los clínicos y de las disposiciones bien conocidas del quiasma óptico, se echa de ver que las radiaciones nacidas en puntos idénticos de ambas retinas, convergen en el cerebro en un sólo grupo de pirámides isodinámicas (véase la fig. 688, Rv).

La unidad de la retina cerebral parece no tener otro objeto que sustituir la dualidad de impresión periférica por la unidad de percepción central. Tan es así, que desde el momento en que se desvían los ejes oculares de la posición de convergencia, la sensación visual se duplica, á causa de que los puntos idénticos retinianos corresponden ahora, no á una, sino á dos pléyades de pirámides isodinámicas.

Esfera táctil.

Más sencillamente se consigue la unidad de percepción en la esfera sensitiva cerebral. Puesto que cada mitad de la superficie impresionante táctil (y de sensibilidad de los músculos, tendones, etc.), mira á un lado del espacio, y las vías centrales con ella relacionadas son exclusivamente contralaterales, la unidad de percepción resultará de que todo conductor aferente sensitivo aporta un signo espacial específico y se halla, en relación constante con un sólo grupo isodinámico de pirámides.

Esferas auditiva y olfativa.

En los centros no espaciales, como el acústico y el olfativo, la naturaleza no ha tenido necesidad de someterse, para obtener la unidad de sensación, á la citada exigencia. Siendo las sensaciones acústicas y olfativas meramente cualitativas ó tonales, importaba poco que la impresión de una misma ondulación tuviera lugar en ambos hemisferios. Hasta en el aparato visual se hace imposible la duplicación de percepciones cuando se despoja á la impresión periférica, por un artificio cualquiera, de su carácter analítico y espacial (2).

Anatómicamente la unidad de impresión acústica y olfativa, podría comprenderse, no obstante la proyección en ambos hemisferios de la misma impresión cualitativa, suponiendo que la pléyade isodinámica está repartida en los dos cerebros, y que toda fibra sensorial aferente se bifurca suministrando : una rama directa destinada á la mitad homolateral de dicha pléyade, y otra cruzada (comisura

(1) *S. R. Cajal* : Estructura del quiasma óptico y teoría general de los entrecruzamientos de las vías nerviosas. Rev. trim. microgr., t. III, 1898.

(2) Por ejemplo, si miramos al cielo azul desviando los ejes oculares no habrá dualidad perceptiva porque habremos suprimido la línea y las sombras que nos dan el valor espacial, quedando solamente la cualidad ó tono igual para ambos ojos (mancha azul uniforme).

anterior, etc.), consagrada á la mitad contralateral (1).

Este concepto nos explica una propiedad muy interesante de la comisura anterior, á saber : que esta vía transversal reúne áreas homodinámicas de ambas esferas olfativas, á diferencia del cuerpo calloso, que junta, según hemos consignado y aparece en la fig. 990, A, áreas heterodinámicas de los dos hemisferios. Por donde se infiere que dichas comisuras no son homólogas, toda vez que el cuerpo calloso contiene muy principalmente conductores cruzados de sentidos espaciales (vista, y tacto), mientras que la comisura anterior encierra fibras cruzadas de los sentidos meramente cualitativos (oído y olfato).

Dedúcese de lo expuesto, que la naturaleza, para el logro de la unidad de percepción, procede diversamente, según que la [impresión] periférica posea carácter espacial ó meramente cualitativo. En el primer caso, cada fibra sensorial conductora de un signo espacial peculiar, se termina en un sólo lado del cerebro ; en el segundo, las fibras bilaterales conductoras de la misma cualidad, se terminan en los dos hemisferios, con lo que además de acrecerse la intensidad perceptiva, lógrase establecer más cómoda y económicamente vías asociativas entre los centros acústicos y las esferas conmemorativas visuales.

[b)] *Simetría concéntrica.* — Este principio, implicado por los resultados de los estudios fisiológicos y clínicos sobre la situación relativa de las esferas perceptivas de la corteza, puede enunciarse así : las superficies sensibles periféricas de significación espacial (retina y piel), proyéctanse congruentemente en los centros perceptivos del cerebro, de tal modo que cada hemisferio simboliza á la vez una mitad lateral del espacio y de la superficie impresionante. Mas por virtud del cruce de los nervios ópticos y de la decusación adaptativa de las vías centrales táctiles y acústicas, el hemisferio derecho representa el espacio izquierdo y al revés.

Semejante disposición entraña un postulado, ya enunciado en otro capítulo, á saber : que la correcta percepción del espacio visivo y táctil exigen una proyección cerebral, continua y regular (es decir, con mantenimiento de las mismas relaciones de espacio) de la superficie sensible periférica. Por consiguiente, la destrucción central ó periférica de un grupo isodinámico de neuronas, así como el desarreglo ó transtrueque de las mismas, produciría necesaria y respectivamente un vacío perceptivo y un desorden de referencia espacial. (Recuérdense los casos de escotoma citados por Wilbrand y Henschen, y consecutivos á lesiones parciales de la fisura calcarina y vías aferentes visivas).

Pero no es esto sólo. Es preciso admitir que idéntico arreglo proyectivo, con subsistencia del signo espacial de los correspondientes grupos isodinámicos, existe también en los focos conmemorativos visuales y táctiles, ya que los re-

(1) Discurrimos aquí en la suposición de que, conforme parece resultar de las experiencias de los fisiólogos y de los hechos clínicos, los dos centros perceptivos acústicos y olfativos posean exactamente el mismo valor fisiológico. Es claro que si, por el contrario, se probara que en cada hemisferio se terminan fibras sensoriales cualitativamente diferentes, habría necesidad de imaginar una especie de quiasma con fibras cruzadas y directas, mediante las cuales cada grupo isodinámico monolateral entrara en conexión con las células receptoras equivalentes de los dos caracoles y de ambas fosas olfativas. Esta conjetura nos parece mucho menos que la anterior, la cual se apoya, por lo menos en lo relativo al aparato olfativo, en hecho anatómicos bien observados.

Variabilidad del mecanismo de la unidad de percepción según la naturaleza de la impresión.

cuerdos ópticos y sensitivos se nos presentan como imágenes congruentes y extensas dibujadas sobre el espacio y á menudo exteriorizables (ensueños, alucinaciones) (1).

