

CAPITULO XXXII

NERVIOS ÓPTICOS, KIASMA Y CINTAS ÓPTICAS

[Nervio óptico. —] Estructura del kiasma en las distintas especies de vertebrados. —
Fibras cruzadas y directas. — Fibras bifurcadas. — [Cinta óptica. — Teoría del
cruzamiento de los nervios ópticos y de los cruzamientos en general.]

Nervio óptico. — Cuando se examina un corte axial de la retina que pase por el nervio óptico, adviértese que los axones de la capa de las fibras nerviosas, nacidos en las células gangliónicas, no se entremezclan irregularmente en el espesor de aquél, sino que guardan en el nervio un orden correspondiente al que tienen las neuronas de origen en la retina. En otros términos ; cada cuadrante retiniano coincide en posición, salvo leves desviaciones, con los cuadrantes de la sección del nervio óptico. Esta concordancia es muy importante para la teoría, porque nos enseña que la naturaleza tiene empeño en mantener en las vías centrales la significación espacial de cada cono retiniano.

Consta el nervio óptico de tubos medulados de espesor diverso, provistos de estrangulaciones, discos de soldadura alargados y, en fin, de todos los atributos propios de los conductores de la substancia blanca de los centros. Dichos tubos no marchan sueltos, sino que se reúnen en gruesos paquetes exentos de la vaina laminosa de los nervios periféricos y separados entre sí por tabiques conectivos robustos, continuados con el neurilema. En el espesor de los cordones aparecen multitud de núcleos correspondientes, según resulta de las observaciones de Petrone (1), nuestras y de Greeff, á legítimas células de neuroglia (fig. 632, A, B).

Entre el armazón conectivo de los tabiques y la periferia de cada fascículo nervioso se encuentra, como han demostrado, por el método de las inyecciones, Schwalbe y Key y Retzius, un espacio linfático, continuado á lo largo del nervio hasta la papila y comunicante con el espacio subpial ó sistema de lagunas situado por debajo del neurilema. Exteriormente, el nervio óptico hállase protegido, como prolongación del cerebro que es, por las tres membranas cerebrales : la *dura mater*, la *aracnoides* y la *pia mater*. Entre las dos primeras membranas existe un espacio linfático bien descrito por Schwalbe, llamado *espacio subdural*, y entre las dos últimas otro interrumpido por multitud de tabiques y cordones conectivos revestidos de endotelio y llamado *espacio linfático subaracnoideo*.

Kiasma óptico. — Llegados ambos nervios ópticos á la base del cerebro por delante del *tuber-cinereum*, fúndense en una masa transversal de substancia blanca llamada *kiasma*, constituída exclusivamente por tubos nerviosos y células de neuroglia. En el kiasma concurren dos clases de conductores : los ópticos, llegados de la retina y que ocupan los tres cuartos anteriores de aquél ; y los acústicos situados en el borde posterior de este órgano, donde componen la *comisura de Gudden*. Conforme dijimos ya en

Disposición de sus fibras según su origen en la retina.

Estructura del nervio. Fibras.

Neuroglia.

Espacios linfáticos perifasciculares.

Envueltas.

Constitución.

Fibras ópticas y acústicas ; su posición respectiva.

(1) *Petrone* : Sur la structure des nerfs cérébro-rachidiens. *Intern. Monatsschr. f. Anat. u. Physiol.*, Bd. V, H. 1, 1898.

capítulos anteriores, este último sistema de fibras tiene su origen probable en el cuerpo geniculado interno.

Estructura según el género de visión.

La organización del kiasma varía algo en los vertebrados, según que la visión sea de campo común, como en el hombre, gato, perro, mono, etcétera, ó de campo diverso (visión panorámica) [, campo doble, uno para cada ojo], como en el conejo, ratón, conejillo de Indias, aves, reptiles, batracios y peces.

Historia y opiniones diversas.

[1°] **Kiasma de los [vertebrados superiores] de campo común y que gozan de la visión del relieve.** — Los primeros anatómicos y fisiólogos que estudiaron este interesantísimo tema, creyeron que el kiasma resultaba pura y simplemente del entrecruzamiento de los dos nervios ópticos (Galeno, Vesalio, Monro, etc.). Pero como ya previó Newton, inspirado en concepciones matemáticas, y han confirmado numerosos anatómicos (Joseph y C. Wenzel, Hannover, etc.), fisiólogos (Johannes Müller, Nicati, etc.), y patólogos (Gudden, Singer y Münzer, Cramer, Bechterew, Jakobsohn, Bernheimer, etc.), no se entrecruzan todas las fibras llegadas de la retina, sino exclusivamente las procedentes del lado nasal ó interno de la misma ; las emanadas de las áreas externas ó temporales, pasan por los lados del kiasma, sin cruzarse, incorporándose á la cinta óptica de su lado. Es cierto que en estos últimos tiempos, Michel (1) y Kölliker (2) han pretendido negar la existencia del cordón homolateral, alegando la imposibilidad de demostrarlo con los métodos anatómicos ; pero este excepticismo no aparece justificado, toda vez que el procedimiento de Weigert usado por dichos autores, no permite seguir, sino en escaso trayecto, los tubos nerviosos kiasmáticos. Para averiguar la causa de esta singular aseveración, nosotros hemos emprendido una serie de nuevas observaciones recaídas en todos los vertebrados y fundadas en el empleo de métodos, como el de Ehrlich y el de Golgi, que permiten seguir fácilmente las fibras, y el resultado ha sido probar definitivamente para los mamíferos de visión de campo común la antigua doctrina sobre la composición del kiasma, habiendo tenido la fortuna de persuadir al mismo Kölliker (3), pues en reciente memoria reconoce ya la existencia del manojito homolateral. Nuestras observaciones probaron, además, un hecho de cierta importancia, á saber : que al nivel del kiasma algunas pocas fibras llegadas de la retina se bifurcan, engendrando una rama destinada á la cinta óptica de su lado y otra que se pierde en la del opuesto.