[c] *Ahorro de espacio y protoplasma.* — Por este principio se justifican numerosas disposiciones anatómicas, á saber : la posición periférica de la substancia gris ; la plegadura de la misma (ahorro de espacio y de trayecto de fibras nerviosas) ; la proximidad de los focos que tienen entre sí poderosas é íntimas relaciones dinámicas (recuérdese, v. gr., la vecindad de los tres centros del lenguaje) ; el establecimiento de las comisuras en los puntos de más corta distancia transversal ; la inmediación de los focos conmemorativos primarios á los perceptivos, etc. Por economía de conductores se entrecruzaron las vías sensitivas y acústicas, una vez creada la decusación fundamental del nervio óptico, pues sobre ser necesaria la concordancia homolateral de los signos espaciales de las percepciones visuales, táctiles, musculares y tendinosas, la reunión en parajes inmediatos de un mismo hemisferio de todos los focos correspondientes al mismo lado del espacio, economiza protoplasma y trayecto supérfluo en las vías asociativas.

CONJETURAS HISTOLÓGICAS SOBRE EL MECANISMO DEL SUEÑO, ASOCIACIÓN, FATIGA, MEMORIA, OLVIDO, ADAPTACIÓN FUNCIONAL, COMPENSACIÓN, ETC.

Dejamos consignado ya que una doctrina topo-fisiológica del cerebro por excelente que sea, si es susceptible de allegar datos importantes para el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades nerviosas, nos deja en la obscuridad más completa respecto del conocimiento del mecanismo íntimo de los actos mentales. La determinación de la serie de procesos moleculares de que las neuronas son asiento durante la actividad intelectual, exige como cuestión previa una histología cabal y completa de los focos y vías cerebrales, así como ideas precisas sobre esos cambios de conexión ó conmutaciones extremadamente complejas que deben preceder á cada variación dinámica, asociativa, emocional ó motriz. Así y todo, no alcanzaremos aún la explicación mecánica, de las operaciones mentales, si la fisiología, ahondando en el análisis del metabolismo nutritivo de las células, no nos revela cuál es la naturaleza de la onda nerviosa, las transformaciones energéticas sobrevenidas durante la génesis y propagación de ésta, así como durante la producción de los fenómenos concomitantes de la percepción y de la idea, á saber : la emoción, la conciencia y la volición.

Este ideal está todavía muy lejano. Pero entre tanto la química, la histología y la fisiología citológica adelantan lentamente hacia él, no estará de más dar á conocer las conjeturas histológicas que, para la comprensión de algunos procesos psíquicos y fisiológicos relativamente simples, se han imaginado en estos últimos años.

(1) Los ciegos de muchos años, en quienes tanto la retina como los centros perceptivos están más ó menos desorganizados por desuso, son capaces de ensueños y alucinaciones visuales perfectamente congruentes y proyectables en el espacio, lo que no ocurriría si necesariamente el carácter espacial y proyectivo de los recuerdos dependiese de la colaboración de las esferas perceptivas. Ocioso es decir que tales ensueños se refieren siempre á las adquisiciones de la época de sanidad visual del ciego.

Hipótesis de Duval. — Ya hace muchos años que [Rabl-Rueckhard] (1) sugirió la conjetura de que algunos actos psíquicos pudieran hallar explicación mecánica en el amiboidismo continuo de las células nerviosas ; pero como este autor partía de la hipótesis de las redes nerviosas intersticiales de la substancia gris, que todo el mundo imaginaba como una reja sólida y estable, su concepción no halló ningún eco. Es preciso reconocer que sólo Duval ha tenido el mérito de apoyar dicha hipótesis en hechos anatómicos exactos, aplicándola, con la precisión de concepto y de lenguaje que son propios del histólogo de París, al esclarecimiento de los fenómenos de vigilia, sueño, parálisis histérica, somnambulismo, etcétera.

Historia.

Según Duval (2), «en el hombre que duerme, las ramificaciones cerebrales de las neuronas sensitivas cerebrales, están retraídas como los pseudopodos de un leucocito anestesiado, [bajo el microscopio, por la ausencia de oxígeno y el exceso de ácido carbónico]. Las excitaciones débiles producidas en los nervios sensitivos, provocan en el hombre dormido reacciones reflejas, pero no alcanzan á la corteza cerebral ; excitaciones más fuertes causan el estiramiento ó relajación de las ramificaciones cerebrales de la neurona sensitiva ; de donde el paso de la corriente hasta los elementos corticales y, por consecuencia, el despertar, cuyas fases sucesivas traducen bastante bien el restablecimiento de una serie de articulaciones precedentemente interrumpidas por retracción y alejamiento de las ramificaciones pseudopódicas (3). Explicaríanse de igual manera las anestias y las parálisis histéricas, así como el aumento de energía de la imaginación, de la memoria, de la asociación de ideas, bajo la influencia de diversos agentes, como el té y el café, que podrían excitar el amiboidismo de la extremidades nerviosas en contigüidad, para aproximar sus ramificaciones y facilitar el paso de las corrientes».

Exposición.

En apoyo de su hipótesis, invoca Duval :

1.º La morfología de las neuronas, cuyas arborizaciones nerviosas terminales se ponen en contacto, según resulta de nuestros trabajos, con el cuerpo y dendritas de otras neuronas.

Argumentos.

2.º Las investigaciones de Wiedersheim (4) sobre los movimientos amiboides de ciertas células nerviosas de la *Leptodora hyalina*.

3.º Las observaciones de Pergens, demostrativas de que la porción protoplásmica de los conos de la retina de los peces, se contraen y acortan bajo la influencia de la luz, retracción que ocurriría también en las expansiones protoplásmicas de las neuronas de la capa ganglionar.

4.º El descubrimiento, debido á Ranvier, de movimientos en las pestañas terminales de las células olfativas de la rana.

5.º Las experiencias de morfinización, eterización y cloroformización de los

(1) *Rabl-Rueckardt* : Sind die Ganglienzelle amöboid? etc. *Neurol. Centralbl.*, n° 7, 1890.

(2) *Duval* : Hypothèse sur la physiologie des centres nerveux : théorie histologique du sommeil naturel et de la distraction. *C. R. d. l. Soc. de Biol.*, n°s 3 y 5, 1895. — Les neurones, l'amiboidisme nerveux et la théorie histologique du sommeil. *Rev. d. l'École d'Anthropologie de Paris*, t. X, fasc. II, 1900.

(3) También Lepine, independientemente de Duval, llegó á una concepción análoga. Consulte : Théorie mécanique de la paralysie hystérique du somnambulisme, du sommeil naturel et de la distraction. *Revue de Médecine*, 1894, y *C. R. d. l. Soc. de Biol.*, n° 5, 1895.

(4) *Wiedersheim* : *Anat. Anzeiger*, 1890.

animales, efectuadas por Demoor (1), que parecen probar la retracción y desaparición, durante el sueño patológico de las espinas de las dendritas y el encogimiento de éstas.

6.º Las conclusiones de Stephanowska (2) quien consecutivamente á numerosas experiencias de electrización del cerebro, electro-locución, inhalación de vapores de éter, cloroformo, gas del alumbrado, etc., en los ratones y cobayas, ha visto las espinas ó apéndices piriformes de las dendritas, retraerse, desaparecer y formarse en estas numerosas varicosidades. Como para Stephanowska, el contacto de las neuronas se efectuaría entre ramificaciones nerviosas y las citadas espinas ; en cuanto estas desaparecen, suspéndese el paso de las corrientes y sobreviene el sueño y el reposo.

7.º Los trabajos de Manouelian, efectuados en el mismo laboratorio de Duval, los cuales atestiguan que los ratones sometidos á un ejercicio continuado, y presa, por tanto, de una fatiga extrema, han perdido las espinas de sus células piramidales, adquiriendo además las dendritas terminales un estado moniliforme ó hinchazones locales en forma de bola. Semejante desarticulación de las superficies neuronales, ha sido observada por Manouelian hasta en los glomérulos olfativos, donde el penacho protoplásmico se encoge, resolviéndose en series de esferas voluminosas.

8.º Las investigaciones de Odier (3) sobre la médula espinal, que enseñan (aunque la interpretación de este autor sea inadmisibles) que los anestésicos empuñecen las dendritas y las corrientes inducidas las encogen fuertemente.

9.º La confirmación, debida á Querton (4), de que, durante el sueño invernal de la marmota, los apéndices piriformes de las dendritas cerebrales están retraídos y modificado el penacho terminal de las piramidales que se presenta salpicado de varicosidades.

10. Las investigaciones de Havet (5), quien ha confirmado algunas de las citadas alteraciones en los invertebrados, singularmente la modificación varicosa, el encogimiento y hasta desaparición de expansiones.

Objeciones.

La hipótesis de Duval fue combatida severamente por Kölliker (6), que la declaró inaceptable por las siguientes razones : 1.ª los cilindros-ejes no son contráctiles por ningún género de excitación ; 2.ª, en aquellos animales cuya transparencia permite observar las ramificaciones nerviosas sensitivas, no se sorprende ningún movimiento (larvas de batracios y de sireones, etc.) ; 3.ª, el cilindro-eje consta de protoplasma sólido muy diferenciado, no de materia blanda como los leucocitos ; 4.ª, los procesos psíquicos son actos estables, en gran parte regulables tocante á su intensidad y duración ; mientras que

(1) Demoor : La plasticité morphologique des neurones cérébraux. *Arch. de Biol. de Bruxelles*, t. XIV, 1896.

(2) Stephanowska : Les appendices terminaux des dendrites cérébraux et leurs différents états physiologiques. *Travaux. du Labor. de l'Institut Solvay*. Bruxelles, 1897.

(3) Odier : Recherches expérimentales sur les mouvements de la cellule nerveuse de la moelle épinière. Genève, 1898.

(4) Querton : Le sommeil hibernant et les modifications des neurones cérébraux. *Travaux du Labor. de l'Institut Solvay*, Bruxelles, 1898.

(5) Havet : L'état moniliforme des neurones chez les invertébrés et quelques remarques sur les vertébrés. *La Cellule*, t. XXI, 1899.

(6) Kölliker : Kritik der Hypothesen von Rabl-Rückhard u. Duval über amiboide Bewegung des Neurodendren. *Sitzungsber. d. Würzburg. Phys. med. Gesellsch.*, 9 März, 1895.

Comienza
cuerpo menor.

los movimientos amiboides son continuos, desordenados, obedeciendo fatalmente á los excitantes nutritivos ó térmicos (1).

A los argumentos *a priori* de Kölliker, se han sumado también en estos últimos años algunas observaciones negativas de Azoulay (2), Soukhanoff (3), Lugaro (4) y Reusz (5).

Azoulay, que estudió las pirámides cerebrales del ratón, sometido durante una hora á la acción del éter ó de la fatiga, no pudo hallar ningún cambio morfológico que las diferenciara de las normales.

Soukhanoff, que en un primer trabajo se confiesa entusiasta partidario de la teoría de Duval, vuelve sobre su acuerdo en memorias posteriores, afirmando que la retracción de las espinas y lesión varicosa de las dendritas de los animales narcotizados, fatigados y anemiados (ligadura de la aorta), son la expresión de un proceso morboso que no tiene nada que ver con las fases funcionales fisiológicas de las neuronas (*degeneración varicosa*).

Lugaro, después de declarar que muchas de las modificaciones neuronales descritas por los autores son fruto de una mala fijación de las piezas, propone como resultado de sus investigaciones relativas á la acción de los narcóticos, una hipótesis que viene á ser la antítesis de la de Duval. Para Lugaro, el estado de reposo corresponde á la presencia de dendritas no varicosas y provistas de numerosas espinas ; el estado funcional, á la ramificación dendrítica normal, pero exenta de dichos apéndices colaterales, y, en fin, el estado varicoso, á la fatiga. En un trabajo anterior (6) había defendido una idea algo diferente, puesto que afirmaba que el estado de actividad del protoplasma nervioso se acompaña de una turgencia del cuerpo celular, turgencia que, propagándose á las dendritas, haría más íntimo y eficaz el contacto entre las articulaciones neuronales, y más expedito, por tanto, el paso de las corrientes.

Hipótesis de Lugaro.

En cuanto á Reusz, declara los citados cambios y singularmente el estado varicoso, como productos artificiales que se hallan en las piezas normales mal fijadas, como en las provinientes de animales narcotizados, cocainizados y fatigados, y por consiguiente, sin relación alguna con las fases del fisiologismo neuronal. En cambio, recientemente, Narbut (7) cree haber visto disminuir y aun desaparecer, durante la narcosis, las espinas dendríticas del cerebro del perro.

Aunque por camino diferente que Duval, también Renaut (8) ha imaginado, fundándose en sus observaciones sobre la retina con el método de Ehrlich, una explicación morfológica de la actividad funcional y reposo. En sentir del histólogo de Lyon, las dendritas de la retina (capas plexiformes) se pondrían en contacto unas con otras, al nivel de sus vari-

Hipótesis de Renaut.

(1) Algunas de estas objeciones son muy débiles ; el hecho de que no se muevan los axones no autoriza á negar la posibilidad de la contracción de las dendritas centrales ó de las arborizaciones pericelulares, partes neuronales jamás observadas durante la vida.

(2) *Azoulay* : Psychologie histologique et texture du système nerveux. *Année psychologique*, 1896.