Nuestras investigaciones.

Fascículos directo y cruzado ; fibras bifurcadas.

Fibras cruzadas. — En la fig. 681, *b*, que reproduce un corte del kiasma del gato, á quien se le extirpó un ojo (método de Marchi), podemos notar que la mayoría de las fibras cruzadas marchan primero transversalmente y trazan después una curva de convexidad anterior, bien observada por Michel y Kölliker, é ingresan de preferencia en los dos tercios internos de la cinta óptica del lado opuesto. Algunas de las fibras más anteriores constituyen arcos salientes que culminan en la entrada misma del nervio óptico del lado opuesto.

Trayecto y posición.

Origen y posición.

Fibras directas ú homolaterales. — Parten en su mayoría de la porción externa del nervio é ingresan en el lado correspondiente de la cinta, donde no

(1) Michel : Lehrbuch der Augenheilkunde. 2^o Aufl., 1890. — *Archiv. f. Ophthalm.*, Bd. XXX, 2^o Abtheil., 1873.

(2) A. Kölliker : Handbuch der Gewebelehre des Menschen. 6^o Aufl., 1896, Bd. II, p. 565 y siguientes.

(3) Kölliker : Neue Beobachtungen zur Anatomie des Chiasma opticum. Würzburg, 1899.

forman, sin embargo, un cordón rigurosamente separado de los tubos contralaterales. En la fig. 682, que reproduce un trozo de kiasma de un gato de pocos días (método de Golgi), pueden perseguirse mucho mejor los conductores ópticos, reparándose que si bien la mayoría de los homolaterales (*b*) adoptan la mencionada posición en el *tractus*, no faltan otros que circulan por planos más internos y se instalan entre las fibras cruzadas, y aun en la proximidad de la comisura de Gudden (*c*).

Comienza cuerpo menor.

Puesto que, según hemos enunciado más atrás, toda la superficie impresionante de la retina no posee el mismo valor fisiológico, habiendo dos áreas, la anterior ó de la visión indistinta, y la posterior ó *foseta central*, donde tiene lugar la visión detallada, es de presumir, *a priori*, que los contingentes fibrilares de ambas superficies no estarán confundidos en las vías ópticas primarias. En efecto ; las observaciones anatomo-patológicas de Leber, Samelsohn, Bunge, Vossius, Thomsen, [Henschen,] etc., han probado que en los nervios ópticos y kiasma existen en realidad dos corrientes ópticas separadas : una *axial*, llamada *macular*, porque procede de la mácula ó *fovea centralis*, y otra *periférica* ó cortical, donde se concentran los axones llegados de toda la amplia región anterior de dicha membrana. Ambas corrientes poseen fibras *directas* y *cruzadas*, singularmente la *macular*, cuyo oficio es transmitir las impresiones visuales más importantes, es decir, las emanadas del centro de fijación de la mirada. El *haz macular* está situado en la papila, en la porción infero-externa de ésta, donde forma un sector cuneiforme de base periférica ; en cuanto se incorpora al nervio óptico, ocupa el eje de éste, situación central que mantendrá también en el kiasma y cinta óptica, según resulta de las observaciones de Sachs (1), Wilbrand (2), Widmark (3) y Henschen. Todas estas fibras maculares y periféricas, directas y cruzadas, pueden á su vez considerarse divididas en una porción dorsal, correspondiente á lo alto de la retina, y una ventral, representante del sector inferior.

Disposición de las fibras en el kiasma.

Corrientes macular y cortical.

Mitades superior e inferior de las vías ópticas.

Acaba cuerpo menor.

[*Fibras bifurcadas.* —] Descubiertas por nosotros mediante el azul de metileno, en el kiasma del conejo, aparecen en la fig. 683. Son pocas en número (en el conejo sólo hemos logrado colorear 4 ó 6 bifurcaciones por kiasma), y yacen en diversos parajes, por lo común en el arranque del nervio óptico. Las ramas hijas parten de una estrangulación, poseen un espesor próximamente igual, y se dirigen la una á la cinta del lado del tallo y la otra á la del opuesto. Alguna vez hemos sorprendido también divisiones en el arranque de la cinta óptica ; las ramas resultantes marchaban en la misma dirección.

1º en el conejo.

En vano hemos buscado en el gato y perro las fibras bifurcadas. Sin embargo, Kölliker ha conseguido confirmarlas en el gato de pocos días (método de Golgi), haciendo notar que, en su mayoría, residen en la entrada del nervio óptico.