(3) *Soukhanoff* : Contribution á l'étude des modifications que subissent les prolongements dendritiques des cellules nerveuses sous l'influence des narcotiques. *La Cellule*, t. XIV, 1898. — *Journal de Neurologie*, 1898. — L'anatomie pathologique de la cellule nerveuse en rapport avec l'atrophie variqueuse des dendrites de l'écorce cérébrale. *La Cellule*, 1898.

(4) *Lugaro* : Sulle modificazione morphologica funzionali dei dendriti delle cellule nervose. *Rev. de Patol. nerv. e mental*, 1898.

(5) *Reusz* : Ueber Brauchbarkeit der Golgi'schen Methode in der Physiol. u. Pathol. der Nervenzelle. — *Magyar sevoin Archivum*. III, 1902.

(6) *Lugaro* : Sulle modificazione delle cellule nervose, etc. nei diversi stati funzionali. *Lo Sperimentale*, t. XLIX, 1895.

(7) *Narbut* : Zur Frage der histologische Schlafes. *Obosrenige Psych.*, n.º 3, 1901.

(8) *Renaut* : Sur les cellules nerveuses multipolaires et la théorie du neurone de Waldeyer. *Bull. d. l'Acad. d. Médec.*, Paris, 1895.

Hipótesis de Cajal.

cosidades. El estado de reposo se traduciría por un débil desarrollo de las perlas ó esferas dendríticas ; mientras que el de actividad se debería á una rica absorción de materia en dichas varicosidades, con acortamiento concomitante de las expansiones protoplásmicas.

[Nosotros habíamos también emitido una hipótesis (1) que hemos abandonado muy deprisa y en la cual hacíamos jugar un papel principal a las células neuróglicas. Habíamos pensado por un momento que estos corpúsculos eran susceptibles de alargar sus apéndices y de interponerlos en la articulación de las neuronas, lo que los reduciría a la inacción. Las neuronas volverían a ser activas, cuando, al contrario, entran en libre contacto las unas con las otras por la retracción de las prolongaciones neuróglicas].

De todos los hechos y argumentos expuestos en favor y en contra de la teoría de Duval y congéneres, se deduce que la cuestión del amiboidismo nervioso no puede darse todavía por resuelta, ni positiva ni negativamente. No puede recaer solución positiva, porque todas las modificaciones morfológicas en que la hipótesis se apoya (absorción de espinas, varicosidades, retracción de dendritas consecutivamente á la acción de narcóticos, fatiga, anemia, etc.), son susceptibles de ser interpretadas, según afirma Soukanoff é insinúa Van Gehuchten, como alteraciones patológicas independientes del estado funcional y aun como desórdenes cadavéricos. No ha lugar tampoco á repudiar definitivamente la hipótesis, porque las observaciones negativas esgrimidas contra ella, se refieren exclusivamente á las dendritas, es decir, á uno de los factores de la articulación neuronal, descartando la arborización nerviosa terminal, donde acaso se den, durante la actividad fisiológica normal, fenómenos motores semejantes al amiboidismo (2). Se ha prescindido también del examen del soma y gruesas dendritas, al nivel de las cuales se realizan precisamente los contactos nervioso-protoplásmicos (cestas pericelulares en la médula, cerebelo, bulbo, cerebro, etc.) y transmisiones más importantes, sin otro motivo para la exclusión que la dificultad de las impregnaciones ; por donde se ha venido á caer en un error de lógica semejante al tan famoso de Gall, que privaba de localización fisiológica importante á las circunvoluciones cerebrales incapaces de ser exploradas por la palpación.

Añadamos, en fin, que á pesar de las precauciones tomadas con sus experiencias de contraprueba, ni Stefanowska, ni Demoor, ni Soukanoff, nos parecen haber tenido en cuenta lo bastante varias causas graves de error, sobre las cuales hemos llamado en vano la atención hace muchos años, á saber : 1.º La retracción de las espinas y el estado varicoso de las dendritas, son la expresión de una alteración celular *post-mortem*, que se observa constantemente en los preparados normales de Ehrlich y de Golgi, cuando la fijación se hace tardíamente (3). 2.º Por igual motivo, en las piezas gruesas normales, coloreadas por el cromato de plata, las zonas centrales muestran siempre células sin espinas y sembradas de varicosidades. 3.º Cuando la fijación es tardía é imperfecta (método lento de Golgi), las espinas no aparecen. 4.º En fin, las espinas fueron precisamente descubiertas por nosotros en preparados de mamíferos muertos por el clorofórm. Desde hace muchísimos años, tenemos la costumbre de sacrificar los animales por los narcóticos, y jamás, si las piezas son delgadas, y el ácido ósmico penetró rápidamente, hemos logrado discernir en las neuronas varicosidades ú otros cambios no existentes en los animales muertos por hemorragia.

En suma : no somos adversarios de la concepción de Duval ; antes bien, sentimos por ella una gran simpatía, bien excusable si se considera que el amiboidismo nervioso, no

(1) S. R. Cajal : Algunas conjeturas sobre el mecanismo anatómico de la ideación, asociación y atención. Madrid, 1895.

(2) *A priori*, más verosímil parece que sean asiento del amiboidismo las ramificaciones nerviosas, puesto que hacia ellas, van las descargas de las dendritas y del cuerpo celular.

(3) Por ejemplo : si un preparado cerebral de Ehrlich se fija media hora después de comenzar la acción del azul, se ven todavía muchas espinas y un estado varicoso es poco notable ; hora y media después faltan por completo las espinas y aparece el estado perlado del protoplasma.

sólo encaja bien en la teoría neuronal, sino que resulta casi una consecuencia de ella (recuérdense los fenómenos amiboides de las neuronas embrionarias). Pero estimamos también que la prueba experimental se ha planteado en mal terreno, desviando del marcado por el ilustre citado histólogo, que atribuyó los fenómenos motores á las terminaciones nerviosas y no á las dendritas. Hoy por hoy, es fuerza confesar que, aunque una crítica severa rechazara por improcedentes los hechos de retracción de las dendritas alegados por algunos autores, subsistiría todavía la posibilidad de la explicación histológica del sueño, de la distracción, del olvido, y de muchos fenómenos mentales ; y se podría defender con fortuna, mientras no aparecieran en contra observaciones precisas y concordantes, recaídas sobre toda la extensión de las articulaciones neuronales, es decir, sobre el soma y dendritas, de un lado, y las ramificaciones nerviosas, de otro ; observaciones en las cuales se patentizará la perfecta estabilidad de las superficies de contacto durante los diversos estados fisiológicos susceptibles de experimentación. Y con todo eso, un espíritu escrupuloso hallaría todavía reparos difícilmente refutables, porque es casi imposible efectuar experiencias que se acerquen en sus condiciones á las del estado fisiológico normal, durante el cual los cambios de posición y forma de las ramificaciones neuronales, podrían ser fugitivas y borrarse, cual acontece con los leucocitos en actividad antes de la muerte.