2º en el gato.

Comienza cuerpo menor.

¿Qué significación debemos atribuir á las fibras bifurcadas? Henschen se inclina á considerarlas como una dependencia del haz macular, fundándose en que la *macula centralis* parece invadida, según Wilbrand, por ambos cerebros. En nuestro sentir,

Papel reflejo probable de las fibras bifurcadas.

(1) Sachs : Das Gehirn des Försterchen. *Arb. aus d. Phys. Klin. zu Breslau*, H. 2, 1895.

(2) Wilbrand : Die Seelenblindheit. Wiesbaden, 1887.

(3) Widmark : Om läget af det papillo-makulacra knippet. *Nord. med. Arch.*, 1898.

tales fibras podrían constituir el primer tramo de la vía visual refleja, destinada á provocar en los centros correspondientes del cerebro medio reacciones motrices oculares bilaterales (reflejo iridiano, acomodador y acaso el de la convergencia). Añadiremos aún que el descubrimiento de tales fibras se debe precisamente á esta hipótesis. Convencidos *a priori* de que todos los conductores nacidos en la retina no poseen el mismo valor, existiendo fibras analíticas ó diferenciadoras, destinadas á conducir la imagen visual mental, y fibras reflejas ajenas a este cometido, antojábasenos muy lógico que las primeras mantuviesen su individualidad hasta los centros ; pero no así las segundas, cuya misión es (al menos para las pupilares y las de la convergencia), provocar acciones sinérgicas en los centros motores de entrambos ojos. Creíamos, pues, que de existir bifurcaciones en los citados conductores reflejos, el sitio de elección de las mismas, es decir, el paraje en el cual con más economía de protoplasma y trayecto podría tener lugar la división, es el kiasma mismo, y tras algunos ensayos de impregnación con el método de Ehrlich-Bethe en la rata y conejo, las fibras bifurcadas se mostraron.

Acaba cuerpo menor.

[2º] **Kiasma de los vertebrados inferiores (visión panorámica).** —

Nuestras investigaciones efectuadas en todos los tipos de vertebrados con el azul de metileno, confirmaron plenamente la opinión clásica acerca del cruce total de los nervios ópticos en el kiasma. En las figuras 680 y 684, mostramos respectivamente este órgano en el ratón y conejo. Los tubos nerviosos son medulados, afectan diverso calibre y están provistos de estrangulaciones muy acentuadas. En pleno kiasma asóciense en cintas, cordones ó láminas de vario espesor, los cuales se cruzan, constituyendo un entretejido complicado. Nos ha sido imposible hallar en las aves, reptiles y batracios fibras bifurcadas, circunstancia que armoniza muy bien con lo que sabemos de la independencia de los reflejos pupilares y de acomodación en cada ojo. En todos los kiasmas existen fibras finas de estrangulación poco pronunciada y fibras gruesas provistas de un disco de soldadura bien aparente.

Un principio de haz homolateral se presenta ya en los mamíferos de visión panorámica ó semipanorámica. Mediante el método de Marchi, diversos autores, entre ellos Singer y Münzer (1), [Myers (2)] en el conejo, nosotros (3), en el cavia y rata, Dexler (4) en el caballo, etc., han sorprendido fibras degeneradas en la cinta de igual lado que la lesión, bien que relativamente poco numerosas. En la fig. 684, tomada de un conejo á quien se extirpó un ojo (método de Marchi), compruébase que las raras fibras contralaterales se hallan esparcidas por casi toda la cinta óptica contralateral, sin modelarse en haz separado. Alguno de los rastros grasientos de la cinta óptica contralateral (método de Marchi), corresponden seguramente á una de las ramas de los tubos centrípetos cruzados. En cuanto al cordón decusado, se presenta sumamente robusto, atraviesa oblicuamente el rafe dividido en manojos, que abarcan los tres cuartos anteriores del kiasma y ganan, en fin,

Kiasma de fibras

1º enteramente cruzadas.

Ausencia de fibras bifurcadas.

2º en parte directas pero no agrupadas en fascículos.

Existencia de fibras bifurcadas.

(1) *Singer u. Münzer* : Beiträge zur Kenntniss der Sehnervenkreuzung. Wien., 1888.

(2) *Myers* : Beitrag zur Kenntniss des Chiasma u. der Commissuren am Boden des dritten Ventrikels. *Arch. f. Anat. u. Entwickel.*, 1902.

(3) *Cajal* : Algunas contribuciones al conocimiento de los ganglios del encéfalo. VII. Terminación central del nervio óptico. *Anal. d. l. Socied. españ. de Histor. natur.*, t. III, 1894.

(4) *Dexler* : Untersuchungen über den Faserlauf im Chiasma des Pferdes, etc. *Arb. aus dem Prof. Obersteiner's Laboratorium.* Wien, 1897.

el otro lado, respetando casi enteramente la región de la comisura de Gudden. Repárese también la ausencia total de la comisura interretiniana, supuesta por Pagano (1) y Hellendal (2) ; el nervio del lado sano [, en la figura 684,] carece siempre de fibras degeneradas.