Acaba cuerpo menor.

[*Alteraciones normales y patológicas de las neurofibrillas.* — Acabamos de ver que el amiboidismo de las ramificaciones celulares es una suposición cuya prueba definitiva no ha sido todavía dada. Pero existe un amiboidismo interno, es decir, un conjunto de mutaciones del retículo protoplásmico correlativas de algunos estados fisiológicos, las cuales acaban de ser puestas de manifiesto por las investigaciones de Tello (1) y las nuestras (2), y que acaso den cuenta, cuando se estudien mejor, de muchos fenómenos dinámicos neuronales.

Como se ve en la fig. 991bis, B, las neurofibrillas de las neuronas de los reptiles, entorpecidas por el frío invernal (temperatura de 8 á 12° centígrados), se funden en cordones colosales, finamente granulados, admirablemente impregnables por el nitrato de plata, y separados por grandes espacios claros exentos de armazón. Los filamentos del axon se condensan igualmente en hilo único y homogéneo, que se ramifica, al llegar al protoplasma, y los residentes en las dendritas sufren igualmente fusiones y simplificaciones que les prestan aspecto singular. Este fenómeno se presenta también, aunque con otros caracteres, en las células funiculares (fig. 991bis, C). Sólo las neuronas del cerebro, cerebro medio é intermediario, que se conservan activas á pesar de la acción del frío (el animal tiene en invierno los ojos abiertos y mueve la cabeza), conservan un retículo normal.

Pero en cuanto llega la primavera ó se eleva la temperatura del recipiente en que mora el reptil, ó se le excita por cualquier procedimiento á fin de que la médula espinal entre en juego, las neurofibrillas finas reaparecen, multiplicándose enormemente, y desapareciendo los espacios interfibrilares que tenían ahora un aspecto granuloso. Las investigaciones recientes de Tello, ejecutadas en nuestro laboratorio, prueban que el paso del estado B al estado A (fig. 991bis, A, D), se consigue con sólo calentar el reptil durante media hora.

En la parte izquierda de la figura presentamos el estado de actividad y en la derecha el de reposo. Adviértase la enorme diferencia del retículo en ambos es-

(1) F. Tello : Sobre la existencia de neurofibrillas gigantes en los reptiles. *Trab. del Lab. de inves. biol.*, t. II, 1903.

(2) S. R. Cajal : Variaciones normales y patológicas de las neurofibrillas. *Trab. del Lab. de inves. biol.*, t. III, 1904.

tados, y téngase presente que en este experimento (absolutamente constante en sus resultados en todos los reptiles) no se han empleado para producir las citadas variaciones más que condiciones perfectamente normales.

Fenómenos semejantes se presentan en las enfermedades nerviosas, por ejemplo, en la rabia, en la cual el reposo de las neuronas proviene de la desorganización de las fibras nerviosas que aportan las corrientes.

En cuanto al mecanismo en cuya virtud la temperatura ó el estado de actividad producen tan interesantísimas variaciones del retículo, nuestros estudios no son suficientes todavía para formular una explicación algo segura]^A.

Hipótesis de Tanzi sobre la hipertrofia por ejercicio de las vías nerviosas (1). — «Una corriente nerviosa que pasa más frecuentemente á través de una articulación neuronal, provocará hipernutrición de las vías sobreexcitadas, y, á la manera de lo ocurrido en los músculos, sobrevendrá una hipertrofia que se traducirá por un aumento de longitud de las ramificaciones neurónicas, y en consecuencia, por una disminución de la distancia que separa las superficies de contacto. Representando estos espacios las resistencias que la corriente debe vencer, resultará que la conductibilidad del sistema nervioso estará en razón inversa de los intervalos interneurónicos. El ejercicio, tendiendo á disminuir estos intervalos, debe, pues, aumentar la capacidad funcional de las neuronas».

Esta teoría, que no se apoya en ningún factor hipotético, sino en la realidad de las conexiones neuronales, tiene la ventaja, según hace notar Soury, de hacernos ver, cómo los actos habituales, en fuerza de repetirse, se hacen fáciles y automáticos, y cómo lo que llamamos movimiento consciente y voluntario, en contraposición del acto reflejo, pudiera depender, en su faz físico-química, de un estado de resistencia al paso de las ondas nerviosas.

Localización del doble proceso intelectual y emotivo, según Lugaro. — Partiendo Lugaro (2) del concepto de la dualidad inseparable intelectual y afectiva de toda operación psíquica, da por verosímil que la elaboración del fenómeno del conocimiento tiene lugar entre las neuronas, ó sea en la articulación de las terminaciones de las fibras nerviosas aferentes con el cuerpo y dendritas de las pirámides ; mientras que la de los estados afectivos tendría por *substratum* el interior mismo de la neurona.

El proceso intelectual se relaciona, pues, con las conexiones interneuronales, las cuales habríanse establecido desde la época embrionaria, por mecanismo quimiotáctico, semejante al invocado por nosotros para la explicación del crecimiento y articulación de las neuronas en el embrión. El hecho mismo de la transmisión de la onda desde una neurona á otra, obedecería á fenómenos químicos : en realidad, el impulso provoca, un cambio químico en las arborizaciones nerviosas, el cual, obrando á su vez como estímulo físico-químico sobre el protoplasma de otras neuronas, crearía en éstas nuevas corrientes. El estado consciente estaría precisamente ligado á los cambios químicos suscitados en las neuronas por las terminaciones nerviosas, cambios que tendrían cierto carácter específico y cualitativo diverso en cada arborización nerviosa sensorial.

(1) *Tanzi* : I fatti e le induzioni nell'odierna istologia del sistema nervoso. *Riv. sperim. d. frenatria. et d. medic. legal.*, t. XIX, 1893.

(2) *Lugaro* : I recenti progressi dell'anatomia del sistema nervoso in rapporto alla psicologia et alla psichiatria. *Riv. d. Patol. ner. e mentale.*, t. IV, fasc. 11-12, 1899.

Faltan razones para apoyar ó refutar esta ingeniosa conjetura de Lugaro, que representa hoy por hoy, y en ausencia de datos fisiológicos objetivos, una mera posibilidad. Notemos, empero, que el tono emotivo que acompaña á nuestras percepciones é ideas podría estar ligado también á la actividad de otros factores constitutivos de la substancia gris (células de axon corto, células y vías de proyección, etc.).

Nuestra teoría del crecimiento perfeccionador de las conexiones interneuronales [como medio de perfección de los procesos y aptitudes psíquicas] (1). — En diversos lugares de nuestros trabajos hemos expuesto nosotros, fundándose en las leyes evolutivas de la morfología neuronal, algunas conjeturas destinadas á explicar el perfeccionamiento por ejercicio de ciertos actos mentales, así como la originalidad y diversidad de los talentos, la memoria lógica y hasta las aberraciones de la asociación.

Acabamos de ver que la hipótesis de Tanzi da cuenta cabal de la facilidad é inconsciencia de ciertos actos mentales, pero no nos explica las aptitudes sobresalientes creadas por el ejercicio mismo, que no consisten siempre en hacer fácil y expeditamente lo difícil, sino en realizar lo imposible. Nadie ignora que la obra de un pianista, de un orador, de un matemático, de un pensador, etc., resulta absolutamente inabordable para el hombre ineducado, cuya adaptación al nuevo trabajo (caso de que concurren en el sujeto circunstancias orgánicas favorables) es obra de muchos años de gimnasia mental y muscular. Para comprender este importante fenómeno se hace necesario admitir, además del refuerzo de las vías orgánicas preestablecidas, el establecimiento de otras nuevas, mediante la ramificación y crecimiento progresivo de las ramificaciones dendríticas y nerviosas terminales. En tal suposición, el talento adquirido (dejando á un lado lo relativo á la capacidad cerebral ó memoria orgánica, cuantía de neuronas y otras condiciones que deben influir también en el resultado), tendría por principal condición la presencia de centros conmemorativos primarios y secundarios provistos de enlaces múltiples y complicados entre órdenes ó pléyades neuronales poco ó nada relacionadas en los cerebros incultos. Por virtud de esta superior asociación, una excitación sensorial ligera, la contemplación de una idea, un estímulo, en fin, cualquiera incapaz de provocar en un cerebro ineducado sino asociaciones vulgares ó ilógicas, suscitaría en las cabezas fuertemente cultivadas é impresionables, combinaciones ideales inesperadas, que traducen esquemática, pero fielmente, relaciones positivas de la realidad exterior, y se condensan y expresan en fórmulas generales y fecundas.

La citada hipótesis explicaría también : la memoria lógica, es decir, ese encañamiento y subordinación ordenada de las adquisiciones, que no se logra sino tras largo esfuerzo de atención y reflexión, y mediante una nueva organización de los centros conmemorativos; así como la creación de sistemas arquitectónicos de ideas ó construcciones lógicas complicadas (sistemas ó credos filosóficos, religiosos y políticos).

Las observaciones y argumentos que sirven de apoyo á esta hipótesis son :

1.º Durante el desarrollo embrionario, las dendritas y ramificaciones nerviosas se extienden y ramifican progresivamente, poniéndose en contacto con un número cada vez mayor de neuronas (véase *Histogénesis de la médula espinal*,

(1) *S. R. Cajal* : Consideraciones sobre la morfología de la célula nerviosa. Madrid, 1895.

Insuficiencia de la hipótesis de Tanzi.

Creación de nuevas vías nerviosas gracias al ejercicio ; sus consecuencias psicológicas.

Justificaciones para esta hipótesis.

capítulo XXI, tomo I).

2.º Es un hecho también que el ajuste definitivo de estas relaciones no se verifica sino después de algunos tanteos, advirtiéndose que antes de que las expansiones lleguen á su destino y creen articulaciones estables, desaparecen numerosas ramas accesorias, especie de asociaciones de ensayo cuya existencia prueba la gran movilidad inicial de las arborizaciones celulares.

3.º En algunos casos las expansiones se extravían contrayendo conexiones anormales (ramas intra-epiteliales, etc.). Recientemente hemos hallado en el perro de pocos días axones terminados por error en la cavidad endodermal y en vías de reabsorción.

4.º Este movimiento de crecimiento de las expansiones se continúa después del nacimiento, existiendo una gran diferencia en punto á longitud y caudal de ramificaciones neuronales secundarias y terciarias, entre el niño recién nacido y el hombre adulto.

5.º Es también verosímil que semejante desarrollo se perfeccione en ciertos centros á impulsos del ejercicio, y, al contrario, se suspenda y aminore en las esferas cerebrales no cultivadas.

6.º Prueban las experiencias de sección de los nervios que los axones periféricos, tanto sensitivos como motores, son susceptibles de crecer y arborizarse, restaurando sus conexiones con la piel y músculos y organizándose de un modo algo distinto.

7.º La patología nerviosa conoce infinitos casos de restauración funcional tras graves lesiones de centros corticales diferenciados (restablecimiento de la articulación de la palabra en la afasia motriz, desaparición de la sordera mental, reaparición de la sensibilidad en la apoplejía, etc.). Esta vuelta á la normalidad cuando las fibras nerviosas se desorganizan, sólo se comprende bien admitiendo que en el cerebro, como en los nervios periféricos seccionados, el cabo sano del axon es susceptible de crecer y de emitir colaterales nuevas, las cuales, corriendo á través de las partes enfermas, restablecen la articulación con las neuronas desasociadas. Cuando estas han sido destruidas, las ramas neoformadas saldrían al encuentro de otras células nerviosas, á quienes imprimirían nuevo carácter funcional.

Sentido del crecimiento de las expansiones nerviosas.

Mecanismo.

Las nuevas expansiones se orientarían en el sentido mismo de las corrientes nerviosas dominantes ó en el de la asociación celular objeto de las reiteradas sollicitaciones de la voluntad. Esta hipertrofia de los extremos celulares podría acompañarse de cierta congestión activa que suministraría los materiales nutritivos. Por lo demás, según expusimos en otro capítulo (véase histogenesis medular), el mecanismo del crecimiento podría comprenderse subordinándolo á acciones quimiotácticas.

[Se desprende de los trabajos efectuados, en estos últimos años, por Nageotte

(1), Marinesco y Minea (2), nosotros mismos (3), Tello (4), Guido Sala (5), U. Rossi (6) y otros sabios que, cuando un cilindro-eje es interrumpido en la médula, el cerebelo y el nervio óptico, su cabo central ó sus colaterales son verosimilmente el asiento de fenómenos de regeneración. Nada nos autoriza, sin embargo, á afirmar, de una manera irrefutable, que estos fenómenos desemboquen en el restablecimiento parcial ó total de las vías lesionadas. Parece más probable, al contrario, que les sucedan fenómenos degenerativos llevando a la atrofia y a la reabsorción de las ramas nuevamente salidas del cilindro-eje. Quizás este resultado es debido, en gran parte, a la ausencia de células de Schwann que en los nervios periféricos sirven para atraer y orientar por sus secreciones los nuevos brotes nerviosos ; quizás es debido todavía á la rareza de las substancias quimiotrópicas elaboradas por las neuronas convertidas en adultas e incapaces, por eso mismo, de atraer con energía suficiente las bolas de crecimiento neoformadas. Pero la última palabra no será dicha sobre estas cuestiones más que con el estudio apasionado por medio de los métodos neurofibrilares.