Cinta óptica. — Del lado posterior y externo del kiasma emana la cinta óptica, fascículo cilíndrico algo aplastado, que marcha hacia atrás y arriba, abrazando el pedúnculo cerebral y terminándose en tres centros ó estaciones ópticas secundarias, á saber : el *cuerpo geniculado externo*, el *pulvinar* y el *tubérculo cuadrigémino anterior*. En el *tractus*, el *haz macular* ocupa también el centro, según resulta de las observaciones ana-tomopatológicas de Vossius, Bunge y otros : el *directo* está colocado por encima y por fuera del cruzado, el cual reside á su vez en el lado inferior é interno (Henschen).

Trayecto, constitución y terminación.

Comienza cuerpo menor.

Teoría de los entrecruzamientos. — En un trabajo especial consagrado al estudio del kiasma en la serie animal (3), hemos intentado averiguar la razón utilitaria del entrecruzamiento total de las fibras ópticas en los vertebrados inferiores. *A priori*, esta decusación total se nos presenta como un contrasentido ; porque con arreglo á los principios de ahorro de que tan celosa se muestra la naturaleza, la ausencia de cruce y, sobre todo, la creación de un kiasma mixto, como el del hombre, parece mucho más conforme con la organización económica y eficaz de las vías reflejas. En efecto, toda excitación visual llegada de un lado del espacio, debe poder provocar, por el más corto camino, reflejos coordinados y acciones conscientes de carácter bilateral ; pero en este conjunto de reacciones defensivas, predominan siempre las encomendadas á la musculatura del lado por donde el estímulo asaltó las superficies sensibles, á lo que debe añadirse aún que, muy á menudo, la respuesta motriz es exclusivamente homolateral.

Contrasentido aparente del entrecruzamiento total.

Nuestras reflexiones sobre tan difícil é interesante problema, nos han conducido al establecimiento de un principio, que puede formularse así :

El cruce óptico, que se inicia probablemente en los peces y cefalópodos con la visión lenticular, representa una corrección ó compensación orgánica, destinada á hacer continua y congruente la imagen visual formada por cada ojo. Este principio entraña como se ve, un postulado fundamental : que la correcta percepción mental del espacio visivo exige la actividad sinérgica de un centro perceptivo bilateral, en el cual se proyecta por mitad y bajo la forma de panorama continuo y de igual sentido la doble imagen retiniana.

Principios de los entrecruzamientos.

En virtud de acomodaciones económicas, dicho cruzamiento motivó el de la vía motriz, tanto cerebral como cerebelosa, á fin de reaccionar preferentemente por el lado mismo de la excitación periférica ; y otro tanto ocurrió con las vías centrales táctiles, acústicas y del sentido muscular, las cuales se cruzaron para que sus estaciones cerebrales ó centrales, representativas de una misma mitad del espacio, se correspondiesen con las visivas de igual signo espacial.

Sin perjuicio de ocuparnos más ampliamente de este punto, al tratar ulteriormente de la teoría del cerebro y de la forma de la imagen mental visiva, séanos permitido reproducir aquí algunos esquemas, que explican suficientemente nuestro pensamiento, y que prueban hasta qué punto el cruce óptico está ligado, en los

Esquemas del mecanismo visual :

(1) Pagano : Sulle vie associative periferiche del nervo ottico. *Rev. di pathol. nerv. e mentale*, vol. II, fasc. 2, 1897.

(2) Hellendal : Ein Beitrag zur der Frage der Kreuzung der Séhnerven. *Arch. f. Anat. u. Physiol.*, Bd. XI, 1897.

(3) Cajal : Estructura del kiasma óptico y teoría general de los entrecruzamientos de las vías nerviosas. *Rev. trimest. micrográf.*, t. III, 1898.

1º en el caso de no entrecruzamiento.

vertebrados inferiores, al mecanismo geométrico de la visión lenticular.

El esquema primero muestra la forma de la proyección óptica mental, en el supuesto de que el cruzamiento en los nervios ópticos no se hubiera efectuado. La incongruencia de ambas mitades de la imagen salta á la vista : la proyectada por el ojo derecho no conviene con la del izquierdo, y sería imposible que el animal pudiera sintetizar las dos copias en una representación fiel y armónica del espacio visivo. El horizonte se le mostraría á la manera de una vista panorámica formada por la reunión de dos fotografías invertidas lateralmente entre sí [(1)] (fig. 685).

2º en el caso de entrecruzamiento total.

Examinemos ahora en el segundo esquema la imagen mental resultante del cruce de los nervios ópticos, disposición sabiamente adoptada por la naturaleza en los vertebrados de visión panorámica ó de campo diferente. Repárese cómo, gracias á la citada decusación, ambas imágenes, derecha é izquierda, se corresponden, componiendo un panorama continuo y corrigiéndose la inversión (fig. 686).

3º en el caso de entrecruzamiento con fascículo directo pequeño.

[El tercer esquema (fig. 687) muestra la formación de la imagen mental en los vertebrados de visión semi-panorámica, tales como el conejo, el ratón, el cobaya, la cabra, el carnero, etc. En estos animales, el fascículo de fibras directas es aún poco importante y las dos imágenes visuales mentales, directas y cruzadas, no se fusionan más que para la pequeña parte del mundo exterior que se encuentra en el eje del cuerpo, delante de los ojos ; es, también, la única parte que se ve con sensación de relieve. En cuanto al resto, no da más que una imagen panorámica, en todo parecida a la que perciben los vertebrados inferiores con entrecruzamiento óptico total.

4º en el caso de entrecruzamiento con fascículo directo voluminoso.

Para el hombre, gato, perro y otros animales parecidos, el esquema precedente no es aplicable más que con las modificaciones debidas al mayor volumen de fascículos retinianos directos, al paralelismo de los ejes visuales y a su dirección hacia un mismo punto del espacio donde converge la mirada. Si no hubiera fascículo directo, la convergencia de la mirada produciría en el lóbulo occipital de cada uno de los hemisferios cerebrales una imagen mental distinta del objeto examinado, como se deduce fácilmente de los esquemas precedentes ; existiría pues en el cerebro dos imágenes enteras y parecidas del mismo objeto. Pero el fascículo retiniano directo existe, y, gracias a él, la imagen visual mental permanece única. Examinando el esquema representado en la figura 688, se ve como se realiza este fenómeno. Por medio del fascículo retiniano directo, cada ojo proyecta en el hemisferio cerebral situado del mismo lado que él la mitad temporal de la imagen retiniana. Proyecta también, en el hemisferio opuesto, por intermedio del fascículo cruzado, la mitad nasal de la imagen retiniana. Cada cinta óptica transporta pues al hemisferio de su lado una imagen doble de una misma mitad del objeto. Estas dos imágenes se fusionan a su llegada al cerebro, de suerte que cada lóbulo occipital no percibe más que una, la de cada una de las mitades del objeto. Las imágenes mentales de cada una de estas mitades forman entonces una imagen continua, que es la representación fiel pero invertida del objeto, a causa de la inversión producida en el cristalino.]

La aparición del haz directo no implica abandono de los beneficios del entrecruzamiento, estos subsisten, porque decusada la corriente óptica principal, siempre resultará que la imagen visual dibujada en el cerebro derecho se continúa con la formada en el izquierdo. El entrecruzamiento compensador de la vía motriz resulta asimismo indispensable en el hombre, porque en éste se proyecta también la representación de la parte de recua del espacio en el cerebro izquierdo, y al revés.

La teoría que acabamos de exponer ha sido en general acogida favorablemente por

(1) En los crustáceos (*Astacus fluviatilis*), la mayoría de las fibras ópticas no se entrecruzan, según Havet (*Rev. trim. microgr.*, t. IV, 1899), lo que es conforme a la teoría. Pero, detalle desconocido en los vertebrados, buen número de fibras ópticas emiten al nivel del kiasma colaterales para la retina del lado opuesto. Habría pues en los crustáceos un entrecruzamiento de colaterales retrógradas, cuyo papel es difícil de comprender.

los sabios, y aunque algún autor como Lugaro (1) ha presentado algún reparo al postulado fundamental de la misma, es lo cierto que hasta hoy nadie ha podido refutarla ni logrado imaginar otra explicación tan plausible. No sería oportuno entrar aquí en consideraciones polémicas, que encontrará el lector en otro trabajo (2). Bastará, decir que á vuelta de muchas ideas ingeniosas, Lugaro deja sin explicación utilitaria suficiente, el cruce fundamental de los nervios ópticos y de las demás vías sensoriales (3).

Acaba cuerpo menor.

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

(1) Lugaro : Considerazioni critiche intorno alla ipotesi di S. R. Cajal sul significato degli incrociamenti sensoriali, sensitivi e motori. *Riv. di patol. nerv. e mentale*, t. IV, fasc. 6, 1899.

(2) Cajal : Algunas reflexiones sobre la teoría de los entrecruzamientos nerviosos, *Trab. del Lab. de Inves. biol.*, 1903.

(3) El principio de la hipótesis de Lugaro consiste en suponer que la percepción visiva exige un *substractum* cerebral en que las partes correspondientes á puntos próximos de la retina posean breves y poderosas vías de asociación. Si no hubiera kiasma, las vías de asociación intervisuales callosas correspondientes á los puntos extremos del doble campo visual del cerebro se alargarían, engendrando un prolongado haz del cuerpo calloso ; mientras que gracias á la decusación óptica, este haz de axones asociativos marginales resulta mucho más corto. Contra esta hipótesis militan muchas razones : 1.^a No está probada la necesidad y menos la existencia de dichas fibras asociativas cortas intracerebrales. 2.^a Aunque existieran, y una mínima parte de ellas, la procedente de las márgenes de la proyección mental se alargara, esto no justificaría el hecho fundamental del cruce total de los nervios ópticos en las cinco clases de vertebrados, en alguna de las cuales, como los peces y batracios, falta un cuerpo calloso y un cerebro visual, y en donde es dudoso que existan asociaciones intercorticales mesocefálicas. 3.^a Aun admitiendo la necesidad económica y funcional á que alude Lugaro, hubieran bastado en todo caso para satisfacerla cruzar unas cuantas fibras ópticas marginales, ó mejor aún, dividir en su trayecto infracerebral algunas de ellas, con lo cual los conductores emanados de puntos próximos del objeto, se distribuirían por las áreas cerebrales isodinámicas, entre quienes habría posibilidad de intercalar vías asociativas cortas. 4.^a Resulta muy inverosímil que sólo con la mira de regularizar un tanto la asociación de las porciones marginales, las menos analíticas é importantes del campo visual, se haya creado el cruce fundamental de los nervios ópticos, etc.