Se puede, por otra parte, explicar la desaparición de ciertas perturbaciones fisiológicas y de la restauración de ciertas funciones suspendidas por las lesiones cerebrales que dan lugar a los diversos géneros de afasia, por ejemplo, sin invocar necesariamente los fenómenos de regeneración en las vías destruidas. Es lo que hace Monakow (7) de la manera siguiente en su teoría de la *diasquisis*. Cuando una esfera cortical especializada se encuentra lesionada, se ven desarrollarse dos clases de perturbaciones ; las unas, *residuales*, provienen de la destrucción parcial ó total de todas las neuronas que residen en esta esfera ó que le envían su cilindro-eje ; las otras, *iniciales ó temporales*, están provocadas por una especie de *shock* que suspende la actividad de las esferas no alcanzadas pero recibiendo del centro destruído fibras motrices, comisurales ó de asociación. Estas zonas paralizadas son las únicas que pueden recobrar su función, tan pronto como desaparecen las perturbaciones de que eran objeto]^B.

Si la admisión de la capacidad de crecimiento y asociación de las neuronas en el adulto nos dan cuenta del talento de adaptación y de la aptitud para variar nuestros sistemas de ideas, es claro que la suspensión de esta actividad en el anciano ó en el anquilosado (por ausencia de cultura mental ú otros motivos), sería susceptible de esclarecer en cierto modo la fijeza de las convicciones, la inadaptabilidad al medio moral y hasta las violencias del misonerismo ; y cuando,

Parada del crecimiento y alteración de los factores de la articulación nerviosa ; sus consecuencias psicológicas.

(1) *Nageotte* : Note sur la présence de massues d'accroissement dans la substance grise de la moelle épinière etc. *C. R. de la Soc. de biol.*, 16 juin 1906.

(2) *Marinesco et Minea* : Note sur la régénérescence de la moelle chez l'homme. *C. R. de la Soc. de biol.*, 16 juin 1906. — *Marinesco* : Sur la neurotisation des foyers de ramollissement et d'hémorragie cérébrale. *Revue neurol.*, 30 déc. 1908.

(3) *Cajal* : Note sur la dégénérescence traumatique des fibres nerveuses du cervelet et du cerveau. *Trav. du Lab. de Recherches biol.*, t. V, 1907. — Notas preventivas sobre la degeneración y regeneración de las vías nerviosas centrales. *Trab. del Lab.*, t. IV, 1905-1906.

(4) *F. Tello* : La régénération dans les voies optiques. *Trav. du Lab. de Recher. biol.*, t. V, 1907.

(5) *Guido Sala* : Ueber die Regenerationserscheinungen im centralen Nervensystem. *Anatom. Anzeiger*, Bd. XXXIV, n^{os} 9-11, 1909.

(6) *U. Rossi* : Per la rigenerazione dei neuroni. *Trav. du Lab. de Rech. biol.*, t. VI, 1909.

(7) *Monakow* : Neue Gesichtspunkte in der Frage nach der Lokalisation im Grosshirn. 1^o *Versammlung der Schweiz. neurol. Gesellschaft in Bern.*, 13-14 März 1908.

en virtud de causas más ó menos patológicas, se produzca la flojedad articular, quiero, decir la atrofia y encogimiento de las expansiones y la disgregación parcial de los sistemas conmemorativos, el resultado será la amnesia, la pobreza de la asociación, la inercia mental, y (extremándose la perturbación) hasta la imbecilidad y la locura. Y podría añadirse aún que si en el loco, el amnésico y el anciano son más persistentes los recuerdos antiguos que los modernos, ello se debe á que las vías de asociación primitivamente creadas alcanzaron inusitada robustez, como formadas al fin durante la época en que la plasticidad neuronal alcanzó el máximum de energía.

Con lo cual no pretendemos excluir, para la explicación de los fenómenos adaptativos y regresivos á que aludimos, otros factores cuya significación es hoy por hoy indeterminable, tales como : los cambios ocurridos en las vías intraprotoplásmicas (espongioplasma y neurofibrillas), las variaciones de composición química de las células, la riqueza en neuronas de axon corto, las modalidades en el número y posición de los corpúsculos neuróglícos de la substancia gris, etc.

*Insuficiencia
de nuestra hipó-
tesis.*

El texto entre corchetes sin ningún superíndice fue añadido en la *Histologie du Système Nerveux de l'Homme et des Vertébrés*.

^A Texto no incluido en la *Histologie du Système Nerveux de l'Homme et des Vertébrés*.

^B Texto incluido como una nota a pie de página en la *Histologie du Système Nerveux de l'Homme et des Vertébrés*.

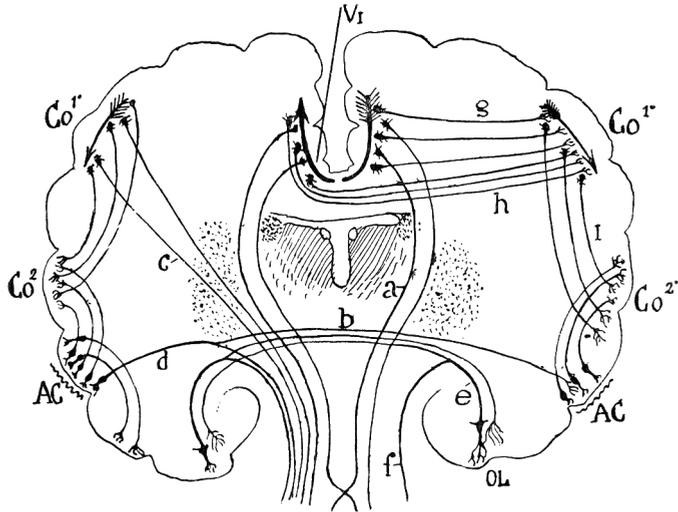


Fig. 989. — Esquema destinado a mostrar los tres órdenes de focos de la corteza cerebral correspondiente a cada sentido. — VI, centro visual perceptivo ; Co^1 , centro visual conmemorativo de primer orden ; Co^2 , centro conmemorativo de segundo orden, donde se combinan elementos de diversas categorías sensoriales ; AC, foco acústico perceptivo ; OL, centro olfativo perceptivo ; a, fibras de proyección del centro perceptivo visual ; c, fibras de proyección de la esfera conmemorativa visual ; b, comisura anterior.