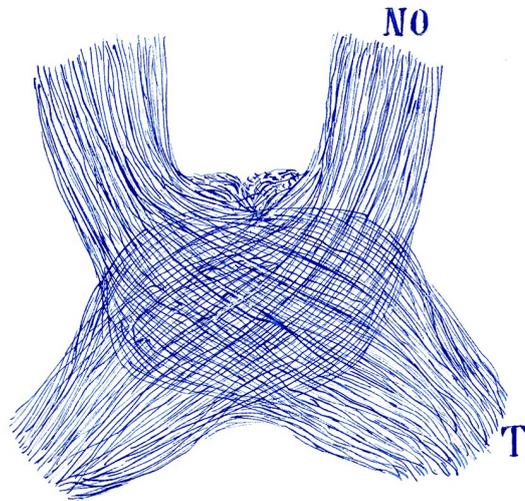


Fig. 680. — Kiasma óptico del ratón. (Método de Ehrlich). — NO, nervio óptico ; T, cinta óptica.

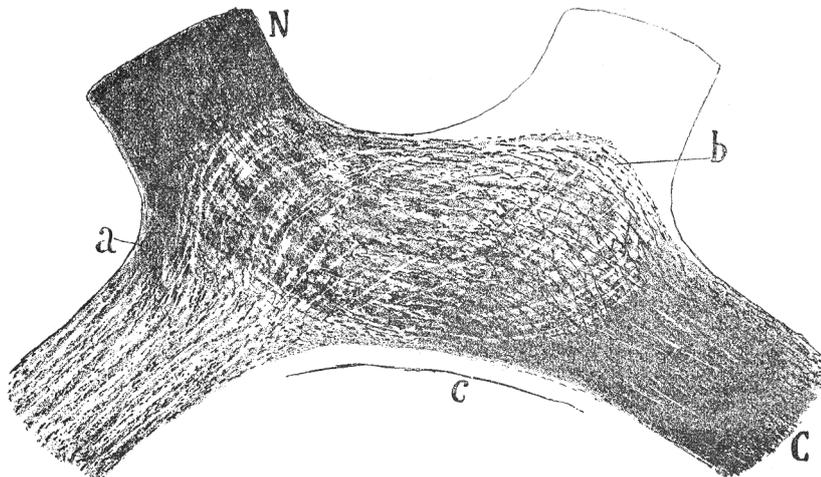


Fig. 681. — Kiasma del gato. (Método de Marchi). — N, nervio óptico ; C, cinta óptica ; c, comisura de Gudden.

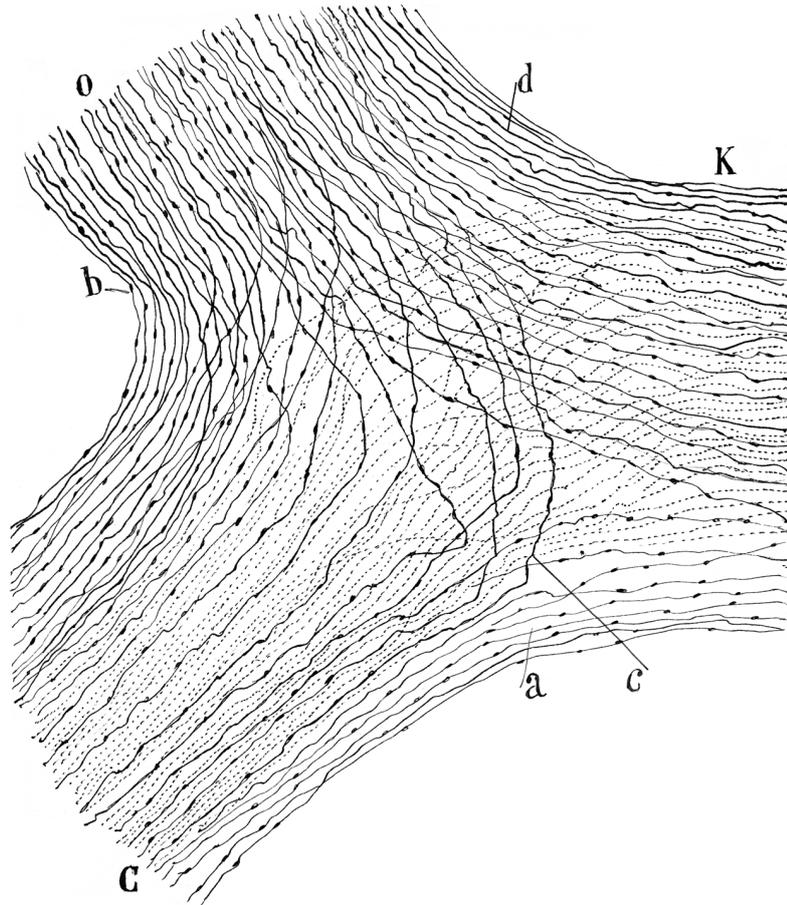


Fig. 682. — Trozo del kiasma del gato de pocos días. [Método de Golgi]. — O, nervio óptico ; *a*, comisura de Gudden ; C, cinta óptica ; K, kiasma ; *d*, fibras cruzadas ; *b*, *c*, fibras directas.

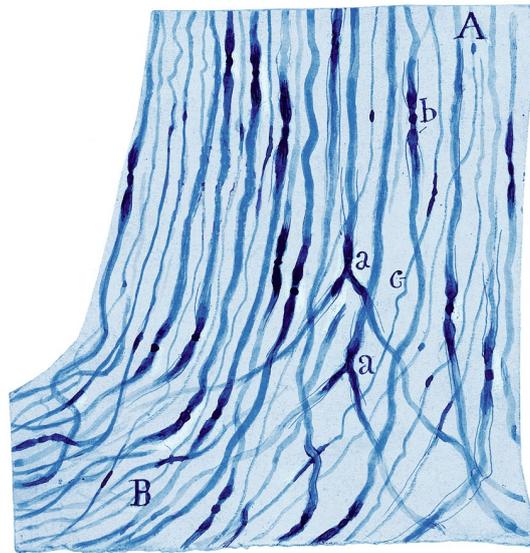


Fig. 683. — Trozo del kiasma y nervio óptico del conejo. (Método de Ehrlich). — A, nervio óptico; B, trozo de kiasma; *a*, fibra bifurcada; *b*, estrangulación.

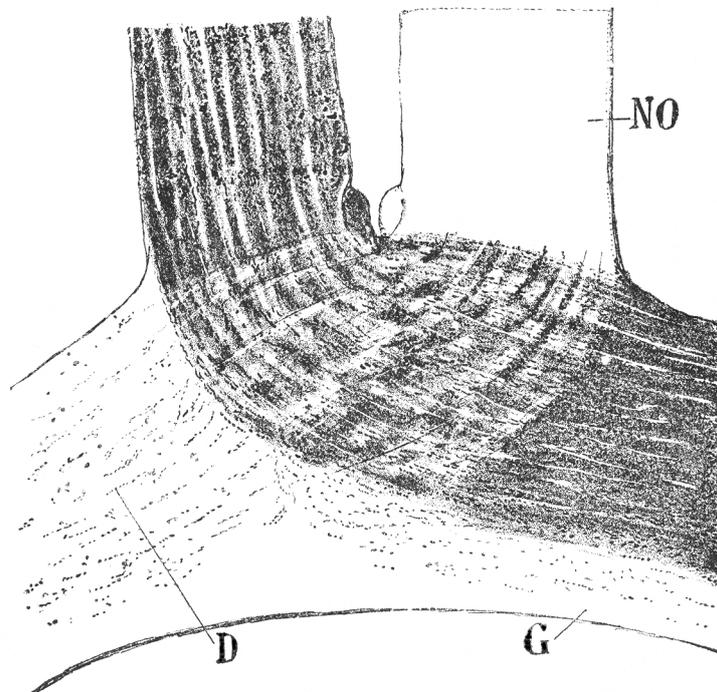


Fig. 684. — Kiasma del conejo. (Método de Marchi). — NO, nervio óptico [sano]; D, cinta óptica; G, comisura de Gudden.

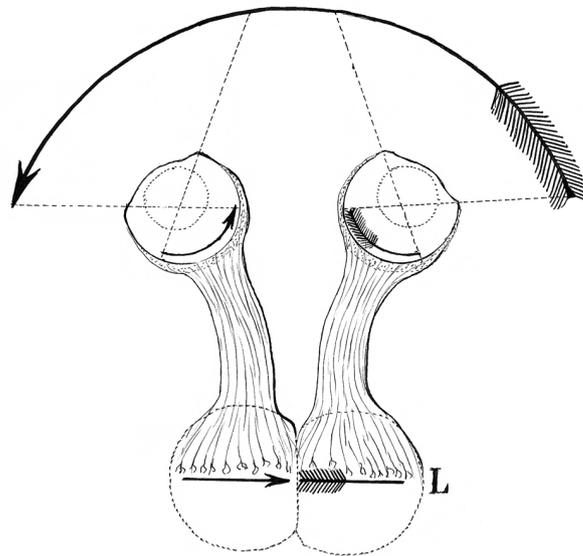


Fig. 685.— Esquema que demuestra la incongruencia de la imagen mental en los peces, en el supuesto de la falta de kiasma óptico. — L, centro visual.