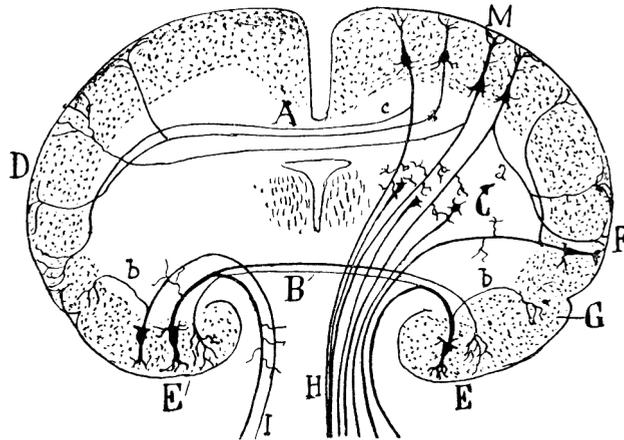


Fig. 990. — Esquema de las fibras de proyección y asociación del cerebro de un roedor.
— A, cuerpo calloso ; B, comisura anterior ; C, cuerpo estriado ; D, centro visual conmemorativo ; M, foco perceptivo visual ; E, núcleo olfativo de percepción ; G, esfera olfativa conmemorativa.

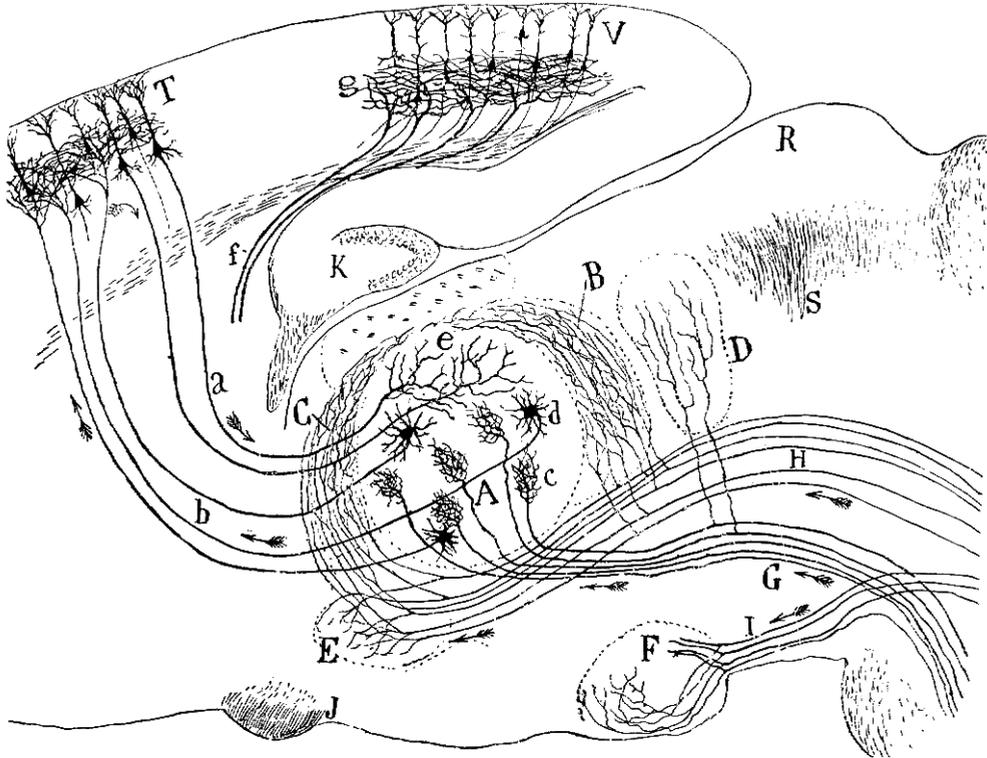


Fig. 991. — Esquema de las vías aferentes y eferentes del centro sensitivo motor del cerebro. — T, foco sensitivo-motor ; A, núcleo sensitivo talámico ; a, fibras cortico-talámicas ; b, fibras talámico-corticales ó sensitivas ; V, foco visual.

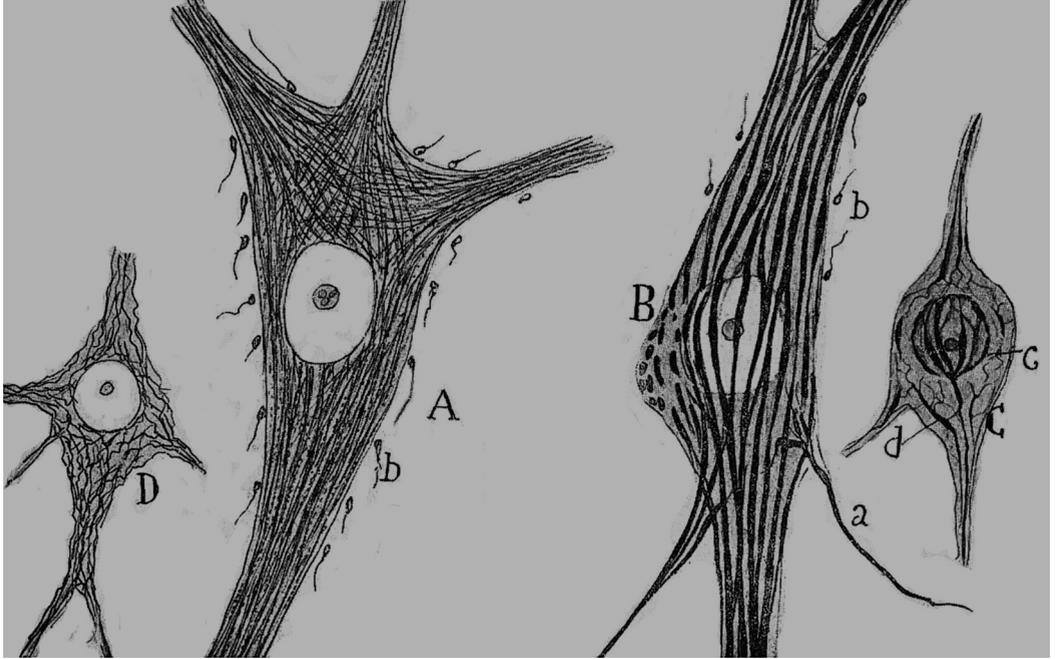


Fig. 991bis. — Células de la médula espinal del lagarto. — A, D, corpúsculos motor y funicular en actividad (treinta horas de estufa á 30°) ; B, C, células motrices y funicular de la médula de un lagarto conservado á la temperatura ordinaria (12° centígrados) ; a, axon ; b, mazas nerviosas terminales ; c, red perinuclear ; d, filamento primario espesado.