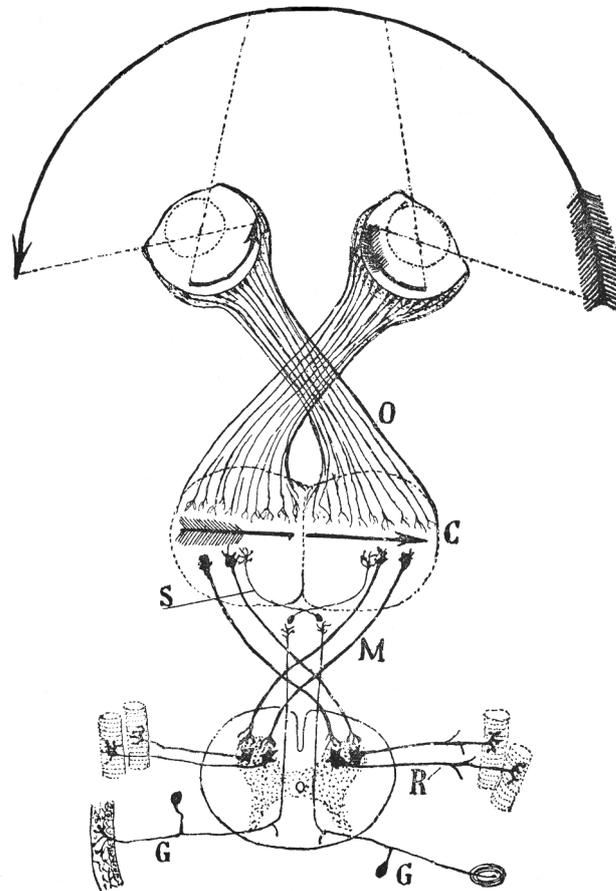
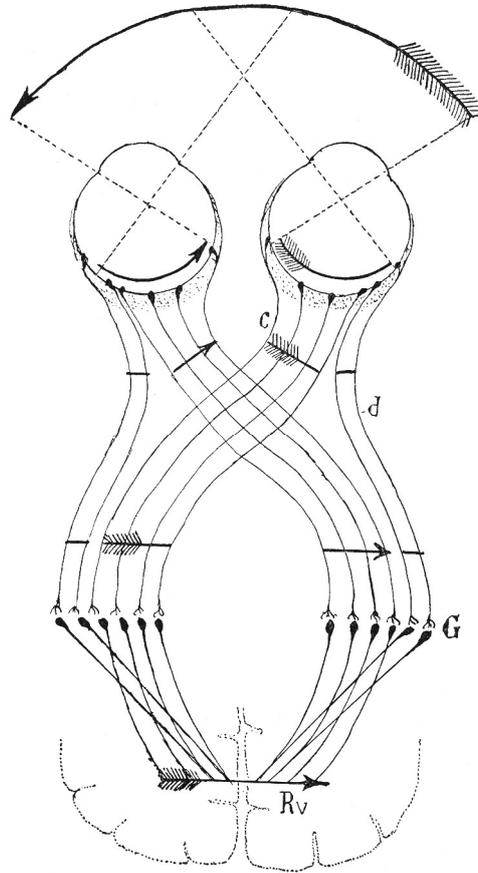


Fig. 686. — Esquema que demuestra la utilidad del kiasma y la decusación compensadora de las vías motrices y sensitivas (vertebrados inferiores). [— C, centros visuales secundarios ; G, ganglios raquídeos y raíces sensitivas ; M, vía motriz cruzada ; O, nervios ópticos cruzados ; R, raíces motrices de la médula espinal ; S, vía sensitiva central cruzada.]



[Fig. 687. — Esquema del kiasma de las vías ópticas y de la proyección visual central en un mamífero con visión semi-panorámica (conejo). — C, fascículo cruzado del nervio óptico ; *d*, fascículo directo de débil volumen ; G, centros ópticos primarios ; Rv, proyección de la imagen mental en la corteza visual del cerebro.]

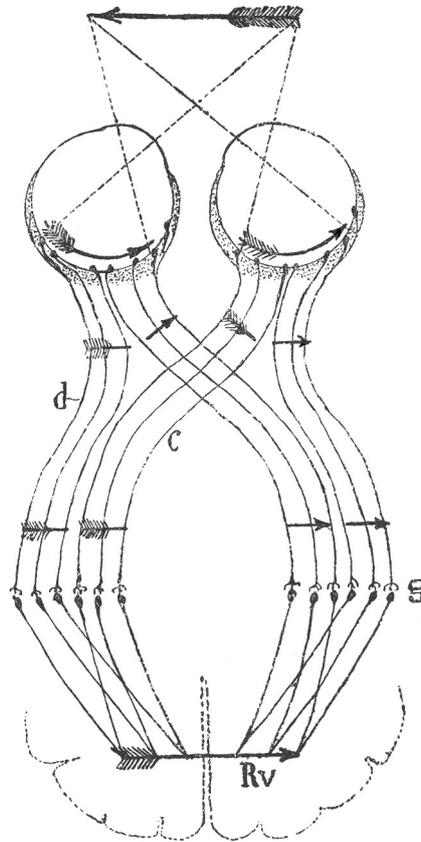


Fig. 688. — [Esquema del kiasma de las vías ópticas y de la proyección visual central en el hombre]. Esquema en que se demuestra la necesidad del haz homolateral en la visión del campo común. — [*c*, fascículo cruzado del nervio óptico ; *d*, fascículo directo voluminoso]; *g*, cuerpo geniculado externo ; *Rv*, [proyección de la imagen mental en la] corteza visual del cerebro.